

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 432 065 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.06.2004 Patentblatt 2004/26

(51) Int Cl.⁷: **H01Q 1/24**

(21) Anmeldenummer: **02028256.2**

(22) Anmeldetag: **16.12.2002**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Rapp, Volker
85551 Kirchheim (DE)**

(54) **Verfahren zur Reduzierung der Strahlenbelastung einer Antenne**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung der durch eine Antenne eines Funksystems hervorgerufenen Strahlenbelastung. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte der Modifikation einer ersten Eigenschaft der Antenne, der Reduzierung der Sendeleistung der Antenne in einem derartigen Ausmaß, dass die Strahlungsleistung am Rand des Versorgungsgebietes der Antenne gegenüber derjenigen vor der Modifikation der ersten Eigenschaft der Antenne im wesentlichen unverändert ist, der Ermittlung der durch die Antenne hervorgerufenen Strahlenbelastung, und weiterhin, abhängig von dem Ergebnis der Ermittlung, den Verfahrensschritt der Modifikation einer zweiten Eigenschaft der Antenne und eine Wiederholung des Verfahrensschrittes der Reduzierung der Sendeleistung in Bezug auf die Modifikation der zweiten Eigenschaft der Antenne.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ergibt sich der Vorteil, dass niedrige Grenzwerte für die elektromagnetische Strahlung eingehalten werden können.

FIG 5A

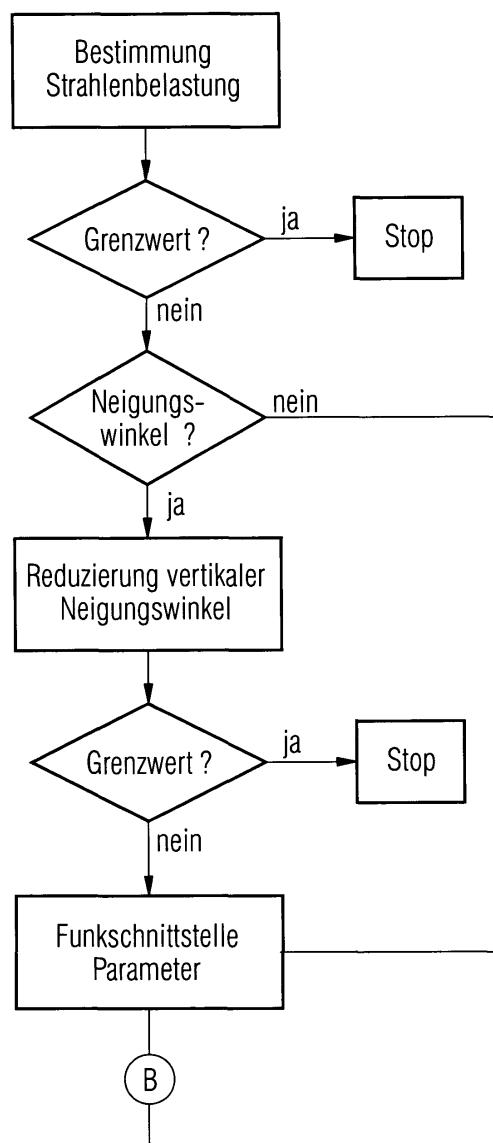
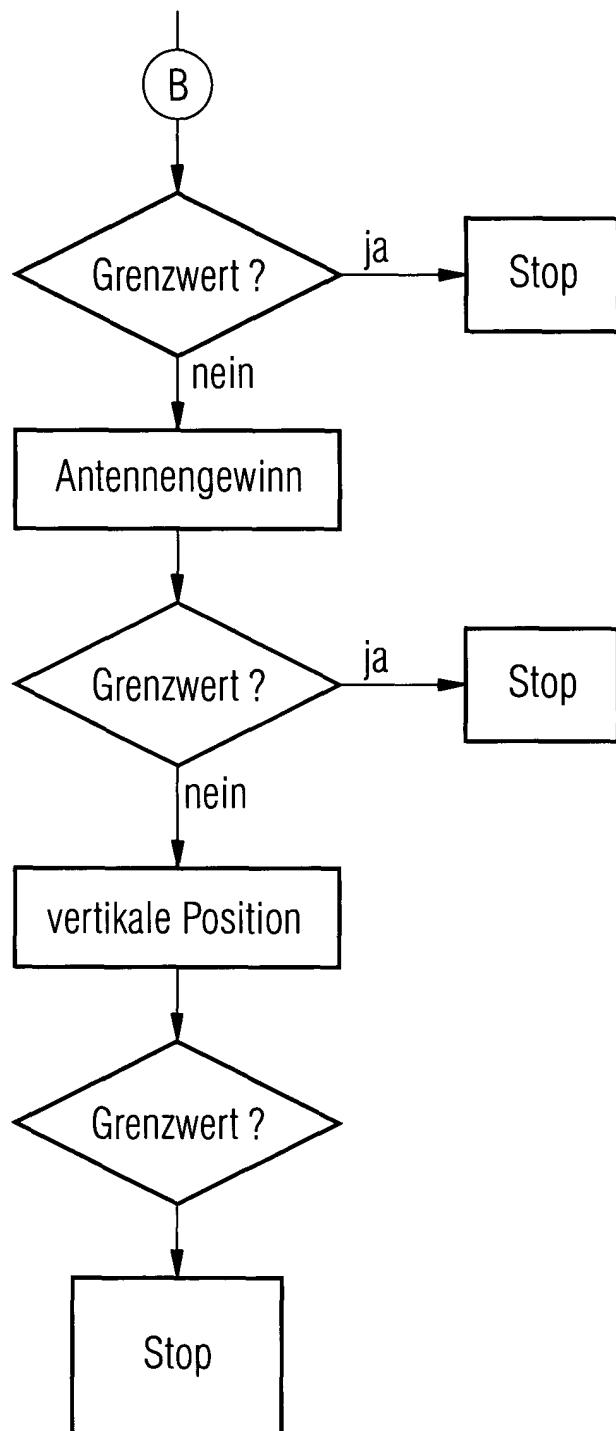


FIG 5B



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung der durch eine Antenne eines Funksystems hervorgerufenen Strahlenbelastung.

[0002] In Funkkommunikationssystemen werden Informationen (beispielsweise Sprache, Bildinformation, Videoinformation, SMS (Short Message Service) oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen sendender und empfangender Station übertragen. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen. Ein Funkkommunikationssystem umfasst hierbei Teilnehmerstationen, z.B. Mobilstationen, Basisstationen, bei UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) z.B. Node B's genannt, sowie weitere netzseitige Einrichtungen.

[0003] Um eine flächendeckende Versorgung mit mobilen Funkanwendungen zu erreichen, werden die Gebiete in Funkzellen gegliedert, die jeweils von einer Basisstation versorgt werden. Insbesondere in dicht besiedelten Gebieten existiert mittlerweile eine gut ausgebauten Versorgung mit kleinzelligen Netzen. Die Sendeleistung der Antenne der Basisstation richtet sich unter anderem nach der Größe der jeweiligen Funkzelle und der Anzahl der Teilnehmerstationen, welche gleichzeitig mit der Basisstation kommunizieren.

[0004] Die Gesamtintensität der hochfrequenten elektromagnetischen Felder nimmt durch den rasanten Ausbau flächendeckender Funkkommunikationssysteme zu. Damit gewinnen auch Strahlenschutzmaßnahmen immer mehr an Bedeutung. So entwickelte das Bundesamt für Strahlenschutz in Deutschland Grenzwerte für ortsfeste Funksendeanlagen in der Verordnung über elektromagnetischer Felder auf der Grundlage des Bundesimmissionsschutzgesetzes.

[0005] Hochfrequente Felder, wie z.B. Radio-, TV-, Mobilfunk- und Mikrowellenstrahlung, werden vom menschlichen Körper absorbiert und führen zur Erwärmung von Körpergewebe. Experimente haben gezeigt, dass gesundheitliche Wirkungen von hochfrequenter Strahlung auftreten können, wenn sich einzelne Körperfälle oder das gesamte Körpergewebe um mehr als ein Grad Celsius erwärmt. Dies wird als thermischer Effekt bezeichnet. Über weitere gesundheitsschädliche Effekte, welche nichtthermischer Art sind, wird kontrovers diskutiert.

[0006] Die Strahlung, die auf einen Menschen trifft, bezeichnet man als Immission. Bei Basisstationen bestimmen eine Reihe von Faktoren die Höhe der Immissionen am Aufenthaltsort einer Person:

- Sendeleistung: Steigende Sendeleistungen bedeuten höhere Immissionen.
- Abstand: Mit steigendem Abstand zur Antenne sinken die Immissionen.
- Räumliches Abstrahlungsmuster der Antenne: Die

Antennen von Basisstationen strahlen in der Regel nicht in alle Richtungen gleich stark. Dies wird durch den Antennengewinn ausgedrückt, welcher durch die Richtcharakteristik einer Antenne bestimmt wird. Für die Angabe des Antennengewinns dient der isotrope Kugelstrahler als Vergleich, so dass der Antennengewinn in dB (dB isotrop) angegeben wird. Je größer der Gewinn einer Antenne ist, desto mehr ist die abgestrahlte Energie der Antenne auf eine schmale Hauptkeule konzentriert. Die Intensität außerhalb dieser Hauptkeule verschwindet zwar nicht vollständig, ist aber stark reduziert.

- Mauerwerke und Dächer: Sie schwächen die Strahlung ab, die von außen auf ein Gebäude trifft.

[0007] Verantwortlich für die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte ist bei Funktürmen und Sendemasten in der Regel der Betreiber. Jedem Standort einer Sendefunkanlage wird z.B. in Deutschland von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post ein individueller Sicherheitsabstand zugewiesen. Außerhalb des Sicherheitsabstandes sind gesundheitsschädliche Wirkungen durch hochfrequente Strahlung von der Sendeantenne nicht zu erwarten. In der Regel liegt der Sicherheitsabstand bei reinen Mobilfunksendern in Abstrahlrichtung der Antenne in der Größenordnung von wenigen Metern. Somit muss bei dem bisherigen Niveau der Grenzwerte nur darauf geachtet werden, dass die Hauptstrahlrichtung der Antenne in unmittelbarer Nähe der Masten nicht in Kopfhöhe einer Person herunterreicht, die auf dem Dach des Gebäudes steht, das den Standort enthält.

[0008] In der Praxis bestimmt sich die vertikale Position der Antennen aus den geometrischen Ausmaßen und der Anzahl der Antennen unter Berücksichtigung der Grenzwerte. Die Ausgangsleistung der Basisstation und die Verstärkung der Antenne werden so gewählt, dass an der Grenze des Versorgungsgebietes der Antenne eine ausreichende Signalstärke erlangt wird.

[0009] Die juristische Festlegung der Grenzwerte für die elektromagnetische Strahlung basiert auf dem anerkannten Stand der wissenschaftlichen Forschung. Neue medizinische Erkenntnisse oder zusätzliche politische Vorsorge können die Grenzwerte kurz- oder mittelfristig erniedrigen. Ein zusätzlich zu berücksichtigender Faktor stellt die wachsende Opposition in der Bevölkerung gegen weitere Standorte für Sendeantennen dar, da die traditionelle Funknetzplanung schnell nach weiteren Standorten verlangt.

[0010] Werden die gesetzlichen Grenzwerte z.B. um 20 dB gesenkt, so stellt sich im Mobilfunk das Problem, eine flächendeckende Versorgung ohne Strahlungslöcher an den Rändern der Funkzellen von den bestehenden Antennenstandorten aus aufrechtzuerhalten, d.h. unter Vermeidung von neu zu errichtenden Antennenstandorten.

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art aufzuzei-

gen, welches eine effektive Reduzierung der Strahlenbelastung einer Antenne ermöglicht, ohne dass der erwünschte Versorgungsbereich der Antenne eingeschränkt wird.

[0012] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0013] Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0014] Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren die Verfahrensschritte

- (a) Modifikation einer ersten Eigenschaft der Antenne,
- (b) Reduzierung der Sendeleistung der Antenne in einem derartigen Ausmaß, dass die Strahlungsleistung am Rand des Versorgungsgebietes der Antenne gegenüber derjenigen vor der Modifikation der ersten Eigenschaft der Antenne im wesentlichen unverändert ist,
- (c) Ermittlung der durch die Antenne hervorgerufenen Strahlenbelastung,
- (d) abhängig von dem Ergebnis der Ermittlung Modifikation einer zweiten Eigenschaft der Antenne und Wiederholung des Verfahrensschrittes (b) in Bezug auf die Modifikation der zweiten Eigenschaft der Antenne.

[0015] Unter dem Versorgungsgebiet der Antenne wird derjenige geographische Bereich verstanden, in welchem die Strahlung der Antenne bestimmungsgemäß verwendet werden kann. Die Ermittlung der Strahlenbelastung erfolgt vorteilhafterweise an dem Ort, welcher üblicherweise zur Überprüfung der Strahlungsgrenzwerte herangezogen wird. Dieser Ort kann z.B. mit der Art, der Aufstellung und der Verwendung der Antenne, sowie mit dem zu überprüfenden Strahlungsgrenzwert variieren. Die im Verfahren gegebenenfalls modifizierten Eigenschaften der Antenne betreffen solche mit der Antenne zusammenhängenden Parameter, welche sich auf die Art und die Intensität der Abstrahlung der Antenne, sowie auf räumliche Eigenschaften der Abstrahlung der Antenne auswirken. Eine Modifikation einer Eigenschaft der Antenne wird in der Praxis oftmals dadurch realisiert, dass die Antenne aus Gründen der Wirtschaftlichkeit gegen eine andere Antenne ausgetauscht wird, anstatt die erforderlichen Bearbeitungen an der Antenne durchzuführen. Unter dem Begriff Antenne wird hier die abstrahlende Einheit an einem bestimmten Standort verstanden, so dass das Austauschen einer Antenne gegen eine andere an dem gleichen Standort der Modifikation einer Eigenschaft der Antenne gleichkommt.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt ein iteratives Vorgehen: nach einer Modifikation einer Eigenschaft der betrachteten Antenne wird die Strahlenbelastung ermittelt. Ist der Wert dieser Strahlenbelastung zu hoch, so kann eine weitere Eigenschaft der Antenne modifiziert werden. Auch eine erneute Modifi-

tion der gleichen Eigenschaft der Antenne kann durchgeführt werden. Nach einer erneuten Prüfung der Strahlenbelastung kann eine andere, oder aber auch eine der ersten beiden Eigenschaften der Antenne modifiziert werden. Vorteilhafterweise wird die ermittelte Strahlenbelastung mit einem Grenz- oder Schwellenwert verglichen, um eine Entscheidung über die Durchführung von Modifikationsschritten zu treffen. Dieses Verfahren lässt sich so lange fortsetzen, bis das Ergebnis der Ermittlung der Strahlenbelastung bestimmten Bedingungen genügt.

[0017] In Bezug auf ein Funkkommunikationssystem, auf das die Erfindung angewandt werden kann, ergibt sich der Vorteil, dass niedrige Grenzwerte für die elektromagnetische Strahlung einer Basisstation eingehalten werden können, ohne zusätzliche Basisstationen errichten zu müssen. Dabei wird die flächendeckende Funkversorgung in dem Funkkommunikationssystem aufrechterhalten und es entstehen keine Funklöcher zwischen den Funkzellen.

[0018] In einer Weiterbildung der Erfindung

- wird vor der Durchführung des Verfahrensschrittes (a) eine Modifikation von mindestens einem Parameter zur Unterstützung eines Zellwechsels einer Teilnehmerstation des Funkkommunikationssystems durchgeführt,
- erfolgt eine Reduzierung der Sendeleistung der Antenne,
- erfolgt eine Ermittlung der durch die Antenne hervorgerufenen Strahlenbelastung,
- hängt die Durchführung der Verfahrensschritte (a) bis (d) von dem Ergebnis der Ermittlung ab.

[0019] Vor der Modifikation einer Eigenschaft der Antenne also wird ein Parameter zur Unterstützung eines Zellwechsels einer Teilnehmerstation des Funkkommunikationssystems, d.h. ein Handover Parameter, verändert. Dabei wird unter einem Handover Parameter ein für einen Handover-Vorgang relevanter Parameter verstanden. Insbesondere ist hierbei an eine Verringerung eines Handover-Parameters zu denken. Handover-Parameter hängen oftmals von der Sendeleistung der Antenne ab, so dass nach erfolgter Modifikation des Handover-Parameters die Sendeleistung der Antenne reduziert werden kann, ohne den Ablauf eines Handovers in dem Funkkommunikationssystem zu gefährden. Bei der Reduzierung der Sendeleistung der Antenne sollte jedoch darauf geachtet werden, dass die Sendeleistung der Antenne nur in einem derartigen Ausmaß reduziert wird, dass sich das Versorgungsgebiet der Antenne dadurch nicht über ein gewisses Maß verkleinert. Ergibt die Ermittlung der Strahlenbelastung, dass diese nicht auf einen ausreichenden Wert reduziert wurde, können sich die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte der Modifikation einer oder mehrerer Eigenschaften der Antenne anschließen.

[0020] Einer Ausgestaltung der Erfindung gemäß

- wird nach der Durchführung des Verfahrensschrittes (c) eine Modifikation von mindestens einem Parameter zur Unterstützung eines Zellwechsels einer Teilnehmerstation des Funkkommunikationssystems durchgeführt,
- erfolgt eine Reduzierung der Sendeleistung der Antenne,
- wird der Verfahrensschritt (c) wiederholt,
- und wird der Verfahrensschritt (d) durchgeführt.

[0021] Die Modifikation eines Handover-Parameters kann also auch nach einer Modifikation einer Eigenschaft der Antenne durchgeführt werden. Ausschlaggebend für die Durchführung der Modifikation eines Handover-Parameters ist auch in diesem Fall wieder die Ermittlung der Strahlenbelastung der Antenne.

[0022] Einer anderen Ausgestaltung der Erfindung zufolge

- wird nach der Durchführung des Verfahrensschrittes (d) eine Modifikation von mindestens einem Parameter zur Unterstützung eines Zellwechsels einer Teilnehmerstation des Funkkommunikationssystems durchgeführt,
- erfolgt eine Reduzierung der Sendeleistung der Antenne,
- wird der Verfahrensschritt (c) wiederholt,
- erfolgt abhängig von dem Ergebnis der Ermittlung aus Verfahrensschritt (c) eine Modifikation einer dritten Eigenschaft der Antenne und eine Wiederholung des Verfahrensschrittes (b) in Bezug auf die Modifikation der dritten Eigenschaft der Antenne.

[0023] Vorteilhafterweise umfasst die Modifikation der ersten und/oder gegebenenfalls der zweiten und/oder gegebenenfalls der dritten Eigenschaft der Antenne einen der Schritte

- der Reduzierung des vertikalen Neigungswinkels der Hauptstrahlrichtung der Antenne,
- der Erhöhung des Antennengewinns der Antenne,
- der Erhöhung der vertikalen Position der Antenne.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Dabei zeigen

Figur 1: eine Antenne und ihren Versorgungsbe-
reich,

Figur 2: eine erste erfindungsgemäße Modifikation
einer Eigenschaft der Antenne,

Figur 3: eine zweite erfindungsgemäße Modifikati-
on einer Eigenschaft der Antenne,

Figur 4: eine dritte erfindungsgemäße Modifikation
einer Eigenschaft der Antenne,

Figur 5a: den ersten Teil eines Ablaufdiagramms des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

5 Figur 5b: den zweiten Teil eines Ablaufdiagramms des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0025] Figur 1 zeigt schematisch eine Antenne A, die sich z.B. auf dem Dach eines Hauses befindet. Die höchste für den Menschen zugängliche elektromagnetische Leistungsdichte tritt in der Regel dort auf, wo der Hauptstrahl der Antenne A auf den Kopf eines aufrecht stehenden Menschen trifft, der sich auf dem Dach des Hauses befindet, auf welchem die Antenne A installiert ist. Der Kreis um die Antenne A deutet den Rand V des 10 Versorgungsgebietes der Antenne A an. In einem zellulären Funkkommunikationssystem schließen sich an den Rand V des Versorgungsgebietes der Antenne A Versorgungsgebiete von anderen Antennen an. Die Versorgungsgebiete von verschiedenen Antennen 15 überschneiden sich in der Regel im Bereich ihrer Ränder. An einem geeigneten Ort P wird eine Ermittlung M der durch die Antenne A hervorgerufenen Strahlenbelastung vorgenommen.

[0026] Als konkretes Beispiel wird eine Antenne A für 20 den Mobilfunk betrachtet, deren Mittelpunkt sich in einer städtischen Umgebung einen Meter über der Kopfhöhe eines aufrecht am Dach stehenden Menschen befindet. Der Antennengewinn beträgt 15,5 dBi bei einer Ausgangsleistung von 10 W, d.h. 40 dBm. Vier Trägerfrequenzen sind auf diese Antenne A gebündelt und die Antenne A weist einen vertikalen elektrischen Neigungswinkel (down tilt) von sechs Grad auf. Bei dieser Konfiguration liegt die maximale elektromagnetische Flussdichte 9,85 dB unterhalb der aktuell gültigen 25 Grenzwerte und 10,15 dB oberhalb möglicher zukünftiger Grenzwerte.

[0027] Den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zeigen die zusammengehörigen Figuren 5a und 30 5b. Vor dem Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Reduzierung der elektromagnetischen Strahlenbelastung wird die aktuelle Leistungsflussdichte und somit die aktuelle von der Antenne hervorgerufene 35 Strahlenbelastung bestimmt ("Bestimmung Strahlenbelastung"). Durch Vergleich mit dem einzuhaltenden Grenzwert ("Grenzwert?") kann ermittelt werden, ob und um wie viel die Signalstärke der Antenne A reduziert 40 werden muss. Wird der Grenzwert bereits eingehalten ("ja"), so kann das Verfahren abgebrochen werden ("Stop"). In dem Fall, dass der Grenzwert überschritten 45 wird ("nein"), wird zuerst überprüft, ob der Neigungswinkel der Antenne A reduziert werden kann ("Neigungswinkel?"). Kann dies bejaht werden ("ja"), so wird der vertikale Neigungswinkel der Antenne A reduziert ("Reduzierung vertikaler Neigungswinkel"). Im Falle, dass 50 der Neigungswinkel nicht reduziert werden kann ("nein"), wird das Verfahren mit einer Variation von Parametern der Funkschnittstelle ("Funkschnittstelle Parameter") fortgesetzt. Nach der Reduzierung des verti-

kalen Neigungswinkels ("Reduzierung vertikaler Neigungswinkel") wird die Ausgangsleistung der Basisstation derart angepasst, dass die Signalstärke am Rand des Versorgungsgebietes ungefähr konstant bleibt. Bei einer Verringerung des vertikalen Neigungswinkels z.B. auf Null Grad kann die Ausgangsleistung der Basisstation um 0,08 dB verringert werden. Grundsätzlich kann die Verringerung eines vertikalen Neigungswinkels durch elektrische oder mechanische Modifikation erreicht werden. Diese Maßnahme reduziert die Strahlenbelastung um 6,16 dB für den am stärksten exponierten Bereich. Eine Reduzierung des vertikalen Neigungswinkels der Hauptkeule der Antenne A ist beispielhaft in Figur 2 dargestellt.

[0028] Nun wird in Figur 5a erneut überprüft, ob der Grenzwert nach erfolgter Reduzierung des vertikalen Neigungswinkels der Antenne A eingehalten werden kann ("Grenzwert?"). Kann dies bejaht werden ("ja"), sind keine weiteren Maßnahmen nötig und das Verfahren zur Reduzierung der Strahlenbelastung kann abgebrochen werden ("Stop"). Ist dies jedoch nicht gegeben ("nein"), so werden im zweiten Schritt Parameter der Funkschnittstelle modifiziert ("Funkschnittstelle Parameter"). Vorteilhafterweise wird der Parameter für das Initiiieren eines Handovers erniedrigt. Ein Beispiel hierfür ist der Parameter RXLEVMIN (Receive Level Minimum) innerhalb des GSM (Global System for Mobile Communication) Systems. Dieser Wert kann z.B. von -104 dBm auf den Wert -110 dBm gesetzt werden.

[0029] Dies resultiert darin, dass Handover Vorgänge erst bei geringeren Empfangsleistungen am Teilnehmergerät ausgelöst werden als vor der Modifizierung. Im Anschluss daran wird die statische Ausgangsleistung der Basisstation um denselben Wert reduziert.

[0030] Auch bezüglich der Variation von Parametern der Funkschnittstelle kann zuvor überprüft werden, ob eine derartige Variation möglich ist. Ist sie nicht möglich oder sinnvoll, so kann mit dem nächsten Schritt der Modifikation des Antennengewinns ("Antennengewinn") fortgefahrene werden (in den Figuren 5a und 5b aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt). Im betrachteten Rechenbeispiel wird angenommen, dass die Parameter der Funkschnittstelle schon optimal eingesetzt sind, so dass eine Modifikation der Parameter keine Verringerung der Strahlenbelastung herbeizuführen vermag.

[0031] Falls eine erneute Grenzwertüberprüfung ("Grenzwert?") in Figur 5b ergibt, dass weiterhin Bedarf zur Reduzierung der Strahlenbelastung existiert ("nein"), wird als dritter Schritt der Antennengewinn erhöht ("Antennengewinn"). Ansonsten ("ja") kann der Verfahren wiederum abgebrochen werden ("Stop"). Auch hierbei kann wiederum eine Prüfung bezüglich der Durchführbarkeit der Erhöhung des Antennengewinns durchgeführt werden (in der Figur 5b nicht gezeigt). Die Antenne A wird im Falle, dass eine Erhöhung des Antennengewinns durchgeführt werden kann, wie beispielhaft in Figur 3 gezeigt, durch eine Antenne A mit größer-

rem Gewinn ersetzt. Danach wird die Ausgangsleistung der Basisstation derart angepasst, dass die Signalstärke am Rand des Versorgungsgebietes ungefähr konstant bleibt. Die Ausgangsleistung der Basisstation kann reduziert werden, da der größere Antennengewinn z.B. Strahlungsverluste in Richtung des Himmels vermeidet. Der höhere Gewinn entspricht einer stärkeren Bündelung der Hauptkeule der Antenne A. Im konkreten Fall wird die 15,5 dBi Antenne A gegen eine Antenne A mit einem Gewinn von 17 dBi ausgetauscht. Dieser Schritt reduziert die Strahlenbelastung aufgrund der ermöglichten niedrigeren Ausgangsleistung der Basisstation um weitere 1,32 dB.

[0032] Nun wird erneut überprüft, ob der Grenzwert nach erfolgter Erhöhung des Antennengewinnes eingehalten werden kann ("Grenzwert?"). Kann dies bejaht werden ("ja"), sind keine weiteren Maßnahmen nötig und das Verfahren zur Reduzierung der Strahlenbelastung kann abgebrochen werden ("Stop"). Ist dies jedoch nicht gegeben, so wird im vierten Schritt die Höhe der Antenne A variiert ("vertikale Position"). Die Antenne A wird höher am Mast montiert, wie beispielhaft in Figur 4 dargestellt. Auch dieser Verfahrensschritt kann zuvor bezüglich seiner Durchführbarkeit abgefragt werden (in Figur 5b nicht dargestellt). Eine größere Höhe der Antenne A führt zu einer geringeren Dämpfung des Funksignals. Daher kann die Ausgangsleistung der Basisstation reduziert werden, um die Signalstärke am Rand des Versorgungsgebietes konstant zu halten. Der Betrag, um den die Ausgangsleistung reduziert wird, kann gemäß der Funkausbreitungsformel aus *M. Hata, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. VT-29, No. 3, August 1980*

berechnet werden. Im konkreten Rechenbeispiel ergibt eine Erhöhung der vertikalen Position der Antenne A um 50 cm eine Verbesserung der Strahlenbelastung um 4,28 dB.

[0033] Nun kann erneut geprüft werden, ob der Grenzwert eingehalten werden kann ("Grenzwert?"). Danach kann das Verfahren abgebrochen werden ("Stop"). Es ist jedoch unter Umständen auch möglich, erneut einen oder mehrere der beschriebenen Schritte durchzuführen, um eine weitere Reduzierung der Strahlenbelastung zu erreichen.

[0034] Eine Addition der Reduzierungen der Strahlenbelastungen, welche aus den beschriebenen Schritten resultieren, ergibt eine Verbesserung der Strahlenbelastung um 11,76 dB. Dies reicht aus, um für den gegebenen Fall Grenzwerte einzuhalten, die um 20 dB unter den augenblicklichen Werten liegen. Eine weitergehende Reduzierung der Strahlenbelastung kann z.B. durch eine größere Höhe der Sendeantennen erreicht werden. Wird die Antenne A um insgesamt fünf Meter höher gesetzt, so erniedrigt sich die Strahlenbelastung um weitere 13,29 dB. Insgesamt würde somit also eine Reduzierung der Strahlenbelastung um 25,05 dB erreicht werden.

[0035] Speziell die Verfahrensschritte der Modifikati-

on der Eigenschaften der Antenne, nämlich die Reduzierung des Neigungswinkels der Hauptstrahlrichtung, die Erhöhung des Antennengewinns und die Erhöhung der vertikalen Position der Antenne, sind besonders geeignet für dicht bebaute bzw. besiedelte Gebiete, wie z.B. Stadtgebiete, wo der größte Beitrag zur Signalstärke am Rande des Versorgungsgebietes einer Antenne über eine Ausbreitung auf Hausdachhöhe mit anschließender Beugung in die einzelnen Straßen erfolgt. Über diesen Ausbreitungsweg werden auch die Teilnehmerstationen in Gebäuden am Zellrand versorgt. Die Beugung in die einzelnen Straßen hebt den Effekt auf, dass durch die Modifikationen der Eigenschaften der Antenne die Strahlrichtung im Vergleich zum Zustand vor den Modifikationen weniger in Richtung eines Teilnehmers auf dem Boden zeigt.

[0036] Das Verfahren kann jedoch auch mit reduzierter Effektivität in weniger dicht besiedelten Gebieten angewandt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung der durch eine Antenne (A) eines Funksystems hervorgerufenen Strahlenbelastung, umfassend die Verfahrensschritte

- (a) Modifikation einer ersten Eigenschaft der Antenne (A),
- (b) Reduzierung der Sendeleistung der Antenne (A) in einem derartigen Ausmaß, dass die Strahlungsleistung am Rand (V) des Versorgungsgebietes der Antenne (A) gegenüber denjenigen vor der Modifikation der ersten Eigenschaft der Antenne (A) im wesentlichen unverändert ist, und
- (c) Ermittlung (M) der durch die Antenne (A) hervorgerufenen Strahlenbelastung,
- (d) abhängig von dem Ergebnis der Ermittlung (M) Modifikation einer zweiten Eigenschaft der Antenne (A) und Wiederholung des Verfahrensschrittes (b) in Bezug auf die Modifikation der zweiten Eigenschaft der Antenne (A).

2. Verfahren nach Anspruch 1, das auf ein zellulares Funkkommunikationssystem angewendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem

- vor der Durchführung des Verfahrensschrittes (a) eine Modifikation von mindestens einem Parameter zur Unterstützung eines Zellwechsels einer Teilnehmerstation des Funkkommunikationssystems durchgeführt wird,
- eine Reduzierung der Sendeleistung der Antenne (A) erfolgt,
- eine Ermittlung (M) der durch die Antenne (A)

hervorgerufenen Strahlenbelastung erfolgt, und die Durchführung der Verfahrensschritte (a) bis (d) von dem Ergebnis der Ermittlung (M) abhängt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem

- nach der Durchführung des Verfahrensschrittes (c) eine Modifikation von mindestens einem Parameter zur Unterstützung eines Zellwechsels einer Teilnehmerstation des Funkkommunikationssystems durchgeführt wird,
- eine Reduzierung der Sendeleistung der Antenne (A) erfolgt,
- der Verfahrensschritt (c) wiederholt wird,
- und der Verfahrensschritt (d) durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem

- nach der Durchführung des Verfahrensschrittes (d) eine Modifikation von mindestens einem Parameter zur Unterstützung eines Zellwechsels einer Teilnehmerstation des Funkkommunikationssystems durchgeführt wird,
- eine Reduzierung der Sendeleistung der Antenne (A) erfolgt,
- der Verfahrensschritt (c) wiederholt wird,
- und abhängig von dem Ergebnis der Ermittlung (M) aus Verfahrensschritt (c) eine Modifikation einer dritten Eigenschaft der Antenne (A) und eine Wiederholung des Verfahrensschrittes (b) in Bezug auf die Modifikation der dritten Eigenschaft der Antenne (A) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Modifikation der ersten und/oder gegebenenfalls der zweiten und/oder gegebenenfalls der dritten Eigenschaft der Antenne (A) einen der Schritte

- der Reduzierung des vertikalen Neigungswinkels der Hauptstrahlrichtung der Antenne (A),
- der Erhöhung des Antennengewinns der Antenne (A),
- der Erhöhung der vertikalen Position der Antenne (A) umfasst.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem die Modifikation des mindestens einen Parameters zur Unterstützung eines Zellwechsels einer Teilnehmerstation des Funkkommunikationssystems eine Verringerung dieses Parameters umfasst.

FIG 1

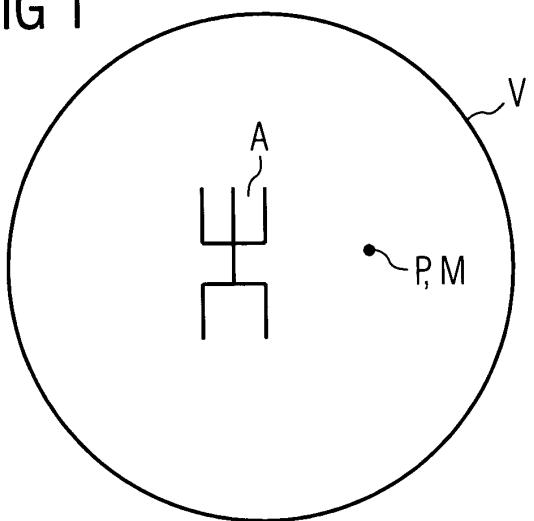


FIG 2

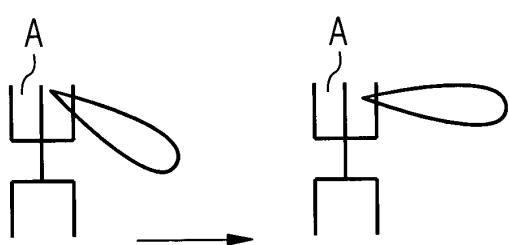


FIG 3

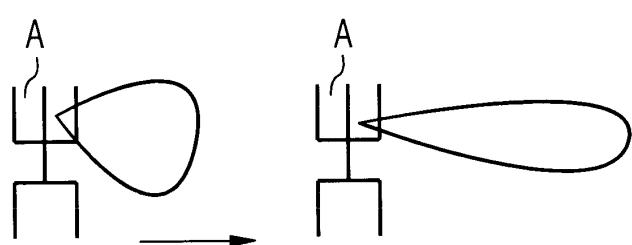


FIG 4

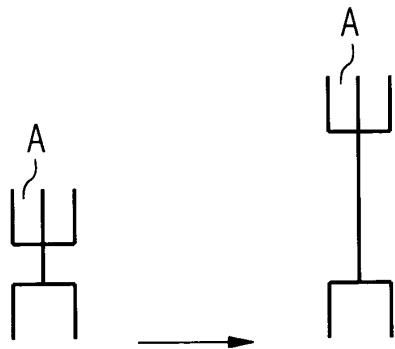


FIG 5A

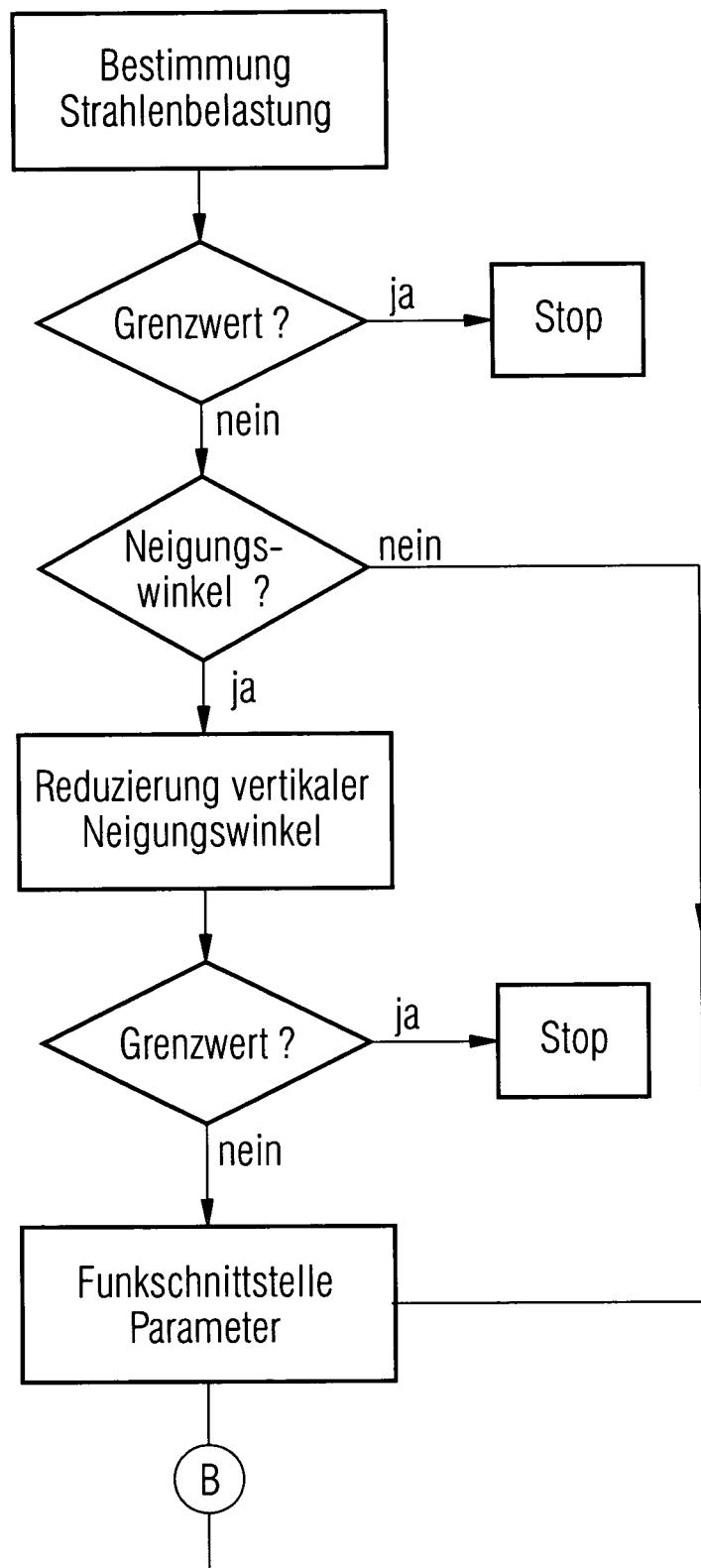
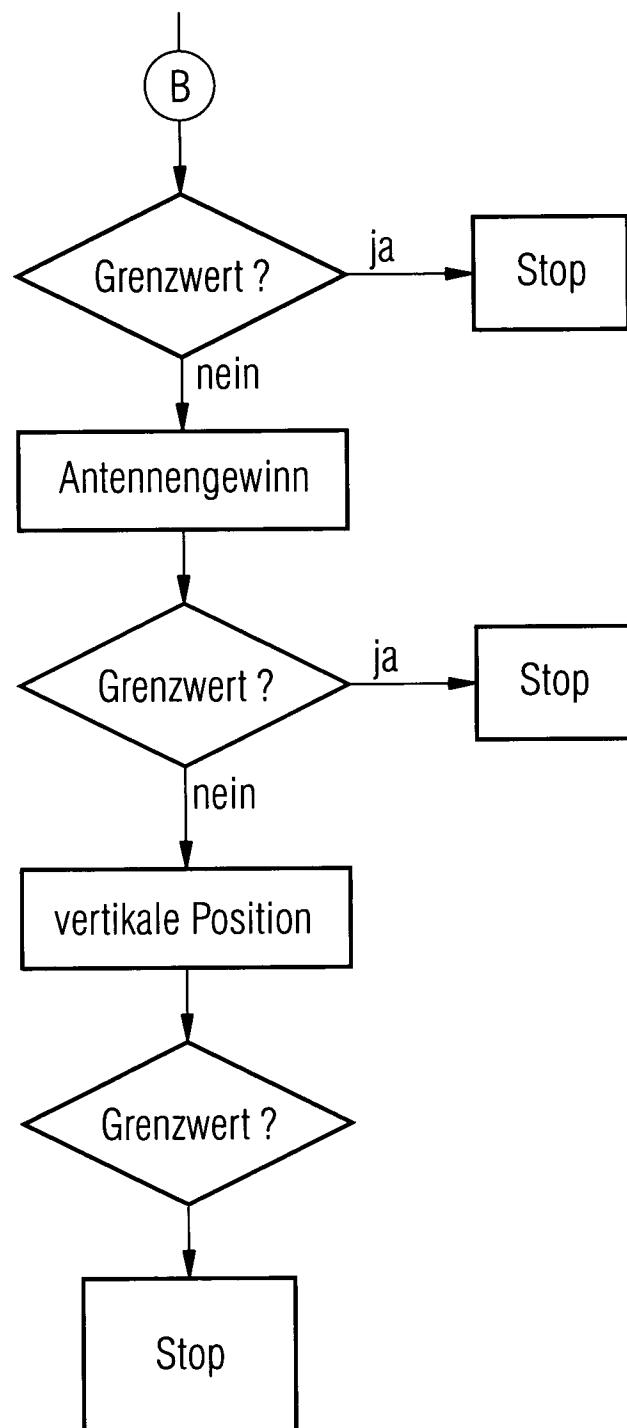


FIG 5B





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 02 8256

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	<p>CLEVELAND R. F. ET AL: "Evaluating Complicane with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields"</p> <p>1997 , FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION , WASHINGTON XP002232468</p> <p>* das ganze Dokument *</p> <p>-----</p>	1-7	H01Q1/24
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)
			H01Q
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p>			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
MÜNCHEN	25. Februar 2003		Johansson, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L : aus anderen Gründer angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>	
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p> <p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p> <p>A : technologischer Hintergrund</p> <p>O : nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P : Zwischenliteratur</p>			