

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
13. Oktober 2016 (13.10.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/162126 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H04B 1/3877 (2015.01) H04M 1/04 (2006.01)

H04B 7/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/000591

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. April 2016 (08.04.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 004 722.1 9. April 2015 (09.04.2015) DE

(71) Anmelder: KATHREIN-WERKE KG [DE/DE]; Anton-
Kathrein-Strasse 1-3, 83004 Rosenheim (DE).

(72) Erfinder: LANKES, Thomas; Stauffenstrasse 1, 83026
Rosenheim (DE). STADLER, Gerhard; Rohretweg 14a,
83064 Raubling (DE). WEBER, Rudolf; Am Klosterfeld
7, 83104 Tuntenhausen (DE). MAIER, Max; Kirchenweg
3a, 83083 Riedering (DE).

(74) Anwalt: BEHR, Wolfgang; Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte Partnerschaft mbB,
Widenmayerstraße 23, 80538 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

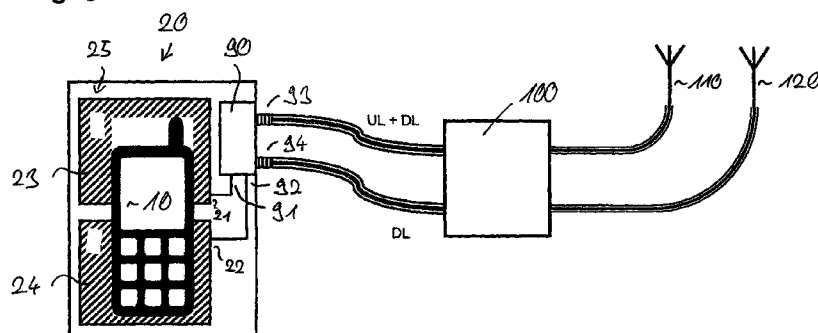
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SYSTEM FOR WIRELESSLY COUPLING A MOBILE TELEPHONY TERMINAL TO AN EXTERNAL ANTENNA
STRUCTURE

(54) Bezeichnung : SYSTEM ZUR DRAHTLOSEN ANKOPPELUNG EINES MOBILFUNK-ENDGERÄTES AN EINE
EXTERNE ANTENNENSTRUKTUR

Fig. 8



(57) Abstract: The invention relates to a system for wirelessly coupling a mobile telephony terminal to at least one first external antenna, particularly for coupling to an external vehicle antenna, and comprising: a coupling structure for wirelessly coupling to an antenna structure of said mobile telephony terminal, said coupling structure comprising at least two contacts; and a connection unit that connects the first external antenna, depending on the coupling quality, to one of the at least two contacts of the coupling structure, said connection unit evaluating the quality of the coupling between the antenna structure of the mobile telephony terminal and the at least two contacts of the coupling structure during normal communicative operation of said mobile telephony terminal, and/or continuously, and/or for both contacts at the same time.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur drahtlosen Ankopplung eines Mobilfunk-Endgerätes
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

an mindestens eine erste externe Antenne, insbesondere zur Ankopplung an eine externe Fahrzeugantenne, mit einer Koppelstruktur zum drahtlosen Ankoppeln an eine Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes, wobei die Koppelstruktur mindestens zwei Anschlüsse aufweist, und mit einer Verbindungseinheit, welche die erste externe Antenne in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit einem der mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur verbindet, wobei die Verbindungseinheit die Kopplungsgüte zwischen der Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes und den mindestens zwei Anschlüssen der Koppelstruktur während des normalen Kommunikations-Betriebes des Mobilfunk-Endgerätes und/oder kontinuierlich und/oder für beide Anschlüsse gleichzeitig bewertet.

System zur drahtlosen Ankoppelung eines Mobilfunk-Endgerätes an eine externe Antennenstruktur

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur drahtlosen Ankoppelung eines Mobilfunk-Endgerätes an mindestens eine externe Antennenstruktur mit mindestens einer ersten externen Antenne. Insbesondere dient das erfindungsgemäße System dabei zur Ankoppelung eines Mobilfunk-Endgerätes an eine externe Fahrzeugantennenstruktur.

Um die Dämpfung der Mobilfunksignale durch die Fahrzeugkarosserie zu umgehen, sind Fahrzeuge oftmals mit einer externen Fahrzeugantennenstruktur ausgestattet. Diese kann beispielsweise auf dem Fahrzeugdach angeordnet sein und hat daher erheblich bessere Sende- und Empfangseigenschaften als die Antennenstruktur des innerhalb des Fahrzeugs betriebenen Mobilfunk-Endgerätes.

Um das Mobilfunk-Endgerät an die externe Fahrzeugantennenstruktur anzubinden, sind manche Mobilfunk-Endgeräte mit einem Antennenausgang ausgestattet, welcher über eine entsprechende Steckverbindung mit einem Antennenkabel des fahrzeugeigenen Antennensystems verbunden werden kann. Allerdings weisen neuere

Mobilfunk-Endgeräte nur noch selten einen solchen Antennenanschluss auf. Weiterhin ist eine solche manuell herzustellende Verbindung für den Benutzer unpraktisch.

Daher sind Systeme zur drahtlosen Ankoppelung des Mobilfunk-Endgerätes an die externe Antennenstruktur bekannt. Diese weisen üblicherweise eine Koppelstruktur zum drahtlosen Ankoppeln an die Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes auf. Die Koppelstruktur ist dabei üblicherweise im Bereich einer Aufnahme für das Mobilfunk-Endgerät angeordnet und koppelt drahtlos an die Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes, sodass die Sendesignale des Mobilfunk-Endgerätes zur externen Antenne weitergeleitet werden können und die von der externen Antenne empfangenen Signale an die Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes weitergeleitet werden.

In den meisten bekannten Systemen weist die Koppelstruktur einen einzigen Anschluss auf, welcher über eine Antennenleitung und gegebenenfalls einen Kompensator, welcher die Kabel- und Koppelverluste ausgleicht, mit der externen Antenne in Verbindung steht. Entsprechende Systeme sind beispielsweise aus der DE 10 2012 112 266 B3, der DE 10 2010 019 904 A1, der DE 10 2007 039 879 A1 und der EP 2 011 243 B1 bekannt. Eine solche Koppelstruktur stellt jedoch nicht für jedes Mobilfunk-Endgerät eine optimale Ankoppelung zur Verfügung. Dies liegt zum einen daran, dass die Antennen bei unterschiedlichen Mobilfunkgeräten üblicherweise an unterschiedlichen Stellen angeordnet sind. Daher kann die Koppelstruktur nicht auf eine spezifische Antennenstruktur hin optimiert werden. Wenn auch die Aufnahme für das Mobilfunk-Endgerät nicht speziell an die einzelnen Mobilfunk-Endgerättypen angepasst wird, ist zudem die genaue Positionierung des Mobilfunk-Endgerätes in der Aufnahme unbekannt.

Aus der DE 10 2007 044 294 B4 ist daher eine Koppelstruktur mit mehreren Antennen und demgemäß mehreren Anschlüssen gezeigt. Das System weist dabei eine Verbindungseinheit auf, welche eine dieser Antennen mit der externen Antenne verbindet. Vor Beginn der Kommunikation im Mobilfunknetz nimmt die Verbin-

dungseinheit drahtlos Kontakt zu dem Mobilfunk-Endgerät auf und weist dieses an, sinusförmige Signale auszusenden. Während der Aussendung dieser Signale misst die Verbindungseinheit nacheinander den Koppelungsgrad der einzelnen Antennen der Kopplungsstruktur und speichert diesen in einem Zwischenspeicher, um am Ende die Antenne mit dem besten Koppelungsgrad mit der externen Antenne zu verbinden. Nachdem die Verbindung hergestellt wurde, wird die Kommunikation im Mobilfunknetz aufgenommen.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben jedoch erkannt, dass ein solches Vorgehen nicht immer eine optimale Ankoppelung des Mobilfunk-Endgerätes an die externe Antenne garantiert. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein verbessertes System zur drahtlosen Ankoppelung eines Mobilfunk-Endgerätes an mindestens eine externe Antennenstruktur zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Systeme gemäß Anspruch 1 und Anspruch 2 gelöst.

Gemäß einem ersten Aspekt umfasst die vorliegende Erfindung ein System zur drahtlosen Ankoppelung eines Mobilfunk-Endgerätes an eine externe Antennenstruktur mit mindestens einer ersten externen Antenne, insbesondere zur Ankoppelung an eine externe Fahrzeugantennenstruktur. Das System umfasst dabei eine Koppelstruktur zum drahtlosen Ankoppeln an eine Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes, wobei die Koppelstruktur mindestens zwei Anschlüsse aufweist. Insbesondere dient die Koppelstruktur dabei der drahtlosen Ankoppelung an eine Mobilfunkantennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes und/oder handelt es sich bei der externen Antennenstruktur um eine Mobilfunkantennenstruktur. Weiterhin umfasst das System eine Verbindungseinheit, welche die erste externe Antenne in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit einem der mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur verbindet. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass die Verbindungseinheit die Kopplungsgüte zwischen der Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes und den mindestens zwei Anschlüssen der Koppelstruktur während des

normalen Kommunikationsbetriebes des Mobilfunk-Endgerätes und / oder kontinuierlich und / oder für beide Anschlüsse gleichzeitig bewertet.

Die vorliegende Erfindung berücksichtigt dabei, dass die Antennenstruktur eines modernen Mobilfunk-Endgerätes, und insbesondere eines Smartphones, üblicherweise mehrere Antennen umfasst. Diese sind beispielsweise an unterschiedlichen Positionen in der Nähe des Rahmens des Mobilfunk-Endgerätes angeordnet. Für die unterstützten Mobilfunkdienste wie beispielsweise GSM, UMTS und / oder LTE können dabei jeweils unterschiedliche, räumlich getrennte Antennen vorhanden sein. Je nachdem, in welchem Mobilfunkdienst das Mobilfunk-Endgerät arbeitet, können daher unterschiedliche Antennen zum Einsatz kommen. Weiterhin kann sich eine Frequenzabhängigkeit der Koppelung ergeben.

Die erfindungsgemäße Bewertung der Kopplungsgüte während des normalen Kommunikationsbetriebes des Mobilfunk-Endgerätes, d. h. während das Mobilfunk-Endgerät im Mobilfunknetz kommuniziert, erlaubt daher eine sehr viel realistischere Einschätzung der Kopplungsgüte als der aus dem Stand der Technik bekannte Testmodus vor Aufnahme der Kommunikation. Zudem hat die Bewertung der Kopplungsgüte während des normalen Kommunikationsbetriebes des Mobilfunk-Endgerätes den großen Vorteil, dass das Mobilfunk-Endgerät nicht extra angewiesen werden muss, Testsignale auszusenden. Daher kann die erfindungsgemäße Verbindungseinheit ohne jede Art der Kommunikation mit dem Mobilfunk-Endgerät auskommen, und daher erheblich einfacher aufgebaut sein.

Die erfindungsgemäße kontinuierliche Bewertung der Kopplungsgüte hat den Vorteil, dass Änderungen der Kopplungsgüte, welche sich beispielsweise durch den Betrieb in einem anderen Mobilfunkdienst oder mit einer anderen Frequenz, oder aber auch schlicht durch ein Verschieben des Mobilfunk-Endgerätes relativ zur Koppelstruktur ergeben, erkannt und berücksichtigt werden.

Eine kontinuierliche Bewertung der Kopplungsgüte gemäß der vorliegenden Erfindung kann dabei beispielsweise dadurch verwirklicht werden, dass die Kopplungs-

güte an einer Vielzahl von aufeinander folgenden Zeitpunkten oder in einer Vielzahl von aufeinanderfolgenden Zeitspannen bewertet wird. Die kontinuierliche Bewertung muss daher nicht ständig erfolgen, sondern kann auch punktuell oder mit Unterbrechungen erfolgen.

In einer möglichen Ausführungsform kann daher vorgesehen sein, dass eine Bewertung der Kopplungsgüte nur erfolgt, wenn die anliegenden Signale vorgegebene Bedingungen erfüllen und insbesondere wenn mindestens ein anliegender Signalpegel eine Mindestsignalpegelschwelle überschreitet.

In einer alternativen Ausführungsform erfolgt die kontinuierliche Bewertung jedoch in Form einer zumindest über gewisse Zeiträume durchgehenden Bewertung, weiter bevorzugt über den gesamten Betrieb durchgehend.

Durch die erfindungsgemäße gleichzeitige Bewertung beider Anschlüsse ist sichergestellt, dass die Kopplungsgüte für beide Anschlüsse unter den gleichen externen Bedingungen erfolgt, sodass beispielsweise Schwankungen in der Signalstärke, welche auf dem Mobilfunkprotokoll oder externen Einflüssen beruhen, nicht fälschlicherweise als sich ändernde Kopplungsverhältnisse interpretiert werden.

Jedes der drei soeben diskutierten Elemente des erfindungsgemäßen ersten Aspektes, d.h. dass die Kopplungsgüte erstens während des normalen Kommunikationsbetriebes des Mobilfunk-Endgerätes und / oder zweitens kontinuierlich und / oder drittens für beide Anschlüsse gleichzeitig bewertet wird, kann dabei jeweils für sich genommen und ohne die beiden anderen Elemente erfindungsgemäß zum Einsatz kommen. Besonders bevorzugt erfolgt jedoch eine kombinierte Anwendung mindestens zweier dieser Elemente, weiterhin bevorzugt eine gemeinsame Verwirklichung aller drei Elemente.

In einem zweiten Aspekt umfasst die vorliegende Erfindung ein System zur drahtlosen Ankoppelung eines Mobilfunk-Endgerätes an eine externe Antennenstruktur mit mindestens einer ersten externen Antenne, insbesondere an eine externe Fahr-

zeugantennenstruktur. Das System weist dabei eine Koppelstruktur zum drahtlosen Ankoppeln an eine Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes auf, wobei die Koppelstruktur mindestens zwei Anschlüsse aufweist. Insbesondere dient die Koppelstruktur dabei der drahtlosen Ankoppelung an eine Mobilfunkantennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes und/oder handelt es sich bei der externen Antennenstruktur um eine Mobilfunkantennenstruktur. Das System umfasst weiterhin eine Verbindungseinheit, welche die Koppelstruktur mit der externen Antennenstruktur verbindet. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass die mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur durch die Verbindungseinheit mit der ersten und mindestens einer zweiten externen Antenne der externen Antennenstruktur verbindbar ist.

Der zweite Aspekt der vorliegenden Erfindung berücksichtigt dabei, dass externe Antennenstrukturen wie beispielsweise Fahrzeugantennenstrukturen ebenfalls zwei separate Antennen aufweisen können, und dass auch die Antennenstruktur moderner Mobilfunk-Endgeräte üblicherweise mehrere Antennen aufweist. Der zweite Aspekt der vorliegenden Erfindung erlaubt es nun, die beiden Anschlüsse der Koppelstruktur mit einer solchen ersten und zweiten externen Antenne einer externen Antennenstruktur zu verbinden. Die Antennen können hierdurch gleichzeitig für die Kommunikation im Mobilfunknetz eingesetzt werden, beispielsweise um MIMO-Funktionalitäten zur Verfügung zu stellen.

Bevorzugt sind die mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur dabei über die Verbindungseinheit getrennt voneinander mit der ersten und der zweiten externen Antenne der externen Antennenstruktur verbindbar. Insbesondere kann es sich dabei bei der ersten und der zweiten externen Antenne um eine primäre und eine sekundäre Antenne der externen Antennenstruktur und insbesondere der externen Fahrzeugantennenstruktur handeln. Die separate Verbindung jeweils eines Anschlusses der Koppelstruktur mit jeweils einer externen Antenne ermöglicht damit eine MIMO-Funktionalität. Insbesondere kann hierbei die erste externe Antenne über einen der Anschlüsse mit einer ersten Antenne des Mobilfunk-Endgerätes ge-

koppelt werden, und die zweite externe Antenne über den zweiten Anschluss der Koppelstruktur mit einer zweiten Antenne des Mobilfunk-Endgerätes.

Der erste und der zweite Aspekt der vorliegenden Erfindung sind dabei unabhängig voneinander einsetzbar und werden unabhängig voneinander beansprucht.

Insbesondere kann dabei der erste Aspekt vollkommen unabhängig von dem Einsatz des zweiten Aspektes eingesetzt werden, insbesondere dann, wenn ohnehin nur eine erste externe Antenne vorhanden ist. Weiterhin kann selbst beim Vorhandensein von zwei externen Antennen das Verbindungselement so ausgestaltet sein, dass jeweils nur eine dieser Antennen mit einem der Anschlüsse der Koppelstruktur in Verbindung steht.

In gleicher Weise kann der zweite Aspekt auch ohne jede Bewertung der Kopplungsgüte eingesetzt werden, oder mit einer Bewertung der Kopplungsgüte, welche jedoch nicht notwendig gemäß dem ersten Aspekt erfolgt.

Insbesondere kann die Verbindungseinheit gemäß dem zweiten Aspekt in einer besonders einfachen, jedoch erfindungsgemäßen Ausgestaltung schlicht eine feste Verbindung zwischen einem ersten Anschluss der Koppelstruktur und der ersten externen Antenne und eine feste Verbindung zwischen einem zweiten Anschluss der Koppelstruktur und der zweiten externen Antenne zur Verfügung stellen und daher bspw. als zwei separate Verbindungsleitungen ausgestaltet sein.

Bevorzugt bewertet jedoch die Verbindungseinheit gemäß dem zweiten Aspekt die Kopplungsgüte der Anschlüsse, und verbindet die erste und die zweite externe Antenne in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit dem ersten und dem zweiten Anschluss der Koppelstruktur. Wie bereits dargelegt, muss die Bewertung der Kopplungsgüte jedoch nicht notwendig gemäß dem ersten Aspekt erfolgen. Besonders bevorzugt erfolgt die Bewertung der Kopplungsgüte jedoch gemäß dem ersten Aspekt, d. h. während des normalen Kommunikationsbetriebes des Mobilfunk-Endgerätes und / oder kontinuierlich und / oder für beide Anschlüsse gleichzeitig.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung, welche sowohl bei einem System gemäß dem ersten erfindungsgemäßen Aspekt, als auch gemäß dem zweiten erfindungsgemäßen Aspekt zum Einsatz kommen können, werden im Folgenden näher beschrieben:

Die vorliegende Erfindung ist mit beliebigen externen Antennenstrukturen einsetzbar. Weist die externe Antennenstruktur eine erste und eine zweite externe Antenne auf, so können diese sowohl innerhalb einer Baueinheit angeordnet sein, bspw. in einer Dachantenne, als auch räumlich getrennt in zwei Baueinheiten angeordnet sein, bspw. eine der Antennen in einer Dachantenne und die andere in einem Außenspiegel. Bei der externen Antennenstruktur kann es sich daher auch um eine verteilte Antennenstruktur handeln.

Die vorliegende Erfindung ist weiterhin mit beliebigen Mobilfunk-Endgeräten einsetzbar. Insbesondere kann es sich bei den Mobilfunk-Endgeräten dabei um tragbare Mobilfunk-Endgeräte und insbesondere um Mobiltelefone wie bspw. Smartphones handeln.

Bei der erfindungsgemäßen Koppelstruktur mit mindestens zwei Anschlüssen sind verschiedenste Ausgestaltungen möglich. Insbesondere kann es sich dabei um eine zusammenhängende Koppelstruktur handeln, welche jedoch zwei räumlich getrennte Anschlüsse aufweist. Bereits die Einleitung bzw. Auskoppelung der Signale an unterschiedlichen Positionen der Koppelstruktur kann dabei für erheblich unterschiedliche Kopplungsgüten bei der Ankoppelung an die Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes sorgen. In anderen möglichen Ausgestaltungen weist die Koppelstruktur dagegen separate und/oder räumlich getrennte Koppelemente auf, welche jeweils mindestens einen Anschluss aufweisen.

Bei der konkreten Ausgestaltung der Koppelstruktur sind ebenfalls viele mögliche Ausgestaltungen denkbar. So können beispielsweise Leitungsstrukturen eingesetzt werden, welche sowohl nicht-resonant als auch resonant ausgeführt sein können.

Zum Beispiel kann es sich um Mikrostreifenleitungen handeln. Diese können im Innenbereich der Koppelfläche und / oder am Rand der Koppelfläche angeordnet sein. Ebenfalls sind ausgedehnte Koppelstrukturen in der Ebene wie beispielsweise ein Flächendipol oder ein Schlitzstrahler denkbar. Auch dreidimensionale Strukturen wie PIFA oder Patch-Antennen sind möglich. Die Elemente der Koppelstruktur, welche mit den Anschlüssen verbunden sind, können dabei räumlich getrennt oder zusammenhängend sein.

Bevorzugt ist die erfindungsgemäße Verbindungseinheit so ausgestaltet, dass sie die Kopplungsgüte der mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur bewertet und den Anschluss der Koppelstruktur mit der besseren Kopplungsgüte mit der ersten externen Antenne verbindet. Ist dabei eine primäre und eine sekundäre externe Antenne vorgesehen, so verbindet die Verbindungseinheit den Anschluss der Koppelstruktur mit der besseren Kopplungsgüte bevorzugt mit der primären externen Antenne. Weist die Koppelstruktur dabei mehr als zwei Anschlüsse auf, wird bevorzugt der Anschluss mit der besten Kopplungsgüte mit der ersten externen Antenne verbunden.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Verbindungseinheit mindestens einen Anschluss mit einer schlechteren Kopplungsgüte mit einer Impedanz und / oder mit der zweiten externen Antenne verbindet. Die Verbindung eines Anschlusses der Koppelstruktur mit einer Impedanz erlaubt es, die Kopplungsgüte des entsprechenden Anschlusses weiterhin zu bewerten. Bevorzugt hat die Impedanz dabei den gleichen Wert wie die Impedanz der ersten externen Antenne, und beträgt insbesondere zwischen 20 Ohm und 70 Ohm, bevorzugt zwischen 30 und 60 Ohm. Die Verbindung mit einer zweiten externen Antenne erlaubt eine verbesserte Mobilfunkverbindung für das Mobilfunk-Endgerät und MIMO-Funktionalitäten. Weiterhin erlaubt sie ebenfalls die weitere Bewertung der Kopplungsgüte. Die Impedanz ist bevorzugt ein Bestandteil der Verbindungseinheit.

Ist dabei nur eine erste externe Antenne vorhanden, werden bevorzugt alle Anschlüsse der Antennenstruktur bis auf den Anschluss mit der besten Kopplungsgüte mit einer Impedanz verbunden.

Ist eine zweite externe Antenne vorhanden, und weist die Koppelstruktur mehr als zwei Anschlüsse auf, so wird die zweite externe Antenne bevorzugt mit dem Anschluss der Koppelstruktur mit der zweitbesten Kopplungsgüte verbunden, oder mit einem Anschluss, welcher in Bezug auf den Anschluss der Koppelstruktur, der mit der ersten externen Antenne verbunden wurde, ein MIMO-Kriterium erfüllt und insbesondere die beste MIMO-Funktionalität zur Verfügung stellt. Denn aus technischer Sicht muss der Anschluss mit der zweitbesten Kopplungsgüte nicht die beste Performance für einen MIMO-Betrieb liefern. Denkbar ist daher eine vorgegebene Zuordnung des Anschlusses der Koppelstruktur zur zweiten externen Antenne in Abhängigkeit vom Anschluss mit der besten Kopplungsgüte, welcher mit der ersten externen Antenne verbunden wird. Dies könnte z.B. stets der Anschluss mit der größten räumlichen Distanz (bezogen auf den jeweils zugehörigen Koppelbereich) zum Anschluss mit der besten Kopplungsgüte sein. Diese feste Zuordnung könnte in Form von Logikschaltungen oder einer Look-up-Table realisiert werden.

Die Verbindungseinheit des erfindungsgemäßen Systems weist in der bevorzugten Ausführungsform eine Bewertungseinheit auf, welche die Kopplungsgüter des ersten und des zweiten Anschlusses der Koppelstruktur an die Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes bewertet und eine Schalteinheit ansteuert, welche die erste externe Antenne in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit einem der mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur verbindet. Wie oben dargestellt verbindet die Schalteinheit bevorzugt den Anschluss der Koppelstruktur mit der besseren Kopplungsgüte mit der ersten externen Antenne. Ist eine zweite externe Antenne vorgesehen, so verbindet die Schalteinheit bevorzugt einen Anschluss mit einer schlechteren Kopplungsgüte mit der zweiten externen Antenne. Ist keine zweite externe Antenne vorgesehen, verbindet die Schalteinheit einen Anschluss mit einer schlechteren Kopplungsgüte bevorzugt mit einer Impedanz.

Die Verbindungseinheit kann für jeden der Signalpfade der mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur ein Auskoppellement umfassen, mit welchem ein Signal aus dem jeweiligen Signalpfad ausgekoppelt und der Bewertungseinheit zugeführt wird. Bei dem Auskoppellement kann es sich beispielsweise um einen Richtkoppler oder einen Widerstandskoppler handeln. Die Koppeldämpfung kann dabei bevorzugt in einem Bereich zwischen 10 dB und 20 dB liegen, beispielsweise bei 15 dB. Die Signalpfade der mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur verlaufen dabei bevorzugt von einem Anschluss der Verbindungseinheit zur Schalteinheit, wobei die Auskoppellemente bevorzugt im Signalpfad zwischen dem Anschluss der Verbindungseinheit und der Schalteinheit angeordnet sind.

Bevorzugt weist die Bewertungseinheit mindestens zwei Eingänge auf, welche über die Auskoppellemente mit den Signalpfaden in Verbindung stehen. Bevorzugt steht die Bewertungseinheit damit ständig mit den Signalpfaden in Verbindung. Auch wenn die Koppelstruktur mehr als zwei Anschlüsse aufweist, kann die Verbindungseinheit für jeden Anschluss einen separaten Signalpfad umfassen, und/oder die Bewertungseinheit für jeden der Anschlüsse einen separaten Eingang aufweisen, welcher bevorzugt über ein Auskoppellement mit dem jeweiligen Signalpfad in Verbindung steht.

Erfindungsgemäß kann die Bewertungseinheit einen Komparator und / oder eine Vergleichslogik umfassen. Der Komparator kann dabei insbesondere die Kopplungsgüte der einzelnen Anschlüsse vergleichen und in Abhängigkeit davon, welcher der Anschlüsse die bessere Kopplungsgüte aufweist, ein entsprechendes Schaltsignal an die Schalteinheit abgeben.

Eine Vergleichslogik kann durch einen Mikroprozessor implementiert werden. Die Vergleichslogik umfasst bevorzugt mindestens einen Analog-Digital-Wandler, welcher die Signalpegel in den Signalpfaden abtastet. Bevorzugt weist die Vergleichslogik hierfür mindestens zwei Eingänge auf, welche mit den Ausgängen der Pegeldetektoren in Verbindung stehen.

In einer möglichen Ausführungsform kann die Vergleichslogik für jeden Eingang bzw. Signalpfad einen eigenen Analog-Digital-Wandler umfassen. In einer alternativen Ausführungsform umfasst die Vergleichslogik einen Analog-Digital-Wandler, welcher mehreren Eingängen bzw. Signalpfaden zugeordnet ist, und die dort anliegenden Signale abwechselnd abtastet. Die abwechselnde Abtastung erfolgt jedoch bevorzugt in so schnellem Wechsel, dass die Bewertung der Kopplungsgüte der jeweiligen Signalpfade dennoch gleichzeitig im Sinne der vorliegenden Erfindung erfolgt, d. h. mit einem im Vergleich zum Zeitverhalten externer Störeinflüsse zu vernachlässigendem Zeitversatz.

Die Bewertung der Kopplungsgüte erfolgt bevorzugt auf Grundlage einer Mittelwertbildung über mehrere Samples. Wird ein Analog-Digital-Wandler eingesetzt, welcher mehreren Eingängen bzw. Signalpfaden zugeordnet ist, so erfolgt die Abtastung bevorzugt so, dass in die Mittelwertbildung zu einem ersten Eingang bzw. Signalpfad jeweils eine Mehrzahl von Samples eingeht, welche intermittierend zu Samples aufgenommen wurden, welche in die Mittelwertbildung zu einem zweiten Eingang bzw. Signalpfad eingehenden.

Wird eine Vergleichslogik eingesetzt, können auch komplexere Schaltvorgänge realisiert werden, wie beispielsweise eine Zweipunktschaltung, welche ein zu häufiges Umschalten verhindert. Insbesondere kann eine Umschaltung erst dann erfolgen, wenn der Unterschied in der Kopplungsgüte einen Mindestwert überschreitet.

Bevorzugt erfolgt die erfindungsgemäße Bewertung der Kopplungsgüte anhand des Signalpegels der jeweiligen Signale. Eine solche Bewertung anhand des Signalpegels erlaubt eine besonders einfache Ausgestaltung der Bewertungseinheit, da keine detaillierte Auswertung Kommunikationssignale erfolgen muss. Bevorzugt weist die Bewertungseinheit dabei für jeden Signalpfad einen Pegeldetektor auf. Bevorzugt werden dabei die Signale der Pegeldetektoren dem Komparator und / oder der Vergleichslogik zugeführt und dort miteinander verglichen.

In einer möglichen Ausführungsform weist die Bewertungseinheit eine Interrupt-Steuerung auf, durch welche eine Bewertung der Kopplungsgüte erst bei einem

Überschreiten einer Mindestpegelschwelle erfolgt. Eine solche Interrupt-Steuerung wird bevorzugt dann eingesetzt, wenn die Bewertung der Kopplungsgüte digital durch einen Mikroprozessor erfolgt. Durch die Interrupt-Steuerung kann die Rechenbeaufschlagung des Mikroprozessors verringert werden.

Insbesondere kann der Signalpegel für mindestens eines der Signale mit der Mindestpegelschwelle verglichen werden, wobei die Interrupt-Steuerung erst dann einen Bewertungsvorgang auslöst, wenn die Mindestpegelschwelle überschritten wird. Bevorzugt werden die Signalpegel für jeden Signalpfad Signale mit der Mindestpegelschwelle verglichen, wobei die Interrupt-Steuerung einen Bewertungsvorgang auslöst, wenn die Mindestpegelschwelle bei mindestens einem Signalpfad überschritten wird. Insbesondere kann für jeden Signalpfad ein Komparator vorgesehen sein, welcher die Interrupt-Steuerung ansteuert.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Mindestpegelschwelle einstellbar.

Weiterhin kann die Verbindungseinheit und insbesondere die Bewertungseinheit so ausgestaltet sein, dass die Bewertung der Kopplungsgüte anhand eines Sendesignals des Mobilfunk-Endgerätes erfolgt.

Die vorliegende Erfindung berücksichtigt dabei, dass moderne Mobilfunk-Endgeräte beispielsweise für den LTE-Standard eine primäre und eine sekundäre Antenne aufweisen, wobei die primäre Antenne sowohl für das Senden und das Empfangen eingesetzt wird, während die sekundäre Antenne lediglich dem Empfang dient. Die Koppelung der primären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes an die erste externe Antenne ist daher für den Betrieb des Mobilfunk-Endgerätes von erheblich größerer Bedeutung als die Koppelung der sekundären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes. Dadurch, dass erfindungsgemäß die Bewertung der Kopplungsgüte anhand des Sendesignals des Mobilfunk-Endgerätes erfolgt, wird sichergestellt, dass der Anschluss der Kopplungsstruktur, welcher die beste Kopplung zur primären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes aufweist, mit der ersten externen Antenne verbunden wird.

Dies hat zum einen beim Betrieb mit nur einer ersten externen Antenne (SISO) Vorteile, da in diesem Fall sichergestellt wird, dass die primäre Antenne des Mobilfunk-Endgerätes mit der einzigen externen Antenne mit einer hohen Kopplungsgüte in Verbindung steht. Dieses Vorgehen hat aber auch beim Betrieb mit nur einer ersten und zweiten externen Antenne (MIMO) Vorteile, da in diesem Fall sichergestellt wird, dass die primäre Antenne des Mobilfunk-Endgerätes mit der primären externen Antenne mit einer hohen Kopplungsgüte in Verbindung steht, wobei gleichzeitig auch eine Verbindung zwischen der sekundären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes und der sekundären externen Antenne bereitgestellt wird.

Weiterhin kann die Verbindungseinheit so ausgestaltet sein, dass die Bewertung der Kopplungsgüte anhand des Mobilfunk-Sendesignals des Mobilfunk-Endgerätes erfolgt. Insbesondere können dabei andere Sendesignale des Mobilfunk-Endgerätes für andere Kommunikationsdienste wie beispielsweise für einen WLAN- und/oder Bluetooth-Dienst bei der Bewertung der Kopplungsgüte unberücksichtigt bleiben.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung bleiben für die Bewertung der Kopplungsgüte bestimmte Frequenzbereiche unberücksichtigt.

Bevorzugt bleibt dabei insbesondere ein WLAN- und/oder Bluetooth-Frequenzbereich unberücksichtigt. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben dabei erkannt, dass die relativ starken WLAN- und/oder Bluetooth-Sendesignale des Mobilfunk-Endgerätes die Bewertung der Kopplungsgüte der Mobilfunk-Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes zur Koppelungsstruktur stören können, und daher bei der Bewertung nicht berücksichtigt werden sollten.

In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung könnte ein Empfangsfrequenzbereich des Mobilfunksignals unberücksichtigt bleiben. Hierdurch würde sichergestellt, dass tatsächlich nur die Sendesignale des Mobilfunk-Endgerätes bei der Bewertung berücksichtigt werden. Da die Empfangssignale jedoch üblicher-

weise ohnehin deutlich schwächer sind als die Sendesignale des Mobilfunk-Endgerätes, ist eine solche Ausfilterung der Empfangsfrequenzbereiche nicht für jede Anwendung notwendig.

Bevorzugt werden die entsprechenden Frequenzbereiche dabei aus dem Signal ausgefiltert. Bevorzugt ist mindestens ein entsprechender Filter zum Ausfiltern mindestens eines bestimmten Frequenzbereiches vorgesehen. Insbesondere kann es sich dabei um einen WLAN- und/oder Bluetooth-Filter handeln. Bevorzugt ist dabei jedem Eingang der Bewertungseinheit und/oder jedem Signalpfad ein Filter zugeordnet. Insbesondere kann dabei im Signalpad vor dem Auskoppellement oder zwischen dem Auskoppellement und dem Pegeldetektor ein entsprechender Filter vorgesehen sein. Bevorzugt handelt es sich dabei um einen Notch-Filter.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt die Umschaltentscheidung durch die Verbindungseinheit anhand einer über ein bestimmtes Zeitintervall bestimmten Kopplungsgüte. Durch die Größe dieses Zeitintervalls kann das dynamische Verhalten der Verbindungseinheit vorgegeben werden. Wird erfindungsgemäß ein Pegeldetektor eingesetzt, kann das Zeitintervall dabei schlicht über die Geschwindigkeit der Pegeldetektoren vorgegeben werden.

Dadurch, dass die Umschaltentscheidung anhand einer Bestimmung der Kopplungsgüte über ein Zeitintervall erfolgt, wird sichergestellt, dass Vorgänge, welche zeitlich schneller ablaufen, keine Umschaltentscheidung auslösen. Bevorzugt wird das Zeitintervall dabei so gewählt, dass Änderungen im Signalpegel, welche nicht auf die Kopplungsgüte, sondern auf die Details des Kommunikationsprotokolls zurückgehen, unberücksichtigt bleiben.

Bevorzugt erfolgt dabei über das Zeitintervall eine Mittel- und / oder Maximalwertbildung. Eine solche Mittel- und / oder Maximalwertbildung bspw. durch die analoge Ausgestaltung des eingesetzten Pegeldetektors verwirklicht werden. Insbesondere kann dabei eine Integration über eine gewisse Zeitkonstante erfolgen. Eine Mittel- und / oder Maximalwertbildung wäre jedoch auch digital implementierbar.

Bevorzugt erfolgt die Umschaltentscheidung dabei auf Grundlage einer über ein Zeitintervall zwischen 1 ms und 500 ms erfolgten Bewertung der Kopplungsgüte. Bevorzugt beträgt das Zeitintervall zwischen 15 ms und 100 ms. Hierdurch kann insbesondere verhindert werden, dass Änderungen im Signalpegel aufgrund des Kommunikationsprotokolls ungewollt zu Umschaltentscheidungen führen. Umgekehrt reagiert die Verbindungseinheit immer noch sehr schnell auf tatsächliche Änderungen in der Kopplungsgüte.

Bevorzugt ist das Zeitintervall dabei so gewählt, dass es im Falle eines Zeitmultiplexverfahrens sowohl Sende- als auch Empfangssignale des Mobilfunksignals umfasst. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass die üblicherweise deutlich stärkeren Sendesignale das Umschaltverhalten der Verbindungseinheit bestimmen, und die Empfangssignale hierauf keinen Einfluss haben. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Bewertung der Kopplungsgüte anhand des Sendesignals des Mobilfunk-Endgerätes erfolgt.

Bevorzugt bewertet die Verbindungseinheit die Kopplungsgüte dabei über mehrere Bursts und / oder Subframes und / oder Frames des Mobilfunk-Signals. Beispielsweise kann die Steuerung das Signal hierfür über mehrere Bursts und / oder Subframes und / oder Frames integrieren.

Das erfindungsgemäße System kann weiterhin einen Kompensator umfassen, welcher zwischen der Verbindungseinheit und der ersten und / oder zweiten externen Antenne im Signalpfad angeordnet ist. Der Kompensator wird eingesetzt, um Kopplungsverluste und Verluste in den Signalleitungen zwischen der Koppelstruktur und der externen Antenne auszugleichen.

Ist eine erste und eine zweite externe Antenne vorgesehen, so weist der Kompensator bevorzugt einen ersten und einen zweiten Signalpfad auf. Bevorzugt erfolgt die Signalverarbeitung und/oder Kompensation dabei im ersten und im zweiten Signalpfad getrennt. Bevorzugt erfolgt dabei eine Sendeverstärkung für den

Up_Link-Pfad vom Mobilfunk-Endgerät zur externen Antenne nur in einem Signalpfad, und insbesondere in dem Signalpfad, welcher von der Verbindungseinheit mit der primären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes verbunden wird.

Das erfindungsgemäße System kann weiterhin eine Auflage und / oder Aufnahme für das Mobilfunk-Endgerät umfassen, wobei die Koppelstruktur im Bereich der Auflage und / oder Aufnahme angeordnet ist. Die Auflage und / oder Aufnahme kann weitere Koppelstrukturen und / oder Funktionselemente umfassen, beispielsweise Funktionselemente für Wireless Power Charging (WPC) oder Near Field Communication (NFC). Diese Funktionselemente können dabei Einfluss auf die Kopplungsgüte der einzelnen Anschlüsse der erfindungsgemäßen Koppelstruktur aufweisen. Durch die vorliegende Erfindung können solche Einflüsse jedoch berücksichtigt und ausgeglichen werden, da immer der Anschluss mit der aktuell besten Kopplungsgüte mit der ersten externen Antenne verbunden wird.

Bevorzugt ist die Auflage und / oder Aufnahme dabei so ausgestaltet, dass das Mobilfunk-Endgerät zumindest innerhalb eines bestimmten Bereiches frei platziert werden kann. Hierdurch ergibt sich für den Benutzer eine besonders einfache Bedienung, da das Mobilfunk-Endgerät einfach nur in einer beliebigen Position auf die Auflage oder in die Aufnahme gelegt werden muss. Insbesondere muss dabei auch keine Anpassung der Auflage und / oder Aufnahme an unterschiedliche Mobilfunk-Endgerätypen erfolgen. Hierdurch ergibt sich zwar je nach Position und Typ des Mobilfunk-Endgerätes eine unterschiedliche Anordnung der Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes an die Koppelstruktur. Durch die erfindungsgemäße Bewertung der Kopplungsgüte wird jedoch auch hier sichergestellt, dass eine gute Ankoppelung der Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes an die Koppelstruktur und damit an die externe Antenne erfolgt.

Bevorzugt weist die Auflage und/oder Aufnahme eine rutschhemmende Oberfläche auf, um ein Verrutschen des Mobilfunk-Endgerätes zu verhindern. Durch die vorliegende Erfindung können aber auch Relativbewegungen des Mobilfunk-Endgerätes zur Koppelstruktur ausgeglichen werden.

Die Verbindungseinheit gemäß der vorliegenden Erfindung kann mit der Kopplungsstruktur eine Baueinheit bilden. Insbesondere kann diese Baueinheit dabei mit der Auflage und/oder Aufnahme verbindbar sein, insbesondere an oder in ein entsprechendes Gehäuse montierbar.

Neben den erfindungsgemäßen Systemen umfasst die vorliegende Erfindung weiterhin entsprechende Verbindungseinheiten für solche Systeme. Insbesondere sind die Verbindungseinheiten dabei so ausgestaltet, wie dies bereits oben im Hinblick auf das erfindungsgemäße System näher dargestellt wurde.

Gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Verbindungseinheit dabei so ausgestaltet, dass sie eine erste externe Antenne in Abhängigkeit von einer Kopplungsgüte mit einem von mindestens zwei Anschlüssen einer Koppelstruktur verbindet. Die Verbindungseinheit bewertet die Kopplungsgüte zwischen der Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes und den mindestens zwei Anschlüssen der Koppelstruktur dabei während des normalen Kommunikationsbetriebes des Mobilfunk-Endgerätes und / oder kontinuierlich und / oder für beide Anschlüsse gleichzeitig.

Eine Verbindungseinheit gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist so ausgestaltet, dass sie eine Koppelstruktur mit mindestens zwei Anschlüssen mit einer externen Antennenstruktur verbindet. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass die mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur durch die Verbindungseinheit mit mindestens einer ersten und einer zweiten externen Antenne der externen Antennenstruktur verbindbar sind. Bevorzugt sind die zwei Anschlüsse der Koppelstruktur dabei über die Verbindungseinheit getrennt voneinander mit der ersten und der zweiten externen Antenne der externen Antennenstruktur verbindbar.

Bevorzugt sind die Verbindungseinheiten dabei so ausgestaltet, wie dies bereits oben im Hinblick auf die erfindungsgemäßen Systeme näher dargestellt wurde. Insbesondere weisen diese dabei bevorzugt eine Bewertungseinheit und eine

Schalteinheit auf. Weiterhin können die Verbindungseinheiten Auskoppellemente umfassen, welche den jeweiligen Signalpfaden zugeordnet sind. Weiterhin können Pegeldetektoren und / oder Filter vorgesehen sein, und / oder ein Komparator und / oder eine Vergleichslogik. Ist die Verbindungseinheit so ausgestaltet, dass sie mindestens einen Anschluss mit einer Impedanz verbindet, so bildet bevorzugt die Impedanz einen Teil der erfindungsgemäßen Verbindungseinheit.

Die erfindungsgemäße Verbindungseinheit weist bevorzugt mindestens einen ersten und einen zweiten Anschluss zur Verbindung mit den mindestens zwei Anschlüssen der Koppelstruktur auf. Bevorzugt weist die Verbindungseinheit weiterhin mindestens einen dritten Anschluss zur Verbindung mit einer ersten externen Antenne auf. In einem ersten Ausführungsbeispiel weist die Verbindungseinheit dabei nur einen solchen dritten Anschluss zur Verbindung mit einer ersten externen Antenne auf. In einem zweiten Ausführungsbeispiel weist die Verbindungseinheit dagegen mindestens einen dritten und einen vierten Anschluss zur Verbindung mit mindestens einer ersten externen Antenne und einer zweiten externen Antenne auf. Der erste und der zweite Anschluss der Verbindungseinheit kann insbesondere dann, wenn die Verbindungseinheit eine Baueinheit mit der Koppelstruktur bildet, bspw. durch eine Lötverbindung bereitgestellt werden. Der dritte und/oder vierte Anschluss an die erste und/oder zweite Antenne ist dagegen bevorzugt als Steckverbindung, insbesondere als eine entsprechende Buchse, ausgestaltet.

In einer möglichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Verbindungseinheit eine separate Baueinheit bilden. Insbesondere kann diese an beliebiger Stelle zwischen der Koppelstruktur und der externen Antenne angeordnet werden. Bevorzugt bildet die Verbindungseinheit jedoch eine Baueinheit mit der Koppelstruktur und/oder ist in die Auflage und / oder Aufnahme für das Mobilfunk-Endgerät zusammen mit der Koppelstruktur integriert. Hierdurch werden die Signalwege zwischen der Koppelstruktur und der Verbindungseinheit kurz gehalten. Der möglicherweise vorhandene Kompensator bildet entweder ein zur Verbindungseinheit separates Bauteil, oder ist ebenfalls in die Baueinheit integriert.

Auch unabhängig von den oben beschriebenen Systemen und Verbindungseinheiten umfasst die vorliegende Erfindung weiterhin ein Verfahren zum Ankoppeln einer Antennenstruktur eines Mobilfunk-Endgerätes an mindestens eine externe Antenne. Dabei erfolgt die Ankoppelung der Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes drahtlos mittels einer Koppelstruktur, welche mindestens zwei Anschlüsse aufweist, wobei die erste externe Antenne in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit einem der mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur verbunden wird.

Gemäß einem ersten Aspekt ist dabei erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kopplungsgüte zwischen der Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes und den mindestens zwei Anschlüssen der Koppelstruktur während des normalen Kommunikationsbetriebes des Mobilfunk-Endgerätes und / oder kontinuierlich und / oder für beide Anschlüsse gleichzeitig bewertet wird.

Gemäß einem zweiten Aspekt ist vorgesehen, dass die mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur mit mindestens einer ersten externen Antenne und einer zweiten externen Antenne der externen Antennenstruktur verbunden werden.

Die erfindungsgemäßen Verfahren haben dabei die gleichen Vorteile, welche bereits oben im Hinblick auf das erfindungsgemäße System näher dargestellt wurden.

Bevorzugt erfolgen die Verfahren dabei so, wie dies bereits oben näher beschrieben wurde. Weiterhin bevorzugt erfolgen die erfindungsgemäßen Verfahren unter Verwendung der oben beschriebenen Systeme und / oder Verbindungseinheiten.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels sowie Zeichnungen näher dargestellt.

Dabei zeigen:

Fig. 1: eine Prinzipdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Systems,

- Fig. 2: eine Prinzipdarstellung eines Mobilfunk-Endgerätes, welches über ein erfindungsgemäßes System ankoppelbar ist,
- Fig. 3: ein Diagramm der Kopplungsgüte der beiden Anschlüsse der Kopplungsstruktur in Abhängigkeit von der Frequenz,
- Fig. 4: ein Prinzip-Schaltbild einer ersten Variante einer Verbindungseinheit in einem System gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 5: das in Fig. 4 gezeigte Ausführungsbeispiel mit beispielhaften Signalverläufen,
- Fig. 6: ein Prinzip-Schaltbild einer zweiten Variante einer Verbindungseinheit in einem System gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 7: ein Prinzip-Schaltbild einer dritten Variante einer Verbindungseinheit in einem System gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 8: eine Prinzipdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Systems,
- Fig. 9: ein Prinzip-Schaltbild einer ersten Variante einer Verbindungseinheit in einem System gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 10: ein Prinzip-Schaltbild einer zweiten Variante einer Verbindungseinheit in einem System gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und

Fig.11: ein Prinzip-Schaltbild einer dritten Variante einer Verbindungseinheit in einem System gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Systems zur drahtlosen Ankoppelung eines Mobilfunk-Endgerätes 10 an eine erste externe Mobilfunk-Antenne 50 gezeigt. Das System umfasst eine Koppelstruktur 25 zum drahtlosen Ankoppeln an eine in Fig. 1 nicht näher dargestellte Mobilfunk-Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes 10. Die Verbindung zwischen der Koppelstruktur 25 und der externen Mobilfunk-Antenne 50 erfolgt über eine Verbindungseinheit 30.

Die Koppelstruktur weist dabei einen ersten Anschluss 21 und einen zweiten Anschluss 22 auf, welche mit einem ersten Anschluss 31 und einem zweiten Anschluss 32 der Verbindungseinheit 30 in Verbindung stehen. Die Verbindungseinheit weist dabei einen dritten Anschluss 33 auf, welcher mit der externen Antenne 50 verbunden ist. Im Ausführungsbeispiel bilden die Koppelstruktur 25 und die Verbindungseinheit eine Baueinheit. Der Anschluss 33 für die externe Antenne 50 ist als Buchse zum Anschluss eines Antennenkabels ausgebildet.

Im Ausführungsbeispiel ist weiterhin ein Kompensator 40 zwischen dem Ausgang 33 der Verbindungseinheit 30 und der externen Antenne 50 vorgesehen. Der Kompensator ist jedoch lediglich optional.

Bei der externen Antenne 50 handelt es sich hier um eine externe Autoantenne. Solche externe Autoantennen sind beispielsweise im Bereich des Daches eines Kraftfahrzeugs angeordnet, und sorgen für einen verbesserten Mobilfunkempfang. Das erfindungsgemäße System mit der Koppelstruktur 25 und der Verbindungseinheit 30 sorgt dabei für eine drahtlose Ankoppelung der externen Antenne 50 an die interne Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes 10.

Die Koppelstruktur weist bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel zwei räumlich getrennte Koppellemente 23 und 24 auf, welche über den ersten und den zweiten Anschluss 21 und 22 mit der Verbindungseinheit 30 in Verbindung stehen. Alternativ könnte es sich jedoch auch um eine zusammenhängende Koppelstruktur mit zwei separaten, in unterschiedlichen räumlichen Positionen angeordneten Anschlüssen handeln. Für die Koppelstruktur sind verschiedenste Ausgestaltungen möglich. So können beispielsweise Leitungsstrukturen wie zum Beispiel Mikrostreifenleitungen eingesetzt werden. Die Leitungsstrukturen können dabei nicht-resonant oder resonant ausgeführt sein. Die Leitungsstrukturen können im Innenbereich der Koppelfläche und/oder am Rand der Koppelfläche angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich können ausgedehnte Antennenstrukturen in der Ebene eingesetzt werden, wie zum Beispiel ein Flächendipol oder ein Schlitzstrahler. Ebenso kommen dreidimensionale Strukturen wie beispielsweise PIFA und Patch-Antennen zum Einsatz kommen.

Die Antennenstruktur 25 ist dabei im Bereich einer Koppelfläche 20 angeordnet. Insbesondere kann die Antennenstruktur dabei im Bereich einer Aufnahme oder Ablage für das Mobilfunk-Endgerät 10 vorgesehen sein. Hierbei kann es sich beispielsweise schlicht um eine waagrechte Fläche oder eine Aufnahme im Bereich des Armaturenbrettes oder des Mitteltunnels im Innenraum des Kraftfahrzeuges handeln. Bevorzugt kann das Mobilfunk-Endgerät dabei im Bereich der Koppelfläche 20 in beliebigen Positionen auf der Auflage bzw. in die Ablage abgelegt werden. Weiterhin ist bevorzugt auch keine spezifische Ausgestaltung der Ablage oder Aufnahme für spezifische Mobilfunktypen vorgesehen. Diese Ausgestaltung bedeutet jedoch, dass die Positionierung des Mobilfunk-Endgerätes 10 auf der Koppelfläche 20 und damit relativ zur Koppelstruktur 25 sich je nach Mobilfunk-Endgerättyp und je nach konkreter Ablageposition unterschiedlich sein kann und sich beispielsweise durch ein Verrutschen oder Verschieben des Mobilfunk-Endgerätes auch während der Fahrt verändern kann.

In Fig. 2 ist dabei eine typische Anordnung von Mobilfunkantennen 11 bis 13 innerhalb eines Mobilfunk-Endgerätes 10 gezeigt. Die Mobilfunkantennen 11 bis 13 sind

dabei üblicherweise auf der Rückseite des Mobilfunk-Endgerätes in einem Randbereich bzw. in der Nähe des Rahmens angeordnet. Moderne Mobilfunk-Endgeräte, insbesondere moderne Smartphones, besitzen dabei üblicherweise mehrere Antennenstrukturen. Dabei können sowohl für jeweils unterschiedliche unterstützte Mobilfunkdienste wie GSM, UMTS und LTE unterschiedliche Antennen vorhanden sein. Weiterhin können auch für einen einzelnen Mobilfunkdienste mehrere Antennen vorgesehen sein. Bei dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel ist dabei eine primäre Antenne 12, welche sowohl für GSM, als auch für UMTS eingesetzt wird, vorgesehen. Weiterhin ist eine separate primäre Antenne 13 für LTE vorgesehen. Weiterhin ist eine sekundäre Antenne 11 für LTE vorgesehen, sodass die MIMO-Funktionalität von LTE unterstützt wird. Die primäre Antenne 13 für LTE wird dabei üblicherweise sowohl für das Senden (Up-Link), als auch für den Empfang (Down-Link) verwendet. Die sekundäre Antenne 11 wird dagegen nur für den Empfang benutzt (Down-Link). Die Positionierung der Antennen des Mobilfunk-Endgerätes relativ zu der Koppelstruktur beeinflusst daher die Kopplung der einzelnen Antennen an die Koppelstruktur.

Neben der Positionsabhängigkeit der Koppeldämpfung zwischen den beiden Anschlüssen der Koppelstruktur 25 und dem Mobilfunk-Endgerät zeigt sich eine Frequenzabhängigkeit. In Figur 3 ist dabei ein beispielhafter Verlauf der Koppeldämpfung K in Abhängigkeit von der Frequenz F für den ersten Anschluss 21 und den zweiten Anschluss 22 dargestellt. Die Frequenzabhängigkeit kann insbesondere dadurch bedingt sein, dass für unterschiedliche Mobilfunkdienste und damit unterschiedliche Mobilfunkfrequenzen unterschiedliche Antennen eingesetzt werden, welche demgemäß eine andere räumliche Platzierung zu den Koppelementen aufweisen. Wie in Fig. 3 ersichtlich, ist dabei die Koppeldämpfung in einem ersten, linken Bereich für den ersten Anschluss 21 niedriger, während sie für einen zweiten, rechten Bereich für den zweiten Anschluss 22 niedriger ist.

Je nach der relativen Position des Mobilfunk-Endgerätes zur Koppelstruktur und je nachdem, welche der Antennen des Mobilfunk-Endgerätes gerade in welchem Frequenzbereich genutzt werden, kann daher einmal der erste und einmal der zweite

Anschluss der Koppelstruktur eine bessere Kopplung zu der aktiven Antenne des Mobilfunk-Endgerätes aufweisen.

Die erfindungsgemäße Verbindungseinheit bewertet daher die Kopplungsgüte der Anschlüsse 21 und 22 der Koppelstruktur 25 mit der Antennenstruktur des Mobilfunk-Endgerätes 10, und verbindet in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte einen dieser beiden Anschlüsse mit der externen Antenne 50.

Gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung erfolgt dabei eine kontinuierliche Bewertung der Koppeldämpfung bzw. der Kopplungsgüte auf allen Anschlüssen durch Vergleich der jeweiligen Leistung des Sendesignals (Up-Link) des Mobilfunk-Endgerätes. Die Bewertung erfolgt damit während des normalen Mobilfunkkommunikationsbetriebes des Mobilfunk-Endgerätes, und zwar kontinuierlich und für alle Anschlüsse gleichzeitig. Die vorliegende Erfindung erlaubt damit eine dynamische Anpassung der Verbindung mit der externen Antenne an sich ändernde Kopplungsbedingungen zwischen dem Mobilfunk-Endgerät 10 und der Koppelstruktur 25.

In Fig. 4 ist dabei eine erste Variante eines möglichen Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße Verbindungseinheit mit einer solchen Funktionalität dargestellt.

Im unteren Bereich von Fig. 4 ist schematisch eine Kopplungsstruktur 20 mit zwei Anschlüssen 21 und 22 dargestellt, welche mit Anschlüssen 31 und 32 der Verbindungseinheit 30 in Verbindung stehen. Die nicht dargestellte externe Antenne 50 kann mit dem dritten Anschluss 33 der Verbindungseinheit 30 verbunden werden. Der erste Eingang 31 und der zweite Eingang 32 stehen dabei jeweils über einen Signalpfad 61 bzw. 62 mit einer Schalteinheit 67 in Verbindung, welche in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte einen dieser beiden Signalpfade und damit einen der beiden Anschlüsse 21 oder 22 der Koppelstruktur mit dem dritten Anschluss 33 und damit der externen Antenne 50 verbindet. Der andere, nicht mit dem dritten Anschluss 33 verbundene Signalpfad wird mit einer Impedanz 68 verbunden.

Zur Bewertung der Kopplungsgüte wird aus den Signalpfaden jeweils ein Messsignal ausgekoppelt. Hierfür ist in den Signalpfaden 61 bzw. 62 jeweils ein Auskoppellement 64 bzw. 64' vorgesehen. Als Auskoppellemente 64 und 64' können dabei beispielsweise Richtkoppler oder Widerstandskoppler eingesetzt werden. Die Koppeldämpfung kann dabei je nach Anwendungsfall und Auslegung gewählt werden, beispielsweise bei 15 db.

Die über die Koppellemente ausgekoppelten Messsignale werden Pegeldetektoren 65 bzw. 65' zugeführt, über welche die jeweilige Leistung bewertet wird. Die Ausgänge der Pegeldetektoren 65 und 65' stehen mit Eingängen eines Komparators 66 in Verbindung, welcher durch Vergleich der Signalpegel den Signalpfad mit der höheren Leistung und damit der höheren Kopplungsgüte festlegt und ein entsprechendes Schaltsignal an die Schalteinheit 67 ausgibt. Der Anschluss mit der besseren Kopplungsgüte wird dann an den dritten Anschluss 33 zu der externen Antenne 50 durchgeschaltet, der Signalpfad mit der schlechteren Kopplungsgüte mit einer Impedanz 68 verbunden.

Im Ausführungsbeispiel ist eine Kopplungsstruktur mit genau zwei Anschlüssen vorgesehen. Die vorliegende Erfindung kann jedoch auch bei mehr als zwei Anschlüssen der Koppelstruktur eingesetzt werden. In diesem Fall weist die Verbindungseinheit bevorzugt für jeden der Anschlüsse der Kopplungsstruktur einen Anschluss und einen entsprechenden Signalpfad auf, wobei die Bewertung der Kopplungsgüte über die Leistung für jeden Signalpfad in gleicher Weise erfolgt. Dabei wird der Signalpfad mit der besten Kopplungsgüte an den Anschluss 33 durchgeschaltet, und alle anderen Anschlüsse jeweils mit einer Impedanz verbunden. Bevorzugt entspricht die Impedanz 68 dabei der Impedanz der externen Antenne.

In Fig. 4 sind als optionale Elemente weiterhin WLAN- und/oder Bluetooth-Notch-Filter 63 und 63' in den Signalpfaden 61 und 62 vorgesehen. Diese blenden die relativ starken WLAN- und/oder Bluetooth-Signale des Mobilfunk-Endgerätes aus, sodass die Bewertung der Kopplungsgüte nur anhand der Mobilfunksignale erfolgt.

Die WLAN- und/oder Bluetooth-Notch-Filter 63 und 63' könnten statt in den Signalpfaden 61 und 62 auch in den Messsignalpfaden, welche von den Auskoppелеlementen 64 und 64' abzweigen, angeordnet sein.

Die erfindungsgemäße Verbindungseinheit ist dabei so ausgestaltet, dass die Bewertung der Kopplungsgüte anhand des Sendesignals (Up-Link) des Mobilfunk-Endgerätes erfolgt. Wie bereits oben dargestellt wird aktuell für LTE die primäre Antenne sowohl für Down-Link, als auch für Up-Link eingesetzt, die sekundäre Antenne dagegen nur für Down-Link. Für eine stabile Kommunikation ist daher eine niedrige Kopplungsdämpfung bzw. hohe Kopplungsgüte zur primären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes entscheidend. Die Kopplung an die primäre Antenne des Mobilfunk-Endgerätes kann dabei, da nur über diese Sendesignale vom Mobilfunk-Endgerät ausgesendet werden, daher über diese Sendesignale bestimmt werden.

Dabei ist das Sendesignal des Mobilfunk-Endgerätes üblicherweise ohnehin stärker als die Empfangssignale, sodass bei einem entsprechend langsamen Zeitverhalten der Verbindungseinheit die Schaltentscheidung ohnehin aufgrund des Sendesignales erfolgt. Optional könnten jedoch zusätzlich Filter für die Empfangs-Frequenzbereiche eingesetzt werden. Diese sind dann bevorzugt zwischen den Auskoppелеlementen 64 und 64' und den Pegeldetektoren 65 und 65' im Messsignalpfad angeordnet.

Das dynamische Verhalten der Verbindungseinheit kann dabei über die Geschwindigkeit der Pegeldetektoren eingestellt werden. Bevorzugt wird die Geschwindigkeit dabei so gewählt, dass Änderungen im Signalpegel, welche lediglich auf dem eingesetzten Mobilfunkprotokoll beruhen, unberücksichtigt bleiben. Umgekehrt soll die Geschwindigkeit so hoch sein, dass tatsächliche Änderungen der Kopplungsgüte schnell zu einem Umschalten auf den Anschluss mit der besseren Kopplungsgüte führen.

Die diesbezügliche Problematik wird anhand von Fig. 5 dargestellt, in welcher die theoretischen Signalverläufe, welche ohne eine entsprechende Zeitkonstante der

Pegeldetektoren vorliegen würde, näher dargestellt sind. Der Pegelverlauf U_PD1 im Bereich der Verbindungsleitung 71 zwischen dem ersten Pegeldetektor 65 und dem Komparator 66 und der Pegelverlauf U_PD2 im Bereich der Verbindungsleitung 72 zwischen dem zweiten Pegeldetektor 65' und dem Komparator 66 stellen dabei einen möglichen Pegelverlauf dar, wenn das Mobilfunk-Endgerät in einem Dienst mit Zeitmultiplexverfahren wie beispielsweise GSM oder TD-LTE arbeitet. Dabei wird angenommen, dass die Kopplung des ersten Anschlusses 21 der Koppelstruktur 20 zur primären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes, welche zum Senden eingesetzt wird, besser ist als die Kopplungsgüte des zweiten Anschlusses 22.

Die Up-Link-Phase des Signals ist dabei jeweils mit 80 gekennzeichnet, die Down-Link-Phase mit 81. Dabei ist das dem ersten Anschluss 21 zugeordnete Signal U_PD1 im Bereich der Up-Link-Phase deutlich stärker als das entsprechende Signal U_PD2 des zweiten Anschlusses 22. Während der Down-Link-Phase 81 liegen dagegen aufgrund von Rauschen, fremden Mobilfunksignalen und/oder Störeinflüssen invertierte Bedingungen vor, sodass das Signal U_PD2 im Bereich 81 stärker ist als das Signal U_PD1. Wird nun wie in Fig. 5 lediglich zu Illustrationszwecken gezeigt das Signal ohne eine Bewertung des Signals über ein gewisses Zeitfenster für die Umschaltentscheidung herangezogen, wird in dem in Fig. 5 gezeigten Fall zwischen der Up-Link-Phase 80 und der Down-Link-Phase 81 eine Umschaltung zwischen dem ersten Anschluss 21 und dem zweiten Anschluss 22 vorgenommen, wie sich aus dem entsprechenden Schaltsignal U_diff im Bereich der Steuerleitung 73 zwischen Komparator 66 und der Schalteinheit 67 erkennen lässt.

Ein solches Umschalten zwischen der Up-Link-Phase und der Down-Link-Phase soll jedoch vermieden werden. Dies wird durch ein entsprechend langsames Zeitverhalten der Verbindungseinheit erreicht, welche daher auf die schnellen Pegelwechsel innerhalb des Zeitmultiplexverfahrens nicht reagiert. Insbesondere kann die Verbindungseinheit über mehrere Bursts und / oder Subframes und / oder Frames des Kommunikationsprotokolls integrieren und somit unabhängig von den Bursts / Subframes arbeiten. Bei den aktuellen Zeitmultiplexverfahren (Burst 0,6 ms bis 1 ms, Frame 4,7 ms bis 10 ms) kann die Zeitkonstante dabei in einem Bereich

zwischen 1 ms und 500 ms gewählt werden, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 15 ms und 100 ms. Hierfür kann insbesondere das Zeitverhalten der Pegeldetektoren entsprechend gewählt werden.

Weiterhin kann der Komparator eine gewisse Hysterese aufweisen, um ein zu häufiges Umschalten zu vermeiden. Alternativ oder zusätzlich ist auch eine 2-Punkt-Umschaltung denkbar.

Fig. 6 zeigt eine zweite Variante einer Verbindungseinheit 30, wie sie im Rahmen des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels zum Einsatz kommen kann. Das in Fig. 6 gezeigte Ausführungsbeispiel entspricht im Hinblick auf die Anschlüsse 31-33, die Signalfade 61 und 62, die Filter 63 und 63', die Auskoppellemente 64 und 64', die Pegeldetektoren 65 und 65', sowie die Schalteinheit 67 und die Impedanz 68 der in Fig. 4 und 5 gezeigten ersten Variante. Im Hinblick auf die Ausgestaltung dieser Komponenten wird daher auf die obige Beschreibung verwiesen.

Die Bewertung der Kopplungsgüte erfolgt bei der in Fig. 6 gezeigten Variante jedoch nicht mehr durch einen Komparator, sondern durch einen Mikrokontroller 130. Der Einsatz eines solchen Mikrokontrollers ermöglicht mehr Freiheitsgrade in Bezug auf die Auswertekriterien.

Der Mikrokontroller 130 weist jeweils Eingänge 131 und 131' für die aus den Signalfaden 61 und 62 ausgekoppelten Signale auf. Hierfür Pegeldetektoren 65 und 65' vorgesehen, deren Ausgänge jeweils mit einem Eingang 131 bzw. 131' des Mikrokontrollers 130 in Verbindung stehen.

Der Mikrokontroller 130 weist mindestens einen Analog-Digital-Wandler auf, welcher die an den Eingängen 131 und 131' anliegenden Signale abtastet. Bevorzugt wird eine Mittelwertbildung über mehrere Samples durchgeführt, bevorzugt eine Mittelwertbildung über 2 bis 20 Samples, weiter bevorzugt 2 bis 8 Samples. Der Mittelwert wird dann zum Vergleich der Kopplungsgüte der jeweiligen Signalfade und zur entsprechenden Ansteuerung der Schalteinheit 67 eingesetzt.

In einer ersten Ausführungsvariante weist der Mikrokontroller 130 für jeden Signaleingang, d.h. für jeden Signalpfad, einen separaten Analog-Digital-Wandler auf. In einer zweiten Ausführungsvariante kann der Mikrokontroller jedoch auch mit nur einem Analog-Digital-Wandler arbeiten, welcher abwechselnd Samples der an mehreren Eingängen anliegenden Signale erzeugt. Hierdurch kann der schaltungstechnische Aufwand verringert werden. Die Samples an den jeweiligen Anschlüssen werden bevorzugt in einen so engen zeitlichen Abstand erzeugt, dass sie im Vergleich zu externen Störeinflüssen als gleichzeitig angesehen werden können. In die Mittelwertbildung für die einzelnen Anschlüsse gehen bevorzugt mindestens zwei Samples ein, zwischen deren Aufnahme ein Sample an einem anderen Anschluss genommen wurde. Auch hierdurch wird die Gleichzeitigkeit sichergestellt.

Der Mikrokontroller 130 weist in den dargestellten Ausführungsbeispiel zusätzlich Interrupt-Eingänge 133 und 133' auf, welche über eine Komparatorschaltung 134 bzw. 134' angesteuert werden. Durch die Verwendung von Interrupts kann auf eine permanente Abtastung der Pegelwerte verzichtet werden, um so die Rechenbelastung des Mikrokontrollers zu verringern. Hierfür wird eine Mindestpegelschwelle definiert, ab welcher erst eine Pegelbewertung der Anschlüsse der Koppelstruktur durchgeführt wird. Falls das Mobilfunkendgerät beispielsweise im Down-Link Daten empfängt, aber im Up-Link kein Traffic herrscht, wirken sich so von außen aufgenommene Störsignale nicht auf das Systemverhalten aus, da sie unterhalb der Komparatorschwelle liegen.

Die Komparatoren 134 bzw. 134' vergleichen die von den Pegeldetektoren 65 bzw. 65' gelieferten Signalpegel mit der Mindestpegelschwelle, und lösen an den Interrupt-Eingängen 133 bzw. 133' bei einem Überschreiten der Mindestpegelschwelle einen Interrupt aus. Eine Abtastung der Pegelwerte erfolgt dabei im Ausführungsbeispiel schon dann, wenn auch nur einer der Interrupts ausgelöst wurde.

Im Ausführungsbeispiel wird die Mindestpegelschwelle, welche als Vergleichswert am Komparator 134 oder 134' anliegt, durch den Mikrokontroller vorgegeben.

Dadurch, dass die Mindestpegelschwelle vom Mikrokontroller generiert wird, ist diese flexibel einstellbar. Im Ausführungsbeispiel erfolgt dies über PWM-Ausgänge 132 und 132', welche die Vergleichswerte zu den Komparatoren 134 und 134' liefern. Im Ausführungsbeispiel sind Tiefpässe 135 bzw. 135' zwischen den PWM-Ausgängen 132 bzw. 132' und den Vergleichseingängen der Komparatoren 134 bzw. 134' angeordnet.

Die Verwendung eines Mikrokontrollers bietet die Möglichkeit einer flexiblen Programmierung der Kriterien für die Auswahl des besten Anschlusses an die Koppelstruktur:

In einer möglichen Ausgestaltung kann eine Hysterese implementiert werden. Um permanente Schaltvorgänge im Falle von ähnlichen Kopplungsgüten der zumindest zwei Anschlüsse der Koppelstruktur zu vermeiden, kann eine erforderliche Pegeldifferenz vorgegeben werden, ab welcher erst auf den jeweils besseren Anschluss umgeschaltet wird.

Weiterhin können, wie oben beschrieben, im Falle der Interrupt-Auslösung die von dem oder den Analog-Digital-Wandlern ermittelten Werte über mehrere Samples gemittelt werden, um Störeinflüsse zu reduzieren. Erst dann erfolgt die Bewertung der Koppelanschlüsse auf Grundlage des Mittelwertes.

Bei der in Fig. 6 dargestellten zweiten Variante wurden die Komparatoren 134 und 134' als separate Komponenten ausgeführt. Bei der in Fig. 7 dargestellten dritten Variante ist die Funktionalität der Komparatoren dagegen im Mikrokontroller 140 direkt implementiert. Die in Fig. 7 dargestellte dritte Variante arbeitet daher genauso, wie dies bereits oben im Hinblick auf die in Fig. 6 dargestellte zweite Variante näher beschrieben wurde.

Ein beispielhaftes Systemverhalten der in Fig. 6 oder 7 dargestellten Varianten einer Verbindungseinheit 30 bzw. ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im Folgenden dargestellt:

- Das Mobilfunkendgerät sendet im Up-Link, wobei der erste Koppelanschluss 21 um z. B. 4dB besser ist als der zweite Koppelanschluss 22.
- Die Werte von (zumindest einem) Pegeldetektor 65, 65' überschreiten die Mindestpegelschwelle für die Auslösung des Interrupts durch die Komparatorschaltung 134, 134'.
- Es erfolgt eine Abtastung der an den Eingängen 131, 131' des Mikrokontrollers anliegenden Pegelwerte der Pegeldetektoren 65, 65' durch einen oder mehrere Analog-Digital-Wandler des Mikrokontrollers 130 bzw. 140. Dabei wird eine Mittelwertbildung pro Analog-Digital-Wandler bzw. für die dem jeweiligen Anschluss zugeordneten Samples durchgeführt. Die Mittelwertbildung kann dabei zwischen 1 und 20 Samples umfassen, typischerweise ca. 4 Samples. Die beiden Mittelwerte werden nun miteinander verglichen, um den Anschluss mit der besten Kopplungsgüte zu ermitteln. Hierbei stellt der Mikrokontroller fest, dass der Pegel am ersten Anschluss 21 um z. B. 4dB höher ist als am zweiten Anschluss 22. Diese Pegeldifferenz wird nun mit der vorgegebenen Hysterese, d.h. der minimal erforderlichen Pegeldifferenz, verglichen.
- Ist die Pegeldifferenz größer als die vorgegebene Hysterese, wird der Koppelanschluss 21 zum Ausgang 33 durchgeschaltet, falls der Anschluss 21 nicht ohnehin schon aktiv sein sollte. Ist der Anschluss 21 mit der besseren Kopplungsgüte ohnehin schon aktiv, erfolgt selbstverständlich kein Schaltvorgang.
- Die Interrupt Eingänge 133 und 133' werden nun wieder aktiv geschaltet.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel, welches den ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung verwirklicht, ist lediglich eine einzige externe Antenne 50 vorgesehen, welche je nach Kopplungsgüte über die Verbindungseinheit mit einem der mindestens zwei Anschlüsse der Koppelstruktur verbunden wird.

In Fig. 8 ist dagegen ein zweites Ausführungsbeispiel gezeigt, welches den zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung verwirklicht und bei welchen die Verbindungs-

einheit 90 eine Verbindung zwischen dem ersten und zweiten Anschluss 21 und 22 der Koppelstruktur 25 und einer ersten und zweiten externen Mobilfunk-Antenne 110 und 120 herstellt.

Im Hinblick auf den Aufbau der Koppelstruktur und / oder der Aufnahme und / oder Auflage gilt dabei für das zweite Ausführungsbeispiel das gleiche, was bereits oben im Hinblick auf das erste Ausführungsbeispiel näher dargelegt wurde. Die Verbindungseinheit 90 des zweiten Ausführungsbeispiels weist dabei wie die Verbindungseinheit 30 des ersten Ausführungsbeispiels einen ersten Anschluss 91 auf, welcher mit dem ersten Anschluss 21 der Koppelstruktur 25 in Verbindung steht, und einen zweiten Anschluss 92, welcher mit dem zweiten Anschluss 22 der Koppelstruktur in Verbindung steht. Auch insoweit entspricht das zweite Ausführungsbeispiel damit dem ersten Ausführungsbeispiel.

Die Verbindungseinheit 90 des zweiten Ausführungsbeispiels weist jedoch einen dritten Anschluss 93 zur Verbindung mit einer ersten externen Antenne 110 und einen vierten Anschluss 94 zur Verbindung mit einer zweiten externen Antenne 120 auf. Das zweite Ausführungsbeispiel berücksichtigt dabei, dass externe Antennenstrukturen wie beispielsweise Autoantennen ebenfalls eine primäre Antenne und eine sekundäre Antenne aufweisen können, um die MIMO-Funktionalität von Mobilfunkdiensten wie bspw. LTE zu unterstützen. Insbesondere kann es sich daher bei der ersten externen Antenne 110 um die primäre externe Antenne, bei der zweiten externen Antenne 120 um die sekundäre externe Antenne handeln.

Die Verbindungseinheit 90 ist so aufgebaut, dass die beiden externen Antennen 110 und 120 jeweils separat mit einem der beiden Anschlüsse 21 und 22 der Koppelstruktur 25 verbunden sind. Hierfür erfolgt eine Bewertung der jeweiligen Kopplungsgüte der beiden Anschlüsse, wobei der Anschluss mit der besseren Kopplungsgüte im Up-Link mit der ersten externen Antenne 110 verbunden wird, der Anschluss der Koppelstruktur mit der schlechteren Kopplungsgüte im Up-Link mit der sekundären Antenne 120. Hierdurch wird sichergestellt, dass eine stabile Kommunikation sowohl im Down-Link als auch im Up-Link gewährleistet ist, da jeweils der

Anschluss mit der geringsten Koppeldämpfung zur primären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes mit der primären externen Antenne verbunden wird. Durch die Verbindung des anderen Anschlusses, welcher zumindest auch an die sekundäre Antenne des Mobilfunk-Endgerätes koppelt, mit der sekundären externen Antenne ergibt sich eine gute MIMO-Funktionalität mit hoher Leistung. Insbesondere kann sich durch die unterschiedliche Verkoppelung (Betrag und Phase) zwischen den beiden Anschlüssen der Koppelstruktur und den beiden MIMO-Antennen im Smartphone eine MIMO-Funktionalität mit hoher Leistung ergeben.

Das zweite Ausführungsbeispiel kann auch den ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung verwirklichen. Insbesondere kann die Bewertung der Kopplungsgüte und das Umschalten dabei bei dem zweiten Ausführungsbeispiel in gleicher Weise erfolgen wie bei dem oben näher beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel, so dass diesbezüglich auf die obige Darstellung verwiesen wird.

Ein Schaltplan für eine erste Variante einer solchen Verbindungseinheit 90 des zweiten Ausführungsbeispiels ist in Fig. 9 dargestellt. Elemente, welche in gleicher Weise vorgesehen sind wie beim ersten Ausführungsbeispiel, wurden dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Im Hinblick auf diese Elemente wird auf die obige Darstellung verwiesen.

Insbesondere sind dabei wieder zwei Signalpfade 61 und 62 vorgesehen, welche den Anschlüssen 21 und 22 der Koppelstruktur 20 zugeordnet sind und zu der Schalteinheit 95 führen. Aus diesen Signalpfaden werden wiederum über Auskoppelemente 64 und 64' Messsignale ausgekoppelt, welche Pegeldetektoren 65 und 65' zugeführt werden. Die Signale der Pegeldetektoren werden einem Komparator 66 zugeführt, welcher ein Schaltsignal an die Schalteinheit 95 ausgibt. Die Funktionsweise des zweiten Ausführungsbeispiels ist im Hinblick auf diese Komponenten identisch zu dem ersten Ausführungsbeispiel.

Die Schalteinheit 95 weist dagegen zwei Schaltelemente 96 und 97 auf, welche den jeweiligen Signalpfaden 61 und 62 zugeordnet sind und jeweils entweder eine Ver-

bindung mit dem dritten Anschluss 93 oder dem vierten Anschluss 94 zur ersten bzw. zweiten externen Antenne 110 und 120 herstellen. Die Schaltelemente 96 und 97 sind dabei so mit dem Ausgang des Komparators 66 verschaltet, dass das zweite Schaltelement 97 eine Verbindung des zweiten Signalpfads 62 mit dem dritten Anschluss 93 herstellt, wenn das erste Schaltelement 96 eine Verbindung des ersten Signalpfades 61 mit dem vierten Anschluss 94 herstellt und umgekehrt. Im Ausführungsbeispiel wird dies dadurch gelöst, dass der Ausgang des Komparators 66 mit dem ersten Schaltelement 96 unmittelbar über eine Schaltleitung 98 verbunden ist, während in der Verbindung zu dem zweiten Schaltelement 97 ein logischer Inverter vorgesehen ist.

Auch hier erfolgt damit eine kontinuierliche Bewertung der Koppeldämpfung auf beiden Anschlüssen der Koppelstruktur durch Vergleich der jeweiligen Leistungen in den Signalpfaden, und damit eine dynamische Auswahl der Anschlüsse anhand der Kopplungsgüte. Auch hier wird wiederum das Up-Link-Signal zur Bewertung herangezogen, was in gleicher Weise erfolgt wie bei ersten Ausführungsbeispiel. Optional können auch hier WLAN- und/oder Bluetooth-Notch-Filter 63 in den Signalpfaden vorgesehen sein, und gegebenenfalls Filter für die Empfangssignale in den Messsignalleitungen.

In Fig. 10 und 11 sind eine zweite und dritte Variante des in Fig. 9 gezeigten Ausführungsbeispiels einer Verbindungseinheit 90, welche beim zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen kann, dargestellt. Die Verbindungseinheit 90 gemäß der zweiten und dritten Variante entspricht im Hinblick auf die Anschlüsse 91 bis 94, die Signalpfade 61 und 62, die Filter 63 und 63', die Auskopplungselemente 64 und 64', die Schalteinheit 95 mit den Schaltelementen 96 und 97, sowie die Pegeldetektoren 65 und 65' der in Fig. 9 dargestellten Variante. Im Hinblick auf die entsprechenden Komponenten wird daher auf die obige Darstellung verwiesen.

Anders als bei der in Fig. 9 dargestellten ersten Variante wird zur Bewertung der Kopplungsgüte und zur Ansteuerung der Schalteinheit 95 jedoch nicht auf einen

Komparator 66 zurückgegriffen, sondern wiederum wie bei den in Fig. 6 und 7 dargestellten Varianten des ersten Ausführungsbeispiels auf einen Mikrokontroller 150 bzw. 160.

Der Mikrokontroller 150 der in Fig. 10 dargestellten zweiten Variante des zweiten Ausführungsbeispiels entspricht im Hinblick auf seine Eingänge 131 bis 133 bzw. 131' bis 133', den Anschluss an die Pegeldetektoren 65, 65' und die Komparatoren 134, 134' dem Mikrokontroller 130 der in Fig. 6 gezeigten zweiten Variante des ersten Ausführungsbeispiels. Daher wird diesbezüglich vollumfänglich auf die obige Darstellung verwiesen.

Der einzige Unterschied zwischen den Mikrokontrollen 130 und 150 besteht darin, dass der Mikrokontroller 150 über zwei Ausgänge 145 und 145' zum Ansteuern der beiden Schaltelemente 96 und 97 der Schalteinheit 95 verfügt. Die beiden Schaltelemente 96 und 97 werden bei der zweiten Variante in Fig. 10 dabei in gleicher Weise angesteuert wie bei der ersten Variante in Fig. 9. Insbesondere wird auf Grundlage der Bewertung der Kopplungsgüte der Signalpfad mit der besseren Kopplungsgüte mit dem Anschluss 93 für die primäre Antenne, der Signalpfad mit der schlechten Kopplungsgüte mit dem Anschluss 94 für die sekundäre Antenne verbunden.

Auch hier kann die Umschaltentscheidung wieder unter Verwendung einer Mittelwertbildung und/oder einer Hysterese erfolgen, wie dies im Hinblick auf die zweite Variante des ersten Ausführungsbeispiels in Fig. 6 näher dargestellt wurde.

Fig. 11 zeigt wiederum eine zu der in Fig. 10 gezeigten zweiten Variante funktional äquivalente dritte Variante, bei welcher die Funktionalität der Komparatoren 134 und 134' in den Mikrokontroller 160 integriert wurde.

Wie in Fig. 8 näher dargestellt, kann optional ein MIMO-Kompensator 100 vorgesehen werden. Dieser kann erfindungsgemäß eine besonders einfache Struktur aufweisen, da die Leistungskompensation im Up-Link nur in einem Pfad erfolgen muss. Dies wird erfindungsgemäß dadurch sichergestellt, dass das Up-Link-Signal

des Mobilfunk-Endgerätes stets über den dritten Anschluss 93 an die primäre externe Antenne 110 weitergeschaltet wird.

Der erste Aspekt der vorliegenden Erfindung hat dabei den Vorteil, dass eine einfach aufgebaute Schaltung mit einem geringen konstruktionstechnischen Aufwand und einem geringen Leistungsverbrauch eingesetzt werden kann. Dabei erfolgt eine permanente zeitgleiche Bewertung aller Anschlüsse der Koppelstruktur und damit eine dynamische Auswahl des besten Anschlusses. Hierdurch kann abhängig vom jeweils genutzten Dienst und Frequenzbereich der beste Anschluss gewählt werden. Die Bewertung der Kopplungsgüte erfolgt dabei im Rahmen der Kommunikation im realen Mobilfunknetz, sodass ein vorgelagerter Testmode und eine Kommunikation zwischen der Verbindungseinheit und dem Mobilfunk-Endgerät nicht notwendig ist. Weiterhin wird die Positions- und Ausrichtungsunabhängigkeit im Hinblick auf die Positionierung des Mobilfunk-Endgerätes relativ zur Koppelstruktur verbessert.

Sind gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine primäre und eine sekundäre externe Antenne vorgesehen, so ergibt die unterschiedliche Verkopplung (Betrag und Phase) zwischen den beiden Anschlüssen der Koppelstruktur und den beiden MIMO-Antennen im Mobilfunk-Endgerät und durch deren separate Verbindung mit der primären und sekundären externen Antenne eine MIMO-Funktionalität mit hoher Leistung.

Wird auch hier der erste Aspekt eingesetzt, so ist durch die dynamische Auswahl ebenfalls sichergestellt, dass der Anschluss mit der besten Kopplung zur primären Antenne des Mobilfunk-Endgerätes, welche eine Up-Link und Down-Link Funktionalität aufweist, dynamisch ausgewählt und mit der externen Antenne des Fahrzeugs verbunden wird.

Weiterhin kann ein optional vorgesehener MIMO-Kompensator eine besonders einfache Struktur aufweisen.

Patentansprüche

1. System zur drahtlosen Ankopplung eines Mobilfunk-Endgerätes (10) an eine externe Antennenstruktur mit mindestens einer ersten externen Antenne (50, 110), insbesondere zur Ankopplung an eine externe Fahrzeugantennenstruktur, mit einer Koppelstruktur (25) zum drahtlosen Ankoppeln an eine Antennenstruktur (11, 12, 13) des Mobilfunk-Endgerätes (10), wobei die Koppelstruktur (25) mindestens zwei Anschlüsse aufweist, und mit einer Verbindungseinheit (30, 90), welche die erste externe Antenne (50, 110) in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit einem der mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) der Koppelstruktur (25) verbindet, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungseinheit (30, 90) die Kopplungsgüte zwischen der Antennenstruktur (11, 12, 13) des Mobilfunk-Endgerätes (10) und den mindestens zwei Anschlüssen (21, 22) der Koppelstruktur (25) während des normalen

Kommunikations-Betriebes des Mobilfunk-Endgerätes (10) und/oder kontinuierlich und/oder für beide Anschlüsse (21, 22) gleichzeitig bewertet.

2. System zur drahtlosen Ankopplung eines Mobilfunk-Endgerätes (10) an eine externe Antennenstruktur (110, 120) mit mindestens einer ersten externen Antenne (110), insbesondere an eine externe Fahrzeugantennenstruktur, insbesondere System nach Anspruch 1, mit einer Koppelstruktur (25) zum drahtlosen Ankoppeln an eine Antennenstruktur (11, 12, 13) des Mobilfunk-Endgerätes (10), wobei die Koppelstruktur (25) mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) aufweist, und mit einer Verbindungseinheit (90), welche die Koppelstruktur (25) mit der externen Antennenstruktur (110, 120) verbindet, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) der Koppelstruktur (25) durch die Verbindungseinheit (90) mit der ersten externen Antenne (110) und mindestens einer zweiten externen Antenne (120) der externen Antennenstruktur verbindbar sind.
3. System nach Anspruch 2, wobei die mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) der Koppelstruktur (25) über die Verbindungseinheit (90) getrennt voneinander mit der ersten externen Antenne (110) und der zweiten externen Antenne (120) der externen Antennenstruktur verbindbar sind, und/oder wobei die Verbindungseinheit die Kopplungsgüte der Anschlüsse bewertet und die erste und die zweite externe Antenne in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit dem ersten und dem zweiten Anschluss der Koppelstruktur verbindet.
4. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Verbindungseinheit (30, 90) den Anschluss (21, 22) der Koppelstruktur (25) mit der besseren Kopplungsgüte mit der ersten externen Antenne (50, 110) verbindet und/oder wobei die Verbindungseinheit (30, 90) mindestens einen Anschluss (21, 22) mit einer schlechteren Kopplungsgüte mit einer Impedanz und/oder mit der zweiten externen Antenne verbindet.

5. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Verbindungseinheit (30, 90) eine Bewertungseinheit (65, 65', 66) aufweist, welche die Kopplungsgüte des ersten und des zweiten Anschlusses (21, 22) der Koppelstruktur (25) an die Antennenstruktur (11, 12, 13) des Mobilfunk-Endgerätes (10) bewertet und eine Schalteinheit (67, 95) ansteuert, welche die erste externe Antenne (50, 110) in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit einem der mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) der Koppelstruktur (25) verbindet.
6. System nach Anspruch 5, wobei die Verbindungseinheit (30, 90) für jeden der Signalpfade (61, 62) der mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) der Koppelstruktur (25) ein Auskoppellement (64, 64') umfasst, mit welchem ein Signal aus dem jeweiligen Signalpfad (61, 62) ausgekoppelt und der Bewertungseinheit (65, 65', 66) zugeführt wird, wobei die Bewertungseinheit (65, 65', 66) bevorzugt mindestens zwei Eingänge umfasst, welche über die Auskoppellemente (64, 64') mit den Signalpfaden (61, 62) in Verbindung stehen.
7. System nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Bewertungseinheit (65, 65', 66) einen Komparator (66) und/oder eine Vergleichslogik umfasst, und/oder wobei die Bewertung der Kopplungsgüte anhand des Signalpegels der Signale erfolgt, wobei die Bewertungseinheit (65, 65', 66) bevorzugt für jeden Signalpfad einen Pegeldetektor (65, 65') umfasst, und/oder wobei die Bewertungseinheit eine Interrupt-Steuerung aufweist, durch welche eine Bewertung der Kopplungsgüte erst bei einem Überschreiten einer Mindestpegelschwelle erfolgt, wobei die Mindestpegelschwelle bevorzugt einstellbar ist.
8. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Verbindungseinheit (30, 90) so ausgestaltet ist, dass die Bewertung der Kopplungsgüte anhand eines Sendesignals des Mobilfunk-Endgerätes erfolgt, insbesondere anhand eines Mobilfunk-Sendesignals des Mobilfunk-Endgerätes.

9. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei für die Bewertung der Kopplungsgüte bestimmte Frequenzbereiche unberücksichtigt bleiben, insbesondere ein WLAN-Frequenzbereich und/oder ein Empfangs-Frequenzbereich, wobei bevorzugt mindestens ein entsprechender Filter (63, 63') vorgesehen ist, wobei weiter bevorzugt jedem Eingang der Bewertungseinheit (65, 65', 66) ein Filter (63, 63') zugeordnet ist.
10. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Umschaltentscheidung anhand einer über ein Zeitintervall bestimmten Kopplungsgüte erfolgt, wobei über das Zeitintervall bevorzugt eine Mittel- und/oder Maximalwertbildung erfolgt, und/oder wobei bevorzugt die Umschaltentscheidung anhand einer über ein Zeitintervall von 1ms bis 500 ms, vorzugsweise von 15 ms bis 100 ms bewerteten Kopplungsgüte erfolgt, und/oder wobei das Zeitintervall bevorzugt im Falle eines Zeitmultiplexverfahrens sowohl Sendesignale (80) als auch Empfangssignale (81) umfasst, wobei die Verbindungseinheit (30, 90) die Kopplungsgüte bevorzugt über mehrere Bursts und/oder Subframes und/oder Frames des Signals bewertet, wobei die Verbindungseinheit (30, 90) das Signal hierfür bevorzugt über mehrere Bursts und/oder Subframes und/oder Frames integriert.
11. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einem Kompensator (40, 100), welcher zwischen der Verbindungseinheit (30, 90) und der ersten externen Antenne (50, 110) und/oder zweiten externen Antenne (120) im Signalpfad angeordnet ist, wobei im Falle einer ersten und einer zweiten externen Antenne (110, 120) der Kompensator (100) bevorzugt einen ersten und einen zweiten Signalpfad aufweist, wobei eine Sende-Verstärkung bevorzugt nur in einem Signalpfad erfolgt.
12. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Koppelstruktur (25) im Bereich einer Auflage und/oder Aufnahme für ein Mobilfunk-

Endgerät (10) angeordnet ist, wobei bevorzugt im Bereich der Auflage und/oder Aufnahme weitere Koppelstrukturen und/oder Funktionselemente vorgesehen sind, und/oder wobei das Mobilfunk-Endgerät (10) zumindest innerhalb eines bestimmten Bereiches (20) frei platziert werden kann.

13. Verbindungseinheit (30, 90) für ein System nach einem der vorangegangenen Ansprüche.
14. Verbindungseinheit (30, 90) nach Anspruch 13, mit mindestens einem ersten und zweiten Anschluss (31, 32, 91, 92) zur Verbindung mit den mindestens zwei Anschlüssen (21, 22) der Koppelstruktur (25) und mit mindestens einem dritten Anschluss (33, 93) zur Verbindung mit der ersten externen Antenne (50, 110) und/oder mindestens einem vierten Anschluss (94) zur Verbindung mit der zweiten externen Antenne (120), wobei die Verbindungseinheit (30, 90) bevorzugt eine separate Baueinheit bildet oder mit der Koppelstruktur eine Baueinheit bildet (25).
15. Verfahren zum Ankoppeln einer Antennenstruktur (11, 12, 13) eines Mobilfunk-Endgerätes (10) an mindestens eine erste externe Antenne (50, 110), insbesondere zur Ankopplung an eine externe Fahrzeugantennenstruktur, insbesondere unter Verwendung eines Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder einer Verbindungseinheit (30, 90) nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Ankopplung der Antennenstruktur (11, 12, 13) des Mobilfunk-Endgerätes (10) drahtlos mittels einer Koppelstruktur (25) erfolgt, welche mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) aufweist, und wobei die erste externe Antenne (50, 110) in Abhängigkeit von der Kopplungsgüte mit einem der mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) der Koppelstruktur (25) verbunden wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplungsgüte zwischen der Antennenstruktur (11, 12, 13) des Mobilfunk-Endgerätes (10) und den mindestens zwei Anschlüssen (21, 22) der Koppelstruktur (25) während des normalen Kommunikations-Betriebes des

Mobilfunk-Endgerätes (10) und/oder kontinuierlich und/oder für beide Anschlüsse (21, 22) gleichzeitig bewertet wird,
und/oder dass die mindestens zwei Anschlüsse (21, 22) der Koppelstruktur (25) mit mindestens einer ersten externen Antenne (110) und einer zweiten externen Antenne (120) der externen Antennenstruktur verbunden werden.

Fig. 1

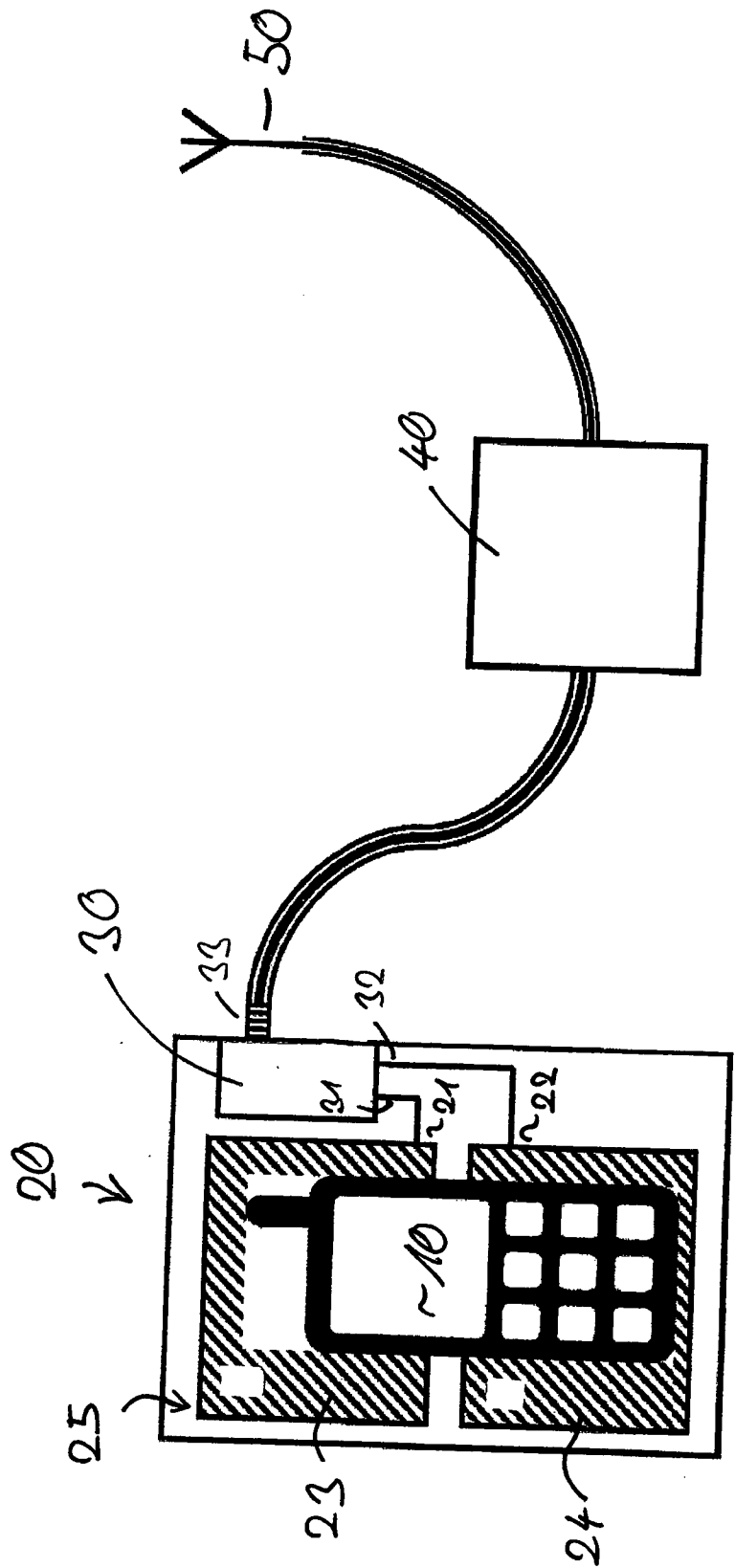


Fig. 2

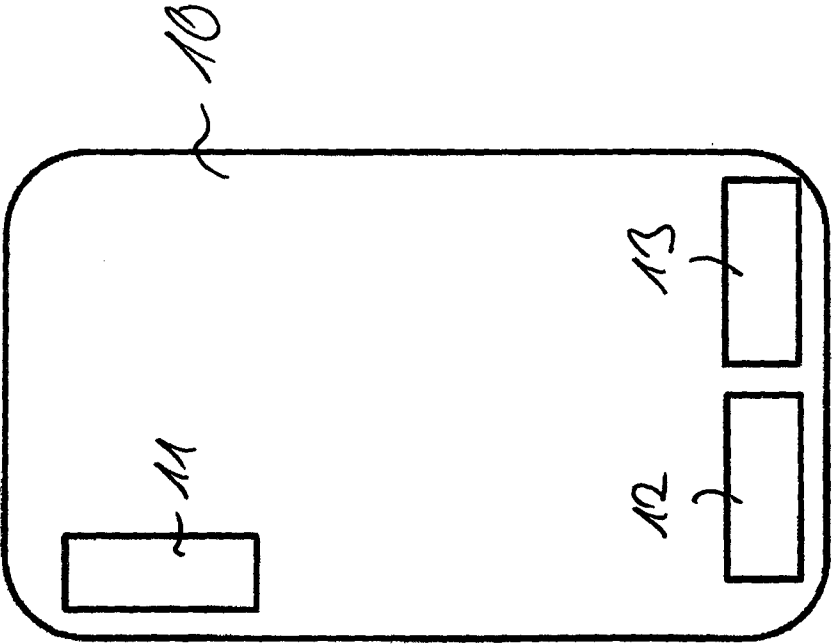


Fig. 3

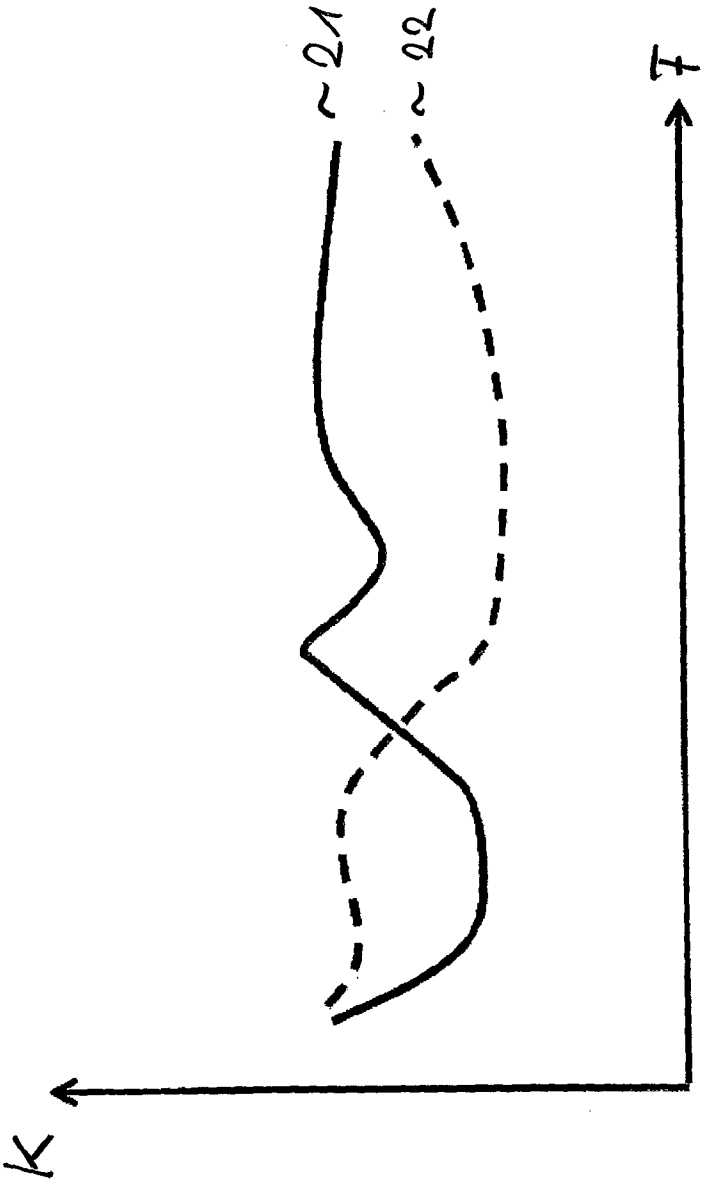


Fig. 4

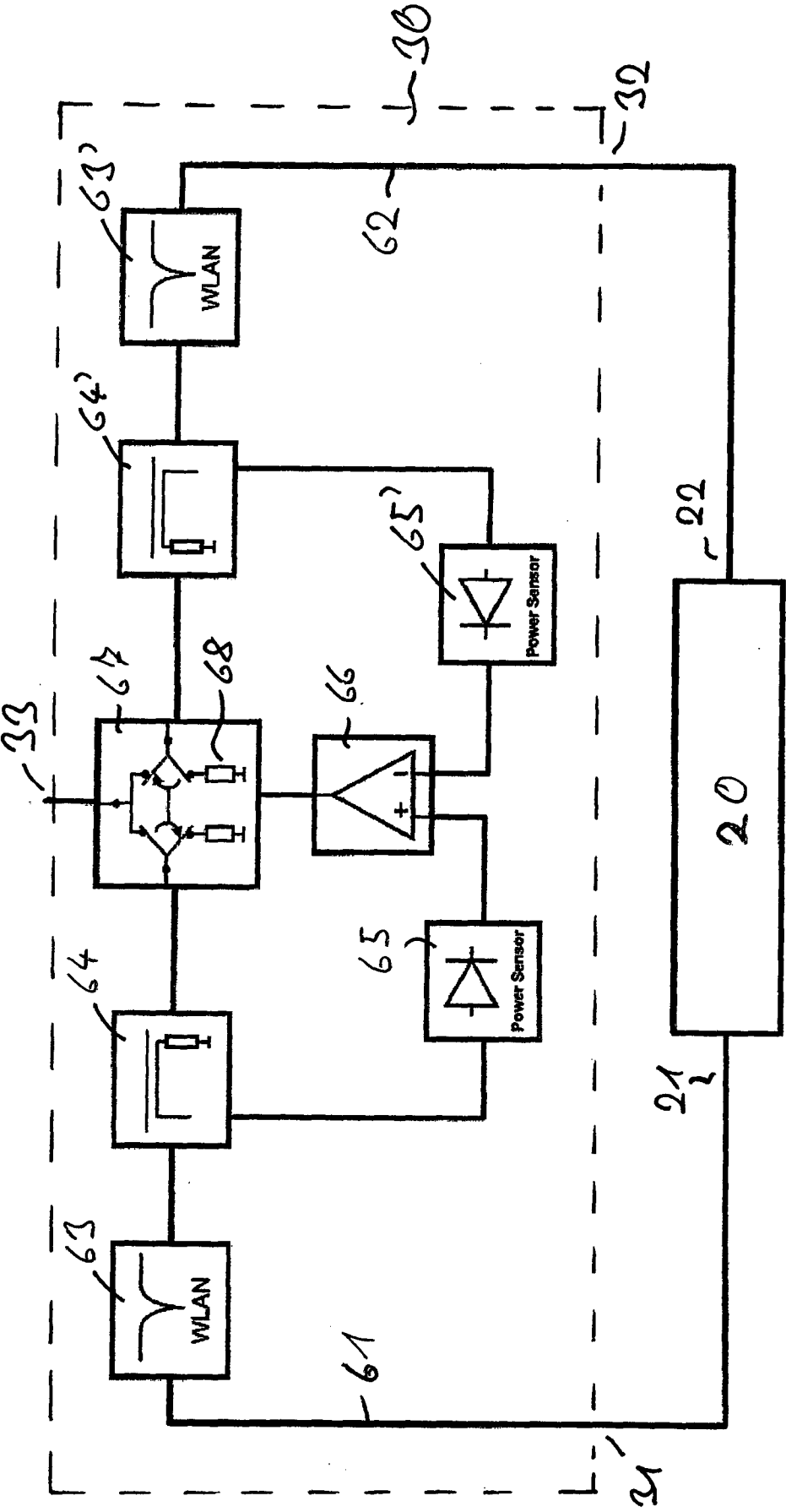


Fig. 5

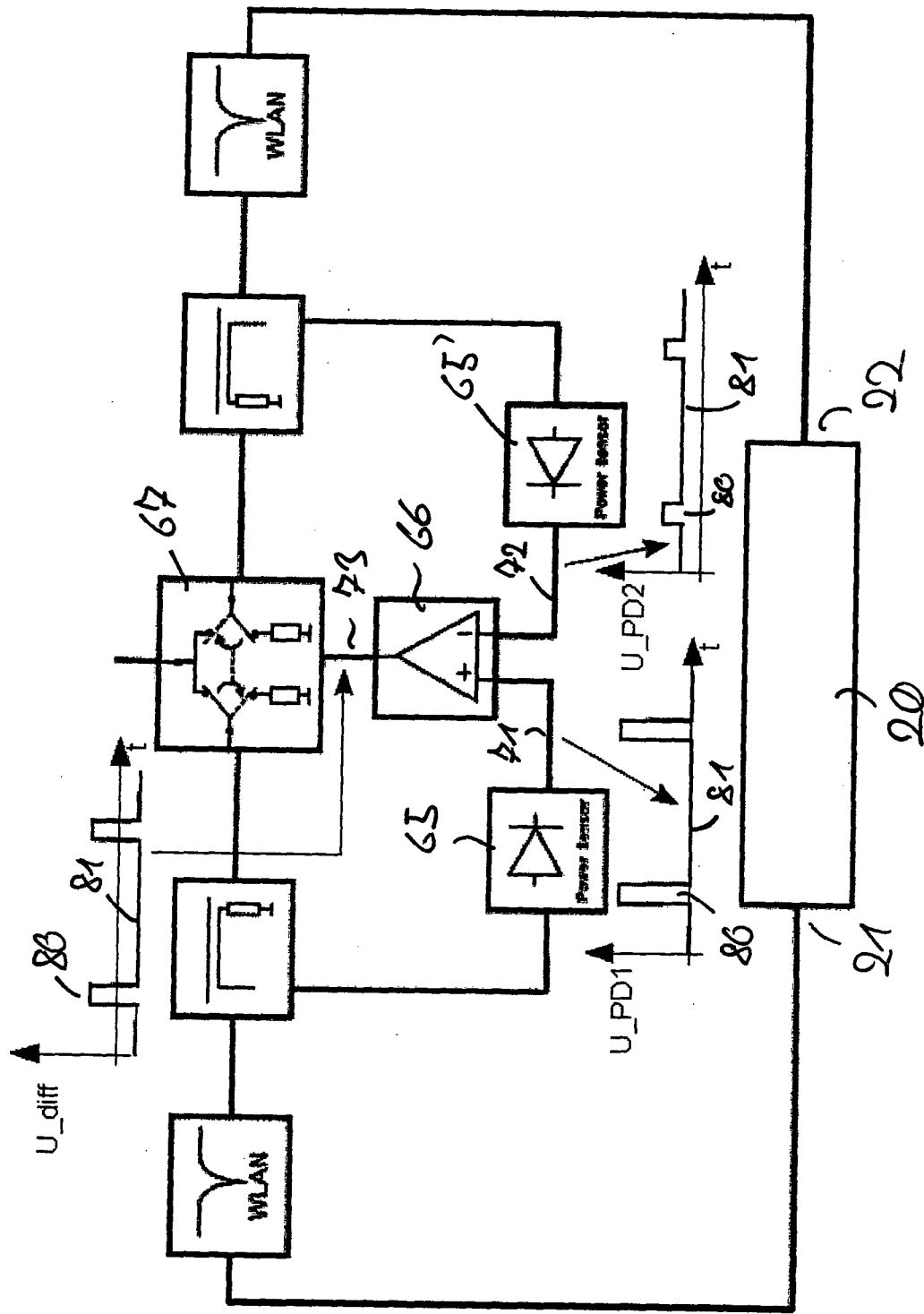


Fig. 6

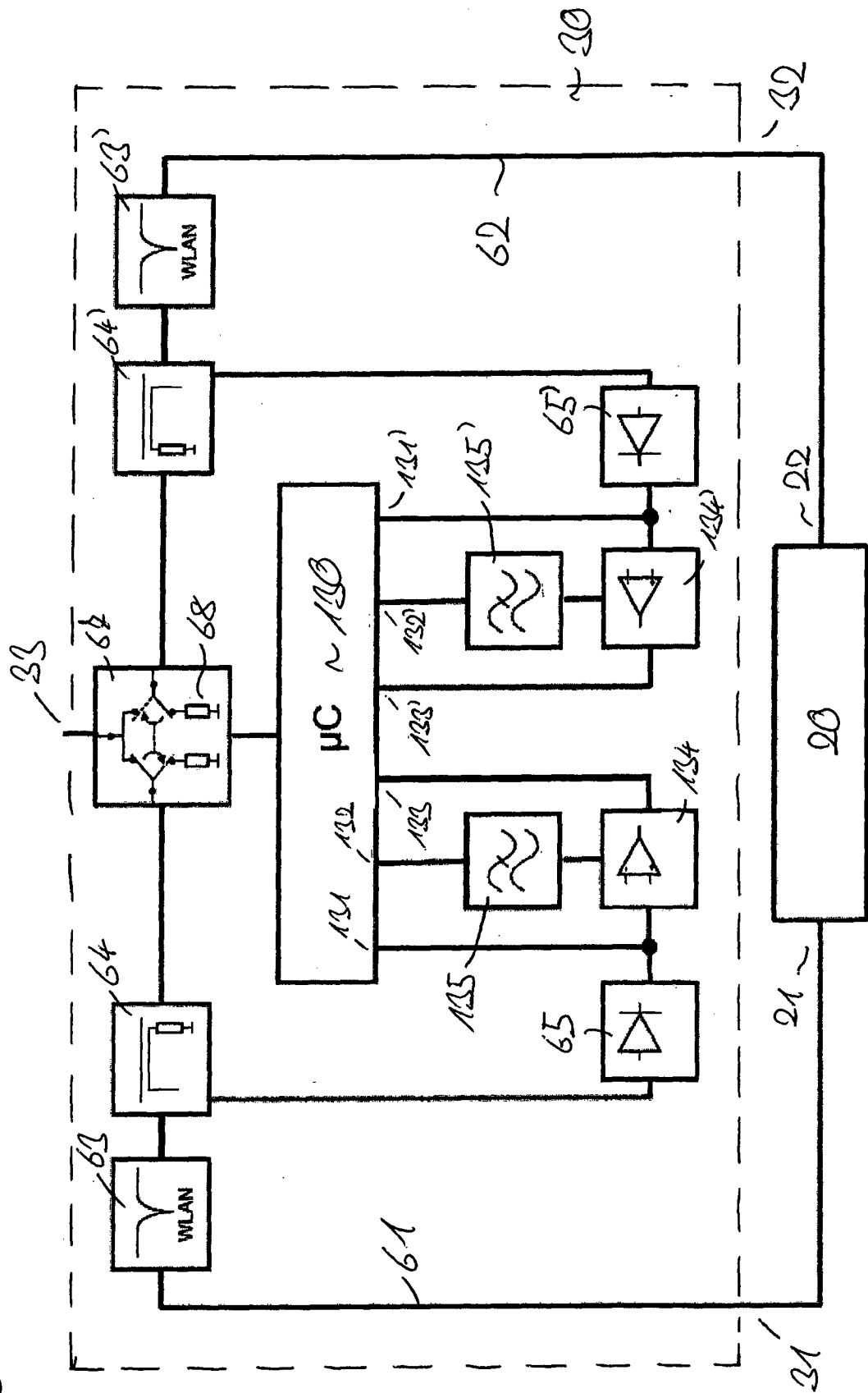


Fig. 7

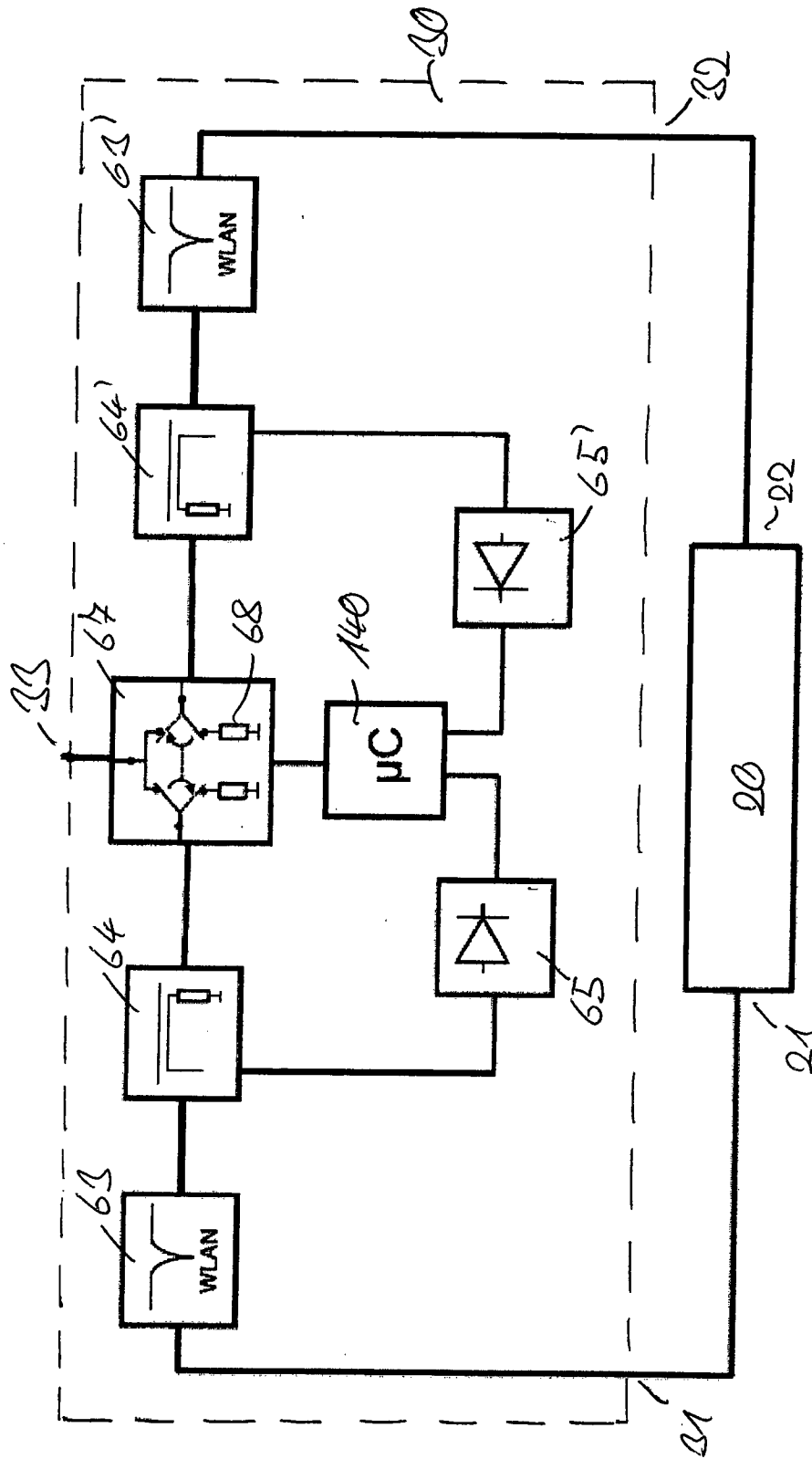


Fig. 8

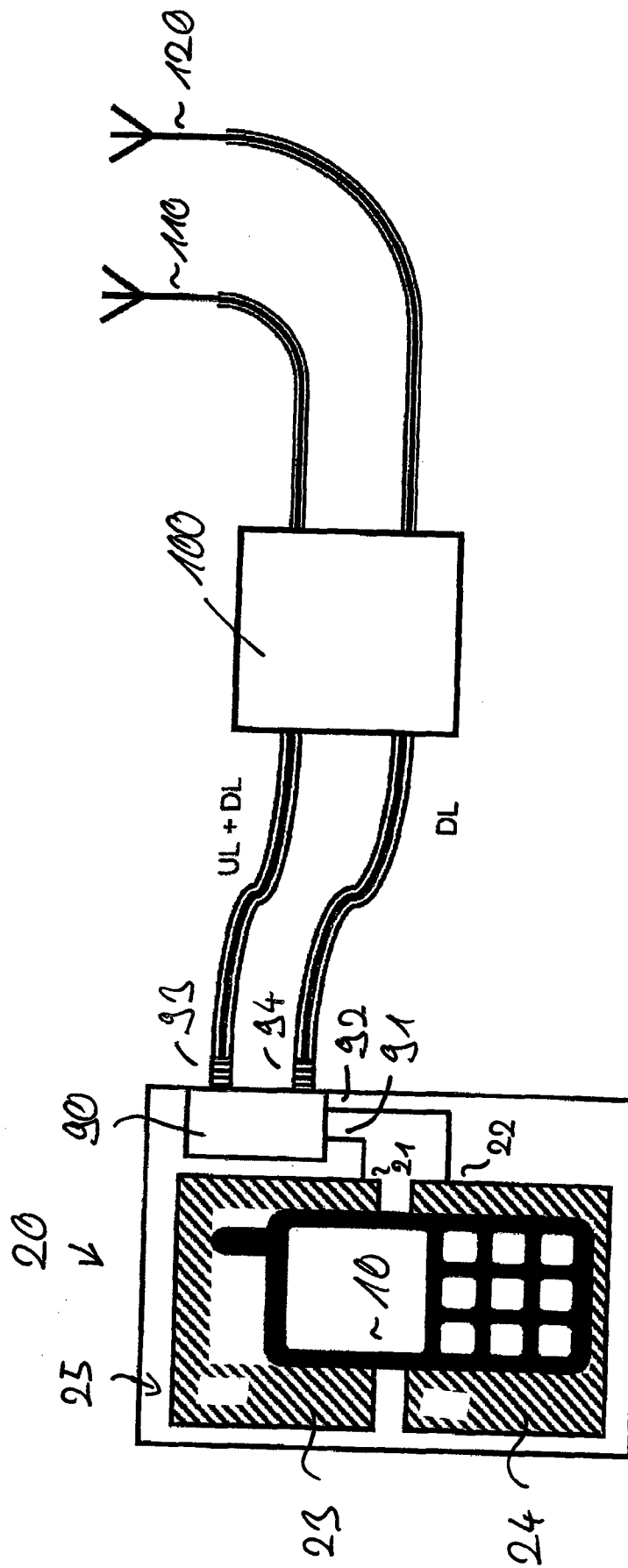


Fig. 9

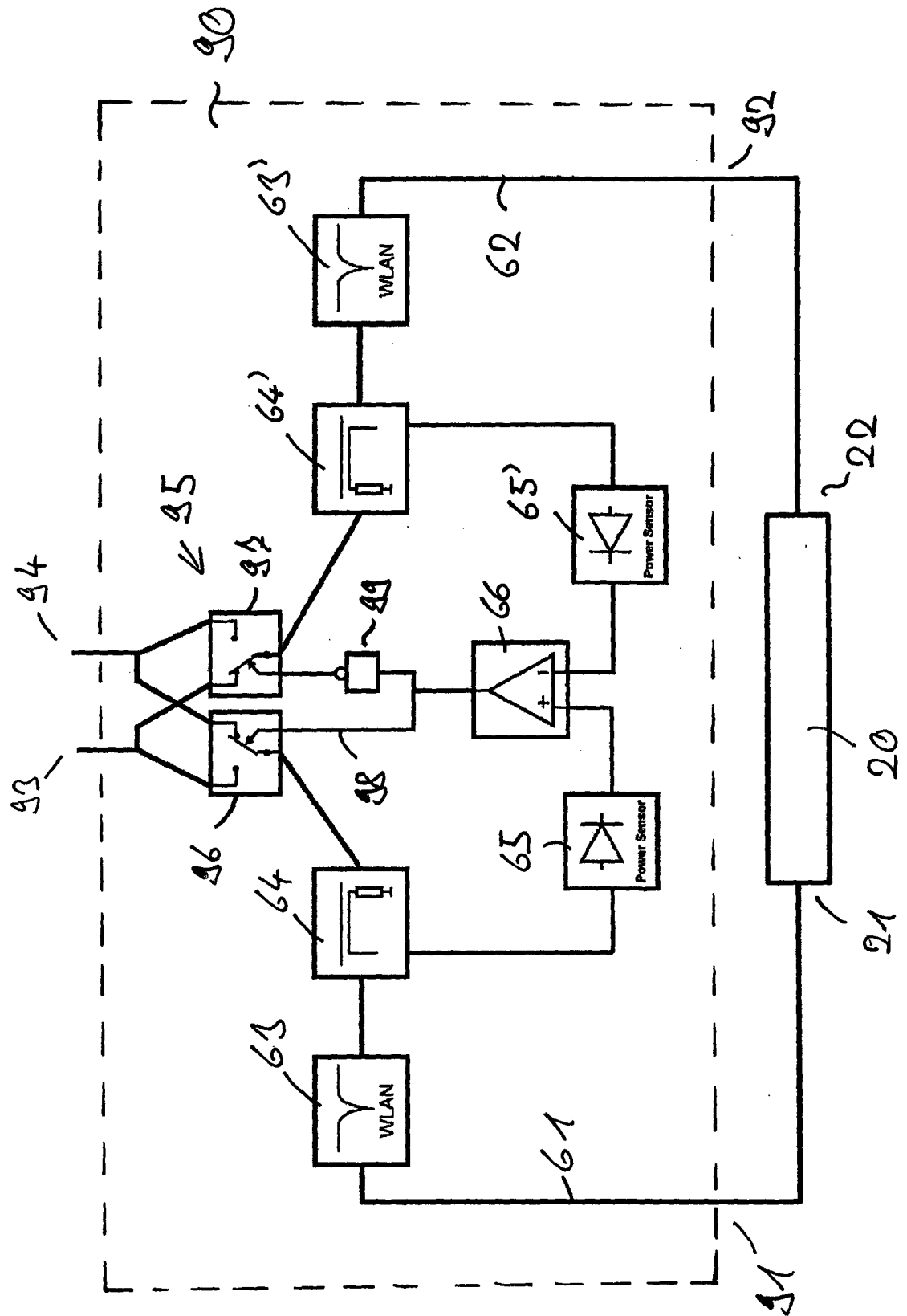


Fig. 10

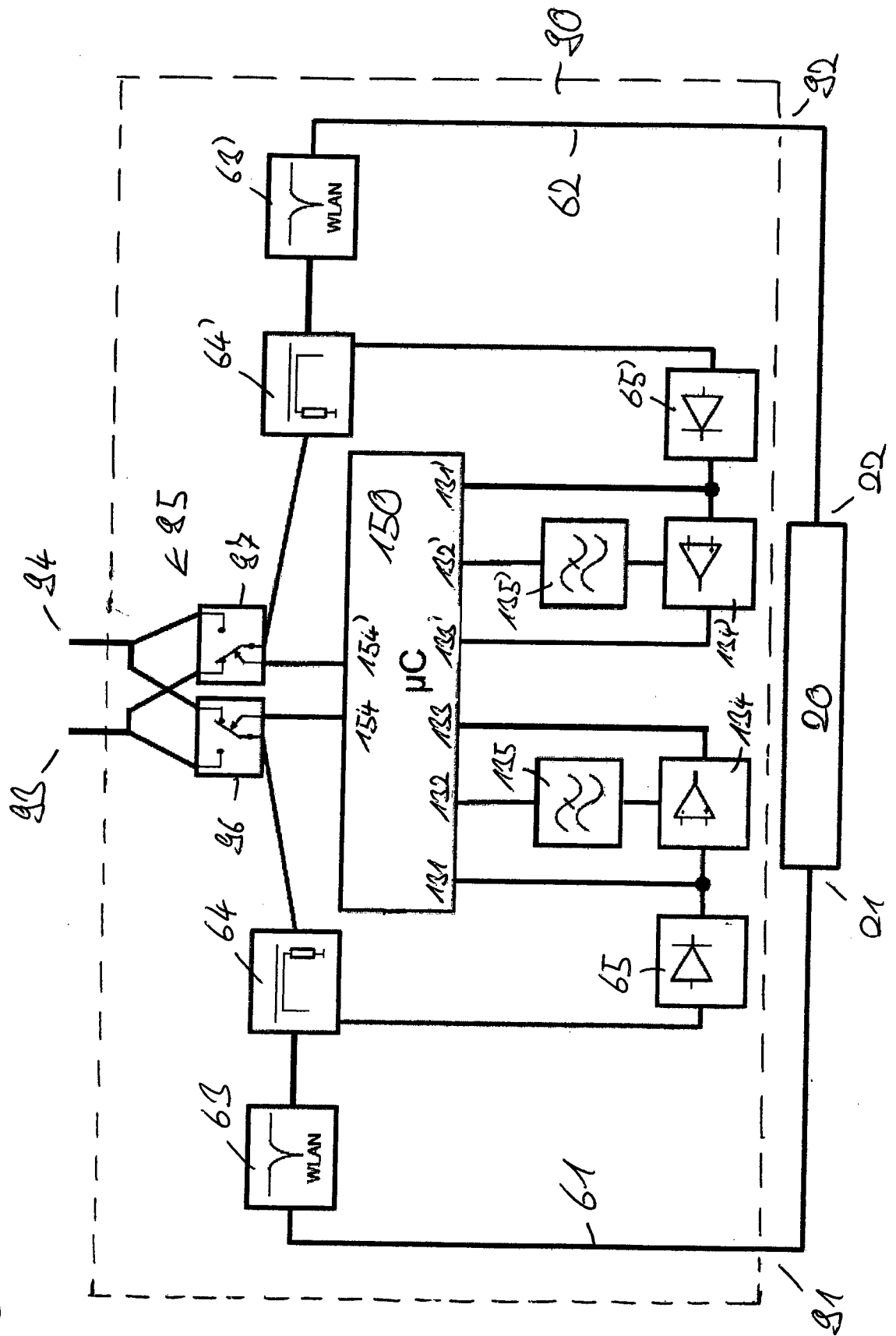
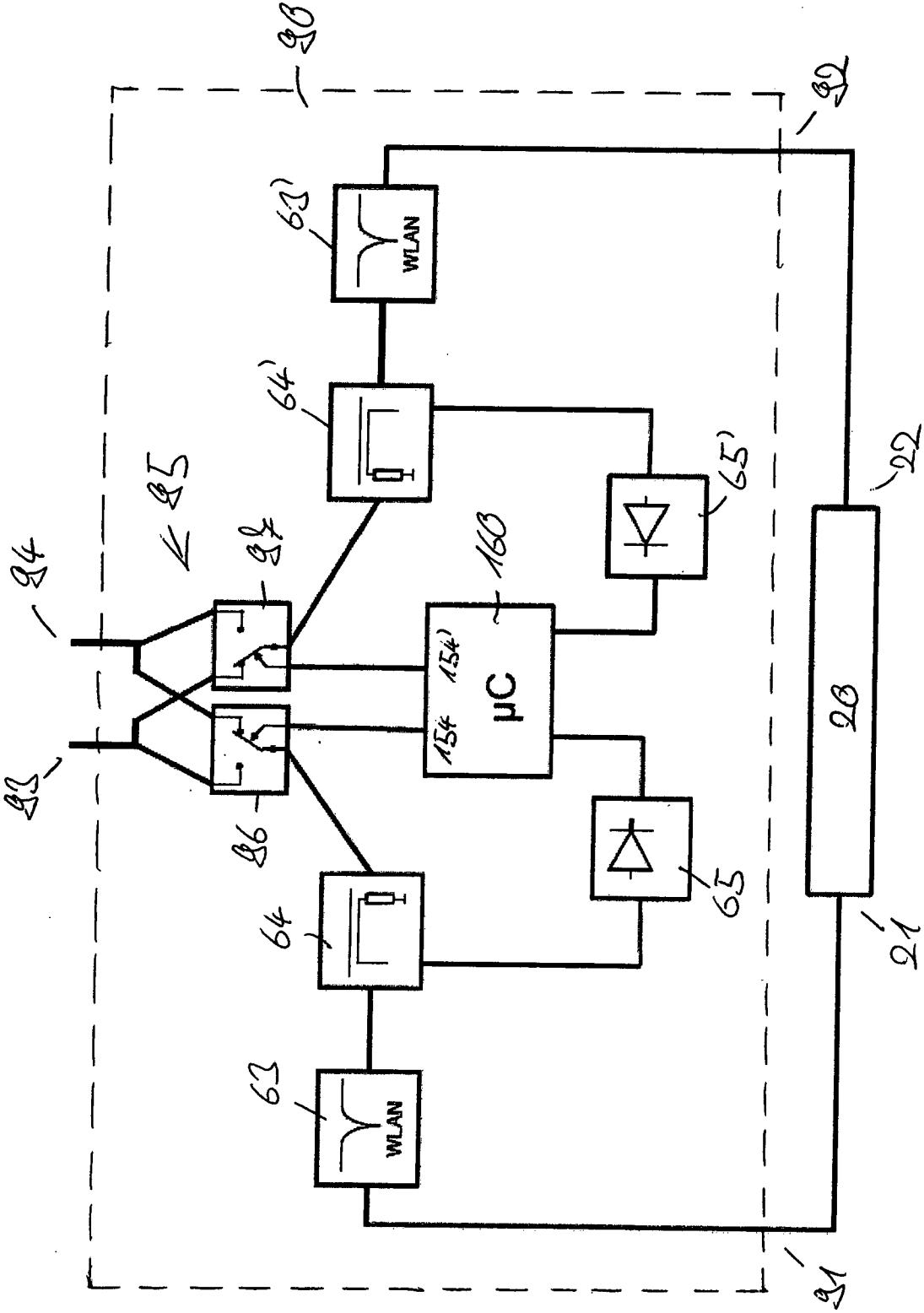


Fig. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/000591

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04B1/3877 H04B7/04
 ADD. H04M1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B H04M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2010 026698 A1 (FUNKWERK DABENDORF GMBH [DE]) 12 January 2012 (2012-01-12)	1-3, 5-10, 12-15
Y	paragraph [0036] - paragraph [0038] paragraph [0042] - paragraph [0047] paragraph [0059] paragraph [0078] - paragraph [0080]; figures 1, 9	11
X	DE 10 2012 007922 A1 (PEIKER ACUSTIC GMBH & CO KG [DE]) 24 October 2013 (2013-10-24)	1-7,9, 10,12-15
Y	paragraphs [0003], [0005]	11
A	paragraph [0027] - paragraph [0031]; figures 1, 2	8
Y	US 6 031 492 A (GRIFFIN LEE DANIEL [US] ET AL) 29 February 2000 (2000-02-29)	11
A	column 2, line 59 - column 4, line 10; figures 3, 4	1-10, 12-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 June 2016

Date of mailing of the international search report

30/06/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Patrovsky, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/000591

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010026698 A1	12-01-2012	DE 102010026698 A1	12-01-2012
		WO 2012004309 A2	12-01-2012

DE 102012007922 A1	24-10-2013	CN 103373287 A	30-10-2013
		DE 102012007922 A1	24-10-2013
		EP 2657087 A1	30-10-2013
		US 2013295992 A1	07-11-2013

US 6031492 A	29-02-2000	AU 2940797 A	07-01-1998
		US 6031492 A	29-02-2000
		WO 9748147 A1	18-12-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H04B1/3877 H04B7/04

ADD. H04M1/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H04B H04M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 026698 A1 (FUNKWERK DABENDORF GMBH [DE]) 12. Januar 2012 (2012-01-12)	1-3, 5-10, 12-15
Y	Absatz [0036] - Absatz [0038] Absatz [0042] - Absatz [0047] Absatz [0059] Absatz [0078] - Absatz [0080]; Abbildungen 1, 9	11
X	DE 10 2012 007922 A1 (PEIKER ACUSTIC GMBH & CO KG [DE]) 24. Oktober 2013 (2013-10-24)	1-7,9, 10,12-15
Y	Absätze [0003], [0005]	11
A	Absatz [0027] - Absatz [0031]; Abbildungen 1, 2	8
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Juni 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/06/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Patrovsky, Andreas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y A	US 6 031 492 A (GRIFFIN LEE DANIEL [US] ET AL) 29. Februar 2000 (2000-02-29) Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 10; Abbildungen 3, 4 -----	11 1-10, 12-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/000591

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010026698 A1	12-01-2012	DE 102010026698 A1	12-01-2012
		WO 2012004309 A2	12-01-2012

DE 102012007922 A1	24-10-2013	CN 103373287 A	30-10-2013
		DE 102012007922 A1	24-10-2013
		EP 2657087 A1	30-10-2013
		US 2013295992 A1	07-11-2013

US 6031492 A	29-02-2000	AU 2940797 A	07-01-1998
		US 6031492 A	29-02-2000
		WO 9748147 A1	18-12-1997
