



(10) **DE 10 2006 010 513 B4** 2011.12.29

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2006 010 513.3**
 (22) Anmeldetag: **07.03.2006**
 (43) Offenlegungstag: **13.09.2007**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **29.12.2011**

(51) Int Cl.: **H04L 12/64 (2006.01)**
H04W 84/10 (2011.01)
H04W 88/04 (2011.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 81669, München, DE

(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 81675, München, DE

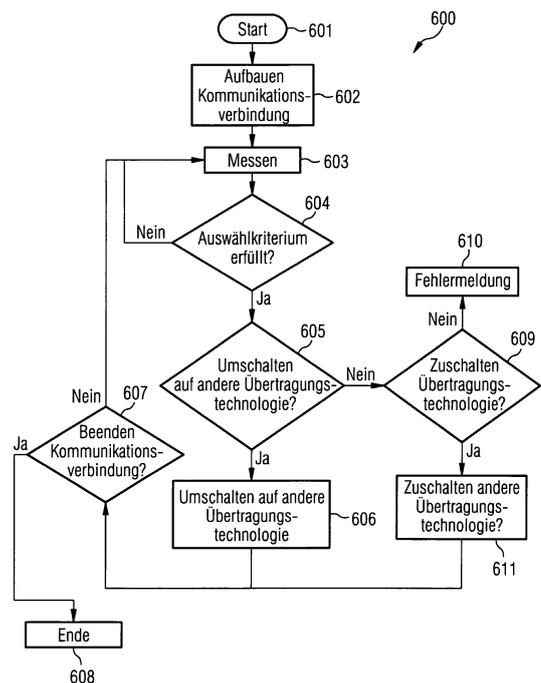
(72) Erfinder:
Schmidt, Andreas, 38124, Braunschweig, DE;
Schwagmann, Norbert, 38102, Braunschweig, DE;
Hans, Martin, 31162, Bad Salzdetfurth, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Kommunikationseinrichtung, Funk-Kommunikations-Anordnung und Verfahren zum Übertragen von Information von einer ersten Funk-Kommunikationseinrichtung zu einer zweiten Funk-Kommunikationseinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Funk-Kommunikationseinrichtung, aufweisend:

- eine erste Funk-Übertragungseinheit zum Übertragen von Information gemäß einer ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie im Rahmen einer aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung an eine andere Funk-Kommunikationseinrichtung;
- eine zweite Funk-Übertragungseinheit zum Übertragen von Information gemäß einer zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie; und
- eine Auswähleinheit zu der Umschalten von der ersten Funk-Übertragungseinheit zu der zweiten Funk-Übertragungseinheit oder beider Funk-Übertragungseinheiten zum Übertragen von Information im Rahmen der aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung an die andere Funk-Kommunikationseinrichtung abhängig von mindestens einem vorgebarten Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium.



(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	101 52 855	A1
DE	10 2004 020 254	A1
DE	10 2004 034 344	A1
DE	10 2004 038 057	A1
US	2004 / 0 023 669	A1
US	2004 / 0 192 222	A1
US	2004 / 0 266 426	A1
US	2005 / 0 271 011	A1
US	2006 / 0 045 069	A1
EP	1 388 951	A2
EP	1 585 354	A1
WO	2005/ 060 302	A1

**AGUSTI, R.; SALIENT, O. et al.: A Fuzzy-
Neural Based Approach for Joint Radio Resource
Management in a Beyond 3G Framework. In:
First Internat. Conf. on Quality of Service in
Heterogeneous Wired/Wireless Networks,
QSHINE'04, 2004, Proceedings, pp.216-224.**

**CHEBBINE, Samir; CHEBBINE, Mohand Tahar
et al.: Framework Architecture and Mathematical
Optimization of Vertical Handover Decision on
4G Networks using mSCTP. In: IEEE International
Conference on Wireless and Mobile Computing,
Networking and Communications, WiMob'2005, 2,
22-24 Aug. 2005, Proceedings, pp. 235-241.**

**LOTT, M.; SIEBERT, M.; BONJOUR, S. et al.:
Interworking of WLAN and 3G Systems. In: IEE
Proceedings-Communications, 151, Oct. 2004, 5,
pp. 507-513.**

**LUO, Jijun; MUKERJEE, R.; DILLINGER, M. et
al.: Investigation of Radio Resource Scheduling
in WLANs Coupled with 3G Cellular Network. In:
IEEE Communications Magazine, 41, June 2003,
6, pp. 108-115.**

**SALKINTZIS, Apostolis K.; FORS, Chad;
PAZHYANNUR, Rajesh: WLAN-GPRS Integration
for Next-Generation Mobile Data Networks. In:
IEEE Wireless Communications, 9, October 2002,
5, pp. 112-124.**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Funk-Kommunikationseinrichtung, eine Funk-Kommunikations-Anordnung sowie ein Verfahren zum Übertragen von Information von einer ersten Funk-Kommunikationseinrichtung zu einer zweiten Funk-Kommunikationseinrichtung.

[0002] Für die lokale Vernetzung von mobilen elektronischen Kleingeräten, wie beispielsweise Mobilfunktelefonen oder so genannten Personal Digital Assistants (PDAs), sowie von Computern und Peripheriegeräten, beispielsweise einer Computer-Maus oder einer Tastatur, setzt sich heutzutage immer mehr die so genannte Bluetooth-Technologie durch. Bluetooth ist ein Industriestandard für die drahtlose Funk-Vernetzung von Geräten über eine relativ kurze Distanz. In letzter Zeit kommt die Bluetooth-Technologie auch verstärkt in der Automobilindustrie zum Einsatz. In der Automobilindustrie werden in der Regel die fest in dem Auto integrierten akustischen und/oder optischen Eingabegeräte und Ausgabegeräte bzw. Bedienelemente, beispielsweise Mikrofon, Lautsprecher, Display, Tasten, etc., drahtlos mit einem Mobilfunktelefon gekoppelt, welches für das Telefonieren selbst nicht mehr bedient werden muss und während der gesamten Fahrt beispielsweise in einer Manteltasche des Benutzers verbleiben kann.

[0003] Es besteht ein kontinuierlicher Bedarf an einer Datenübertragungs-Alternative für ein Bluetooth-Gerät mit einer höheren Datenübertragungsrate. Während üblicherweise das Einsatzgebiet der Bluetooth-Technologie auf die Übertragung von geringen Datenmengen beschränkt ist, wird der Bedarf nach einer schnelleren Datenübertragung im Funk-Nahbereich immer größer, beispielsweise, um mobile digitale Abspielgeräte für Musikdateien und Videodateien, beispielsweise bei einem MP3-Player, einem iPod-Gerät, etc., mit Multimedia-Datenbanken im Wohnzimmer zu Hause schnell zu synchronisieren.

[0004] Im Rahmen des den Bluetooth-Kommunikationsstandard entwickelnden Standardisierungsgremiums wurde vorgeschlagen, Ultra-Breitband-Funk-Übertragungstechnologien einzusetzen, nämlich das Orthogonal Frequency Division Multiplex(OFDM)-Übertragungsverfahren oder das Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)-Übertragungsverfahren, mittels welchen es ermöglicht ist, die gewünschten Datenraten zu erreichen.

[0005] Die Druckschrift US 2005/0271011 A1 beschreibt ein System, bei dem ein mobiles Kommunikationsendgerät mittels einer ersten Kommunikationsschnittstelle und einem ersten drahtlosen Kommunikationsnetzwerk (beispielsweise einem Mobilfunknetzwerk) eine erste Kommunikationsverbindung zu einem Server haben kann und mittels einer zweiten Kommunikationsschnittstelle und einem zweiten drahtlosen Kommunikationsnetzwerk (beispielsweise einem WLAN-Netzwerk) eine zweite Kommunikationsverbindung zu dem Server haben kann. Eine Kommunikationssitzung kann von der ersten Kommunikationsverbindung auf die zweite Kommunikationsverbindung umgeschaltet werden.

[0006] In der Druckschrift DE 101 52 885 A1 ist eine Sende-Empfänger-Einheit beschrieben, welche Adapter für verschiedene Mobilfunktechnologien und/oder Funkmodule für verschiedene Übertragungstechnologien aufweist. Komponenten verschiedener Mobilfunktechnologien und/oder drahtloser Übertragungstechnologien können über die Sende-Empfänger-Einheit kommunizieren.

[0007] Die Druckschriften US 2006/0045069 A1 und EP 1 585 354 A1 beschreiben Möglichkeiten für ein Handover zwischen einem WLAN und einem Mobilfunknetzwerk.

[0008] Die Druckschrift DE 10 2004 034 344 A1 beschreibt die Möglichkeit der Zuschaltung eines Rückkanals bei einer xDSL-Kommunikationsverbindung.

[0009] Eine Funk-Kommunikationseinrichtung weist eine erste Funk-Übertragungseinheit zum Übertragen von Information gemäß einer ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie im Rahmen einer aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung an eine andere Funk-Kommunikationseinrichtung und eine zweite Funk-Übertragungseinheit zum Übertragen von Information gemäß einer zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie auf. Ferner weist die Funk-Kommunikationseinrichtung eine Auswähleinheit zum Umschalten von der ersten Funk-Übertragungseinheit zu der zweiten Funk-Übertragungseinheit oder beiden Funk-Übertragungseinheiten zum Übertragen von Information im Rahmen der aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung an die andere Funk-Kommunikationseinrichtung abhängig von mindestens einem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium auf.

[0010] Eine Funk-Kommunikations-Anordnung weist eine Funk-Kommunikationseinrichtung auf, wie sie oben beschrieben wurde sowie eine Regel-Datenbank zum Speichern mindestens einer Regel, gemäß der die Aus-

wahl der mindestens einen Bluetooth-Übertragungstechnologie in der Funk-Kommunikationseinrichtung erfolgt.

[0011] Ein Verfahren zum Übertragen von Information von einer ersten Funk-Kommunikationseinrichtung zu einer zweiten Funk-Kommunikationseinrichtung weist das Übertragen von Information von der ersten Funk-Kommunikationseinrichtung an die zweite Funk-Kommunikationseinrichtung mittels einer ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie im Rahmen einer aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung und das Umschalten von der ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie zu einer zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie oder beiden Bluetooth-Übertragungstechnologien zum Übertragen von Information im Rahmen der aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung abhängig von mindestens einem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium auf.

[0012] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird auf die oben beschriebene Weise eine flexible Anpassung der verwendeten Bluetooth-Übertragungstechnologie an die aktuelle Übertragungssituation ermöglicht, abhängig von dem jeweils berücksichtigten mindestens einen Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium.

[0013] Ausführungsbeispiele sind in den Figuren dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

[0014] In den Figuren sind, soweit sinnvoll, ähnliche oder identische Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen. Die Figuren sind nicht maßstabsgetreu.

[0015] Es zeigen

[0016] [Fig. 1](#) eine Funk-Kommunikations-Anordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0017] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm, in dem die Protokollschichten gemäß einem Bluetooth-Kommunikationsprotokoll dargestellt sind;

[0018] [Fig. 3](#) Diagramme, in denen die Unterschiede zwischen OFDM und FDM dargestellt sind;

[0019] [Fig. 4](#) ein Blockdiagramm, in dem eine Kommunikationsschichten-Struktur gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist;

[0020] [Fig. 5](#) eine Kommunikationsschichten-Struktur gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0021] [Fig. 6](#) ein Ablaufdiagramm, in dem die Verfahrensschritte eines Ausführungsbeispiels der Erfindung dargestellt sind.

[0022] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Auswähleinheit eingerichtet zum Auswählen der ersten Funk-Übertragungseinheit oder der zweiten Funk-Übertragungseinheit oder beider Funk-Übertragungseinheiten zum Übertragen von Informationen abhängig von mindestens einem vorgebbaren gemessenen oder zu messenden Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium.

[0023] Weiterhin kann mindestens eine der Funk-Übertragungseinheiten eingerichtet sein zum Übertragen von Information gemäß einer der folgenden Übertragungstechnologien:

- Bluetooth-Physikalische-Kommunikationsschicht-Übertragungstechnologie,
- Frequenz-Multiplex (beispielsweise Frequency Division Multiplex),
- Zeitmultiplex (Time Division Multiplex),
- Breitband-Funk-Übertragungstechnologie,
- Ultra-Breitband-Funk-Übertragungstechnologie wie beispielsweise der Übertragungstechnologie Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) oder einem Frequenz-Spreizverfahren, beispielsweise dem Verfahren Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS).

[0024] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Funk-Übertragungseinheit eine Einheit der physikalischen Kommunikationsschicht.

[0025] Weiterhin ist gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung die Auswähleinheit eine Einheit einer der physikalischen Schicht übergeordneten Kommunikationsschicht, beispielsweise im Sinne des Kommuni-

kationsschichten-Referenzmodells Open System Interconnection (OSI) der International Standardisation Organisation (ISO).

[0026] Die Auswähleinheit kann beispielsweise eine Einheit der folgenden Kommunikationsschichten sein:

- Verbindungsschicht,
- Transportschicht,
- Vermittlungsschicht, oder
- Netzwerkschicht.

[0027] Weiterhin kann die Auswähleinheit eingerichtet sein zur dynamischen Verteilung der Information über mehrere Funk-Übertragungseinheiten während mindestens eine Funk-Kommunikationsverbindung mittels einer Bluetooth-Übertragungstechnologie aufgebaut ist. Anders ausgedrückt bedeutet diese Ausgestaltung anschaulich, dass während einer bestehenden Funk-Kommunikationseinrichtung kontinuierlich oder zu vorgebbaren Zeitpunkten oder beim Eintreten bestimmter vorgegebener Ereignisse beispielsweise physikalisch messbare Größen gemessen werden und diese hinsichtlich des mindestens einen Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriteriums ausgewertet werden und je nach Auswertungsergebnis entschieden wird, ob die Funk-Kommunikationsverbindung weiterhin mit derselben Funk-Übertragungstechnologie weitergeführt wird, wie sie bereits aufgebaut ist, ob eine zusätzliche Bluetooth-Übertragungstechnologie hinzugeschaltet werden soll oder ob eine andere Bluetooth-Übertragungstechnologie ausgewählt werden soll, auf die die Funk-Kommunikationsverbindung dann nach dem Umschalten basiert, ohne dass die Funk-Kommunikationsverbindung für den Nutzer erkennbar unterbrochen oder abgebaut werden muss.

[0028] Das vorgebbare Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium kann eines der folgenden Kriterien sein:

- ein Kriterium, das Eigenschaften eines Kanals, beispielsweise eines physikalischen Kanals, eines Transportkanals oder eines logischen Kanals, beispielsweise der Funk-Kommunikationsverbindung, beschreibt,
- ein Kriterium, das Eigenschaften der Funk-Kommunikationseinrichtung beschreibt, beispielsweise den Batterie-Ladezustand einer Batterie der Funk-Kommunikationseinrichtung,
- ein Kriterium, das Eigenschaften außerhalb der Funk-Kommunikationseinrichtung beschreibt, beispielsweise eine Geschwindigkeit, mit der die Funk-Kommunikationseinrichtung bewegt wird, beispielsweise relativ bezogen auf den Empfänger der übertragenen Information im Rahmen der aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung,
- ein Kriterium, das Anforderungen einer Applikation, für die die Information übertragen werden soll, beschreibt. In diesem Zusammenhang können Kriterien vorgesehen sein, die QoS-Anforderungen (QoS: Quality of Service) einer Applikation, wie die maximal zulässige Verzögerungszeit oder die minimal erforderliche Datenrate, beschreiben.

[0029] Alternativ kann als Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium, welches die Funk-Kommunikationseinrichtung selbst beschreibt, ein Anschluss bzw. ein Anschließen mindestens eines Peripheriegeräts oder eines anderen Kommunikationsgeräts an die Funk-Kommunikationseinrichtung sein, allgemein das Eintreten eines vorgebbaren Ereignisses.

[0030] Die Funk-Kommunikationseinrichtung weist gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung einen Regel-Speicher auf zum Speichern mindestens einer Regel, gemäß der die Auswahl der mindestens einen Funk-Übertragungstechnologie erfolgt.

[0031] Weiterhin kann in der Funk-Kommunikationseinrichtung mindestens eine Messeinrichtung zum Messen von physikalischen Größen vorgesehen sein, deren Werte mit dem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium zu vergleichen sind, anders ausgedrückt, die gegenüber dem Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium zu bewerten sind.

[0032] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung können mehrere Messeinrichtungen zum Messen von physikalischen Größen vorgesehen sein, deren Werte mit dem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium zu vergleichen sind.

[0033] Die Messeinrichtungen können zumindest teilweise in unterschiedlichen Kommunikationsschichten vorgesehen sein und entsprechend in den jeweiligen Kommunikationsschichten vorgesehene physikalische Größen messen bzw. die gemessenen Werte mit dem auf diese Kommunikationsschicht dann bezogenen Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium vergleichen.

[0034] Es können beliebige Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterien gemeinsam verwendet werden, welche dann durch logische UND-Verknüpfungen und/oder logische ODER-Verknüpfungen zu einem Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium verknüpft werden, wobei die einzelnen Kriterien auf Größen unterschiedlicher Kommunikationsschichten bezogen sein können.

[0035] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist in jeder der folgenden Kommunikationsschichten mindestens eine Messeinrichtung zum Messen von physikalischen Größen, welche Information der jeweiligen Kommunikationsschicht repräsentieren, vorgesehen sein:

- physikalische Schicht,
- Verbindungsschicht,
- Transportschicht,
- Vermittlungsschicht.

[0036] Der Begriff ‚Messeinrichtung‘ soll im Rahmen dieser Beschreibung dabei soweit gefasst sein, dass er sowohl auf Sensoren zum Erfassen qualitativer Zustände als auch auf Sensoren zum Erfassen quantitativer physikalischer Größen lesbar ist. Insbesondere fallen auch Sensoren, die sich in der Applikationsschicht befinden und in der Lage sind, QoS-Parameter erfassen zu können, unter den Begriff „Messeinrichtung“ wie er hier und im Folgenden benutzt wird.

[0037] Weiterhin kann mindestens eine Steuereinheit zum Steuern der mindestens einen Messeinrichtung vorgesehen sein und zusätzlich oder alternativ eine Steuereinheit zum Steuern der Auswähleinheit, wobei die Steuereinheit zum Steuern der Auswähleinheit in der Auswähleinheit selbst integriert sein kann oder auch eine gemeinsame Steuereinheit mit der Steuereinheit zum Steuern der mindestens einen Messeinrichtung bilden kann.

[0038] Die Auswähleinheit kann weiterhin derart eingerichtet sein, dass während einer aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung zu mindestens einer anderen Bluetooth-Übertragungstechnologie umgeschaltet werden kann abhängig von dem Vergleichsergebnis mit dem Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium.

[0039] In einer Ausgestaltung des Verfahrens zum Übertragen von Information von einer ersten Funk-Kommunikationseinrichtung zu einer zweiten Funk-Kommunikationseinrichtung kann ein Übertragen von Information gemäß der zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie vorgesehen sein.

[0040] Weiterhin ist ein Computerprogrammprodukt bereitgestellt, welches, wenn es, beispielsweise ausgeführt von einem Prozessor der Funk-Kommunikationseinrichtung, ausgeführt wird, ein Übertragen von Information von der ersten Funk-Kommunikationseinrichtung an die zweite Funk-Kommunikationseinrichtung mittels einer ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie im Rahmen einer aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung und ein Umschalten von der ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie zu einer zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie oder beiden Bluetooth-Übertragungstechnologien zum Übertragen von Information im Rahmen der aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung abhängig von mindestens einem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium aufweist.

[0041] [Fig. 1](#) zeigt eine Funk-Kommunikations-Anordnung **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0042] Die Funk-Kommunikations-Anordnung **100** weist ein Mobilfunk-Kommunikationsendgerät **101** sowie einen Personal Computer **102** als Funk-Kommunikationseinrichtungen auf.

[0043] Es wird angenommen, dass das Mobilfunk-Kommunikationsendgerät **101** und der Personal Computer **102** mittels einer Bluetooth-Kommunikationsverbindung, in [Fig. 1](#) symbolisiert mittels eines Pfeils **103**, miteinander in Kommunikationsverbindung stehen.

[0044] Das Mobilfunk-Kommunikationsendgerät **101** weist ein Gehäuse **104** auf, in welches eingebracht oder an welches angebracht ist eine Antenne **105**. Ferner weist das Mobilfunk-Kommunikationsendgerät **101** einen Lautsprecher **106**, ein Mikrofon **107** sowie ein Display **108** auf. Weiter ist ein Tastenfeld **109** vorgesehen mit einer Vielzahl von Zifferntasten **110** sowie Funktionstasten **111** wie beispielsweise eine Funktionstaste zum Aufbauen einer Mobilfunk-Kommunikationsverbindung, eine Funktionstaste zum Abbauen einer Mobilfunk-Kommunikationsverbindung sowie eine Funktionstaste zum Ausschalten des Mobilfunk-Kommunikationsendgeräts **101**.

[0045] Der Personal Computer **102** weist einen Bildschirm **112** auf, welcher mittels einer entsprechenden Kommunikationsverbindung mit dem Rechner **113** Personal Computers **102** verbunden ist. Ferner ist mit dem Personal Computer **102** eine Computermouse **114** gekoppelt sowie eine Tastatur **115**.

[0046] Es ist darauf hinzuweisen, dass in einer alternativen Ausführungsform der Erfindung zwei oder mehr beliebige Funk-Kommunikationseinrichtungen in der Funk-Kommunikationsanordnung **100** vorgesehen sein können, grundsätzlich eine beliebige Anzahl von Funk-Kommunikationseinrichtungen. Alternativ kann eine Funk-Kommunikationseinrichtung beispielsweise sein ein Personal Digital Assistant, eine Workstation, ein Massenspeicher, eine Musikanlage, ein Beamer, oder auch eine Computer-Mouse, eine Tastatur oder ein beliebiges anderes mobiles Gerät, welches zur Funk-Informationenübertragung gemäß beispielsweise einer Bluetooth-Informationenübertragungstechnologie, alternativ gemäß einer der im Folgenden beschriebenen anderen Funk-Übertragungstechnologien, eingerichtet sein kann.

[0047] Beispielsweise kann eine alternative Funk-Kommunikations-Anordnung **100** ein Mobilfunk-Kommunikationsendgerät **101** sowie eine in einem Kraftfahrzeug installierte Funk-Kommunikationseinrichtung sein, in welchem Fall beispielsweise die fest in dem Kraftfahrzeug, beispielsweise in einem Auto, integrierten akustischen und/oder optischen Eingabegeräte und Ausgabegeräte bzw. Bedienelemente wie beispielsweise ein Mikrofon, Lautsprecher, ein Display, eine Taste oder mehrere Tasten, etc., drahtlos mit dem Mobilfunk-Kommunikationsendgerät **101** gekoppelt sind, welches beispielsweise für das Telefonieren selbst nicht mehr bedient werden muss und während der gesamten Fahrt eines Nutzers des Mobilfunk-Kommunikationsendgeräts **101** beispielsweise in dessen Manteltasche verbleiben kann.

[0048] Bluetooth-Kommunikationsnetzwerke, die meist einen ad-hoc-Charakter aufweisen, d. h. die Bluetooth-Geräte, finden und verbinden sich automatisch und spontan, sobald sie in gegenseitige Funk-Reichweite gekommen sind. Die Bluetooth-Kommunikationsnetzwerke werden auch als Wireless Personal Area Network (WPAN) bezeichnet. Ein Bluetooth-Funk-Kommunikationsgerät kann gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gleichzeitig bis zu sieben Bluetooth-Funk-Kommunikationsverbindungen zu anderen Bluetooth-Kommunikationsendgeräten aufrechterhalten, wobei sich die Bluetooth-Kommunikationsgeräte die verfügbare Bandbreite miteinander teilen müssen (dies wird auch als „shared medium“ bezeichnet). In dem Fall von mehr als zwei mittels Bluetooth miteinander verbundener Bluetooth-Geräte wird ein solches Kommunikationsnetzwerk auch als „Bluetooth-Piconet“ bezeichnet. Bluetooth unterstützt die Übertragung von Sprachinformation und Daten gleichermaßen. Im Weiteren wird zur Vereinfachung auch der Ausdruck „zur Übertragung der Information“ verwendet, worunter sowohl die Übertragung von Sprachinformation als auch von Daten wie beispielsweise Videodaten, Musikdateien (Audiodateien), Standbilddaten, textuellen Daten, etc. zu verstehen ist. Eine Verschlüsselung der transportierten zu übertragenden Information ist gemäß Bluetooth ebenfalls möglich.

[0049] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in jeder Funk-Kommunikationseinrichtung, welche eingerichtet ist zur Kommunikation gemäß einer Bluetooth-Übertragungstechnologie, ein Mikroprozessor-Chip vorgesehen, das so genannte Bluetooth-Modul. Das Bluetooth-Modul benötigt wenig Energie zum Betrieb, bietet integrierte Sicherheitsmechanismen und ist relativ günstig herzustellen. Somit kann es in einer breiten Palette von elektronischen Geräten eingesetzt werden.

[0050] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht das Bluetooth-Modul aus einem Hochfrequenz-Teil (HF-Teil) und einem Basisband-Controller, der die Schnittstelle zum Host-System, z. B. dem PC, Laptop oder einem anderen Mobilfunk-Kommunikationsendgerät, beispielsweise einem Mobilfunktelefon, darstellt. Die Details hierzu werden im Folgenden noch näher erläutert.

[0051] Der Bluetooth-Kommunikationsstandard definiert derzeit die folgenden drei Sendeleistungsklassen:

- eine erste Sendeleistungsklasse mit einer Sendeleistung von 1 mW (0 dBm),
- eine zweite Sendeleistungsklasse mit einer Sendeleistung von 2,5 mW (4 dBm), und
- eine dritte Sendeleistungsklasse mit einer Sendeleistung von 100 mW (20 dBm).

[0052] Gemäß den drei Sendeleistungsklassen sind mit dem derzeitigen Bluetooth-Standard Reichweiten von 10 m bis 100 m Übertragungsentfernung ermöglicht, wie in der folgenden Tabelle 1 dargestellt ist:

Klasse	Maximale Sendeleistung	Mindestreichweite bei Sichtverbindung
1	100 mW/20 dBm	100 m
2	2,5 mW/4 dBm	20 m
3	1 mW/0 dBm	10 m

Tabelle 1: Bluetooth Leistungsklassen

[0053] Die Stromaufnahme des Bluetooth-Moduls ist gering; er liegt im Standby-Betrieb bei ungefähr 0,3 mA und erreicht sonst maximal 140 mA. Die Empfangsteile besitzen eine Empfindlichkeit von mindestens -70 dBm und arbeiten mit einer Kanalbreite 1 MHz.

[0054] Die Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen senden im lizenzfreien ISM-Frequenzband (ISM: Industrial, Scientific, Medical), d. h. in einem Frequenzbereich zwischen 2,402 GHz und 2,480 GHz. Die Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen dürfen weltweit zulassungsfrei betrieben werden. Störungen können aber beispielsweise durch WLAN-Kommunikationsnetzwerke, schnurlose (drahtlose) Telefone, Garagentoröffner oder Mikrowellenherde verursacht werden, die ebenfalls in dem ISM-Frequenzband arbeiten.

[0055] Um eine ausreichende Robustheit gegenüber Störungen zu erreichen, wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Frequenzsprungverfahren (englisch: Frequency Hopping) eingesetzt, bei dem das Frequenzband in eine Vielzahl von Frequenzstufen, beispielsweise von 79 Frequenzstufen in einem Frequenzabstand von 1 MHz, eingeteilt wird, welche sehr häufig gewechselt werden, beispielsweise bis zu 1600 Mal in der Sekunde, wobei darauf hinzuweisen ist, dass auch Pakettypen vorgesehen sind, bei denen die Frequenzstufen nicht so häufig gewechselt werden. An dem unteren Ende und an dem oberen Ende des Frequenzbereichs gibt es jeweils ein Frequenzband als Sicherheitsabstand (auch bezeichnet als Guard Band) zu benachbarten Frequenzbereichen. Bei einer Bluetooth-Kommunikationseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, welche die Bluetooth-Version 1.2 (oder eine frühere Bluetooth-Version) nutzt, kann theoretisch eine Datenübertragungsrate von 723,2 kbit/s beim Herunterladen (Netto im Download) bei gleichzeitigen 57,6 kbit/s beim Heraufladen (Netto im Upload) erreicht werden. Bei einer Bluetooth-Kommunikationseinrichtung gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welchem die Bluetooth-Version 2.0 verwendet wird, ist eine unter dem Namen EDR (Enhanced Data Rate) bekannte Erweiterung vorgesehen, die eine maximal etwa dreimal so schnelle Datenübertragung ermöglicht, also eine Datenübertragung mit ungefähr 2,2 Mbit/s beim Herunterladen von Informationen auf die Funk-Kommunikationseinrichtung (Netto im Download).

[0056] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist es vorgesehen, die in Tabelle 1 und oben beschriebenen theoretischen Reichweiten der Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen von 10 m bis 100 m (je nach Leistungsklasse) noch zu erhöhen, so dass z. B. ein Bluetooth-fähiges Mobilfunktelefon als Funk-Kommunikationseinrichtung von einem Personal Computer mittels eines entsprechend modifizierten Bluetooth-USB-Dongle unter Verwendung einer Richtfunkantenne bei Sichtkontakt noch aus ungefähr 1,5 km Entfernung angesprochen werden kann.

[0057] Sobald eine Bluetooth-Kommunikationseinrichtung in Betrieb gesetzt wird, identifizieren sich die jeweils in der Reichweite der anderen Bluetooth-Kommunikationseinrichtung befindlichen einzelnen Bluetooth-Controller der Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen innerhalb von zwei Sekunden mittels einer individuellen und unverwechselbaren 48 Bit langen Seriennummer. In dem Standby-Modus lauschen unverbundene Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen in zeitlichen Abständen von 1,28 Sekunden auf Nachrichten von möglichen Gegenstellen und kontrollieren dabei beispielsweise 32 Hop-Frequenzen. Eine Bluetooth-Kommunikationsverbindung kann von einem beliebigen Bluetooth-Kommunikationsgerät ausgehen, das sich dadurch zu einer Master-Kommunikationseinrichtung erhebt. Der Kontakt zu den Slave-Kommunikationseinrichtungen wird durch eine Inquiry-Nachricht (anders ausgedrückt eine Erkundigungs-Nachricht) und danach durch eine Page-Nachricht (anders ausgedrückt einer Aufruf-Nachricht) hergestellt, falls die Hardware-Adresse der jeweiligen Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen unbekannt ist. Bei bekannter Hardware-Adresse der Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen fällt der erste Schritt weg. In dem so genannten Page-Zustand sind die Master-Kommunikationseinrichtungen gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung 16 identische Page-Telegramme auf 16 unterschiedlichen Hopping-Frequenzen, welche für die Slave-Kommunikationseinrichtungen bestimmt sind. Danach befinden sich die Stationen, anders ausgedrückt die Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen, in dem Zustand „Verbunden“. Durchschnittlich wird gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Kommunikationsverbindungsaufnahme innerhalb von 0,6 Sekunden erreicht.

[0058] Wenn zwischen den Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen bei einer aufgebauten Bluetooth-Kommunikationsverbindung keine Daten zu übertragen sind, so kann die Master-Kommunikationseinrichtung in einem Piconet seine Slave-Gegenstellen, d. h. die verbundenen Slave-Kommunikationseinrichtungen, in einen Hold-Modus versetzen, um Strom zu sparen. Weitere Zustände zur Stromersparnis, die vor allem für Anwendungen in mobilen Kommunikationseingegeräten wie beispielsweise einem Mobilfunk-Telefon, geeignet sind, sind gemäß einem Ausführungsbeispiel der so genannte SNIFF-Modus sowie der so genannte PARK-Modus. In dem SNIFF-Modus arbeitet eine Slave-Kommunikationseinrichtung in einem reduzierten Zyklus, während in dem PARK-Modus eine Bluetooth-Kommunikationseinrichtung weiterhin synchronisiert bleibt, aber nicht an dem Datenverkehrsaufkommen teilnimmt.

[0059] Das Bluetooth-Basisband ist eine Kombination aus Leitungsvermittlung und Paketvermittlung.

[0060] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung sind im Rahmen der Bluetooth-Datenübertragung zwei unterschiedliche Verbindungstypen vorgesehen:

1. Synchronous Connection Oriented(SCO)-Verbindungstyp:

Die synchrone verbindungsorientierte Kommunikation realisiert eine symmetrische leitungsvermittelte Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsverbindung zwischen Master-Kommunikationseinrichtung und einer Slave-Kommunikationseinrichtung. Die Master-Kommunikationseinrichtung reserviert in regelmäßigen zeitlichen Abständen Zeitschlitze für die Übertragung von Information; die Master-Kommunikationseinrichtung kann in einem festgelegten Zeitschlitz (den so genannten SCO-Intervallen, TSCO) Information, grundsätzlich beliebige Daten, an die Slave-Kommunikationseinrichtung senden, die Slave-Kommunikationseinrichtung kann in dem darauf folgenden Zeitschlitz seine Daten bzw. seine Information senden.

Eine Master-Kommunikationseinrichtung kann bis zu drei SCO-Kommunikationsverbindungen zu einer oder mehreren Slave-Kommunikationseinrichtungen unterstützen.

Eine Slave-Kommunikationseinrichtung kann bis zu drei SCO-Kommunikationsverbindungen zu einer Master-Kommunikationsverbindung oder maximal zwei SCO-Kommunikationsverbindungen zu unterschiedlichen Master-Kommunikationseinrichtungen unterhalten.

SCO-Kommunikationsverbindungen sind darauf ausgerichtet, eine effiziente Sprachübertragung zu gewährleisten. Jede SCO-Kommunikationsverbindung kann Sprachsignale mit 62 kbit/s übertragen. Bei SCO-Kommunikationsverbindungen findet keine Überprüfung der Datenintegrität statt. In dem Fall, dass Daten bei der Übermittlung verloren gehen, findet keine erneute Übertragung statt, da dies für die nachfolgenden Datenpakete eine Verzögerung bedeuten würde.

Zur Codierung von Sprachdaten wird gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ein sehr robustes Verfahren, die so genannte Continuous Variable Slope Delta(CVSD)-Modulation, eingesetzt. CVSD ist eine Art Deltamodulation, bei der die Schrittweite des approximierten Signals fortschreitend erhöht oder vermindert wird, um das approximierte Signal besser an das analoge Eingangssignal anzupassen. Bei der Umsetzung werden nur die positiven oder negativen Änderungen gegenüber dem Vorwert durch ein Bit angezeigt. CVSD arbeitet üblicherweise mit Abtastraten von 32 kHz. Es sind jedoch auch Implementierungen in alternativen Ausführungsformen der Erfindung möglich, die mit einer geringen Abtastrate arbeiten.

2. Asynchronous Connectionless(ACL)-Verbindungstyp:

Die asynchrone verbindungslose Kommunikation stellt einen verbindungslosen, paketvermittelnden Dienst zur Verfügung.

Eine ACL-Kommunikationsverbindung kann immer dann genutzt werden, wenn der Kanal nicht für eine SCO-Kommunikationsverbindung reserviert ist, da gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung eine SCO-Kommunikationsverbindung Vorrang hat.

Zwischen einer Master-Kommunikationseinrichtung und einer Slave-Kommunikationseinrichtung kann zu einem Zeitpunkt immer nur eine ACL-Kommunikationsverbindung aufgebaut sein. Im Rahmen einer ACL-Kommunikationsverbindung kann eine Master-Kommunikationseinrichtung auch Pakete an alle Slave-Kommunikationseinrichtungen, die sich in seinem Piconetz befinden, versenden. Dies wird auch als Rundruf (Broadcasting) bezeichnet. In diesem Fall gibt die Master-Kommunikationseinrichtung in dem Kopffeld des jeweiligen Datenpakets (auch bezeichnet als Paketkopf) einfach keine näher spezifizierte Zieladresse für das Datenpaket an.

ACL-Kommunikationsverbindungen sind für eine effiziente Datenübertragung ausgelegt. Bei der Übermittlung der Daten spielt üblicherweise die Verzögerung meist eine untergeordnete Rolle, während die Datenintegrität sehr wichtig ist.

Für die Datenübertragung können Datenpakete für einen, drei oder fünf Zeitschlitze genutzt werden. Die Nutzlast wird (außer bei einer bestimmten, an dieser Stelle nicht näher erläuterten Art von Paketen) stets mittels einer Prüfsumme abgesichert. Aus diesem Grund stellt Bluetooth gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung neben den zwei Verfahren zur Vorwärtsfehlerkorrektur auch ein Verfahren zur automatischen

Übertragungswiederholung, ein so genanntes Automatic Repeat Request-Verfahren (ARQ-Verfahren) zur Verfügung, um damit eine zuverlässige Datenübertragung zu erreichen.

Während eine SCO-Kommunikationsverbindung immer symmetrische ist, d. h., dass Hinkanal und Rückkanal die gleiche Bandbreite haben (vgl. Tabelle 2), kann eine ACL-Kommunikationsverbindung sowohl symmetrisch als auch unsymmetrisch betrieben werden (vgl. Tabelle 3).

Typ	Header [Bytes]	Nutzdaten [Bytes]	FEC	CRC	Maximale symmetrische Datenrate [kbit/s]
HV1	n. a.	10	1/3	Ja	64,0
HV2	n. a.	20	2/3	Ja	64,0
HV3	n. a.	30	Nein	Ja	64,0
DV	1 D	10 + (0–9) D	2/3 D	Ja	64,0 + 57,6 D
EV3	n. a.	1–30	Nein	Ja	96,0
EV4	n. a.	1–120	2/3	Ja	192,0
EV5	n. a.	1–180	Nein	Nein	288,0

Tabelle 2: Übersicht SCO-Verbindungen

Typ	Header [Bytes]	Nutzdaten [Bytes]	FEC	CRC	Maximale symmetrische Datenrate [kbit/s]	Maximale asymmetrische Datenrate (Uplink) [kbit/s]	Maximale asymmetrische Datenrate (Downlink) [kbit/s]
DM1	1	0–17	2/3	Ja	108,8	108,8	108,8
DH1	1	0–27	Nein	Ja	172,8	172,8	172,8
DM3	2	0–121	2/3	Ja	258,1	387,2	54,4
DH3	2	0–183	Nein	Ja	390,4	585,6	86,4
DM5	2	0–224	2/3	Ja	286,7	477,8	36,3
DH5	2	0–339	Nein	Ja	433,9	723,2	57,6
AUX1	1	0–29	Nein	Nein	185,6	185,6	185,5

Tabelle 3: Übersicht ACL-Verbindungen

Beide Verbindungstypen, d. h. die SCO-Kommunikationsverbindung und die ACL-Kommunikationsverbindung benutzen ein Zeitmultiplexverfahren für die Duplex-Datenübertragung.

Zwei Informationskanäle oder mehr Informationskanäle können auf diese Weise mittels derselben Kommunikationsverbindung gesendet werden, indem jedem Kanal ein unterschiedliches Zeitintervall (Slot, auch bezeichnet als Zeitschlitz) zugeteilt wird. Für synchrone Datenpakete können bestimmte Zeitintervalle reserviert werden, wobei jedes Datenpaket auf einer unterschiedlichen Hop-Frequenz gesendet wird. Ein Datenpaket deckt üblicherweise ein einziges Zeitintervall ab, kann aber auch bis zu 5 Slots beanspruchen.

[0061] Das mit der Standardisierung der Bluetooth-Übertragungstechnologie betraute Gremium Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG) definiert neben den oben bereits besprochenen physikalischen Übertragungsverfahren und Protokollschichten auch Anwendungsprofile, die so genannten Bluetooth-Profiles, welche die Zusammenarbeit von Bluetooth-Kommunikationseinrichtungen unterschiedlicher Hersteller garantieren sollen. Die Bluetooth-Profile können in beliebiger Weise in den Ausführungsbeispielen der Erfindung eingesetzt werden. In einem Anwendungsprofil können sowohl Regeln als auch Protokolle für ein dediziertes Anwendungs-Szenario definiert werden. In vielen Fällen kann ein Anwendungsprofil als ein vertikaler Schnitt durch das gesamte Kommunikationsprotokoll-Schichtmodell verstanden werden, indem es für jede Kommunikationsprotokollschicht die obligatorischen Kommunikationsprotokollanteile festlegt und/oder anwendungsprofil-spezifische Parameter für eine bestimmte Kommunikationsprotokollschicht definiert. Auf diese Weise wird

ein hoher Grad an Interoperabilität gewährleistet. Ferner hat der Nutzer durch Einsatz von Anwendungsprofilen den Vorteil, dass er zwei Kommunikationsendgeräte oder mehrere Kommunikationsendgeräte nicht manuell aufeinander abstimmen muss. Auf diese Weise lässt Bluetooth auch mehrere Profile gleichzeitig zu.

[0062] In Tabelle 4 ist eine Übersicht über einige derzeit vorgesehene und in den Ausführungsbeispielen verwendbare Bluetooth-Anwendungsprofile gegeben. Das wohl bedeutendste Anwendungsprofil ist das Generic Access Profile (GAP) mit grundlegenden Funktionen zum Kommunikationsverbindungsaufbau und zur Authentifizierung der anderen an der Kommunikation teilnehmenden Funk-Kommunikationseinrichtung(en), auf welchem Anwendungsprofil üblicherweise alle andere Anwendungsprofile basieren.

Abkürzung	Profil	Anwendung
GAP	Generic Access Profile	grundlegendes Verfahren zur Authentifizierung und Verbindungsaufnahme
A2DP	Advanced Audio Distribution Profile	drahtlose Stereoverbindung für Lautsprecher oder Kopfhörer
SDAP	Service Discovery Application Profile	Diensteabfrage, der gerade sichtbaren Nachbarn
CIP	Common ISDN Access Profile	ISDN-CAPI-Schnittstelle
PAN	Personal Area Network	Netzwerkverbindung mit Ethernet
SPP	Serial Port Profile	serielle Schnittstelle
DUNP	Dial-Up Networking Profile	Internet-Zugang
CTP	Cordless Telephony Profile	schnurlos Telefonie
HSP	Headset Profile	schnurloses Headset
HCRP	Hardcopy Cable Replacement Profile	Drucken
HID	Human Interface Device	Tastatur- und Mausanschluss (Mensch-zu-Maschine-Schnittstelle)
GOEP	Generic Object Exchange Profile	Objektaustausch
HFP	Hands Free Profile	herstellerunabhängige Kommunikation zwischen Handy und Freisprecheinrichtung
FTP	File Transfer Profile	Dateiübertragung
BIP	Basic Imaging Profile	Bildübertragung
BPP	Basic Printing Profile	Drucken
FaxP	Fax Profile	Fax
IntP	Intercom Profile	Sprechfunk
PAN	Personal Area Network	drahtlose Kopplung mit Ethernet (LAN)
OPP	Object Push Profile	Termine und Adressen übertragen
SAP	SIM Access Profile	SIM-Karten-Zugriff
GAVDP	Generic AV Distribution Profile	Audio- und Videoübertragung
AVRCP	Audio Video Remote Control Profile	Audio/Video-Fernbedienung
ESDP	Extended Service Discovery Profile	erweiterte Diensterkennung
SP	Synchronisation Profile	Dateisynchronisation

[0063] Im Folgenden wird zum besseren Verständnis der Ausführungsbeispiele der Erfindung das ISO/OSI-Modell erläutert, welches ein von der International Organisation for Standardisation (ISO) genormtes und aus sieben Schichten bestehendes Referenzmodell für die Beschreibung herstellerunabhängiger Kommunikationssysteme darstellt. OSI bedeutet Open System Interconnection (Offenes System für Kommunikationsverbindungen).

[0064] Das ISO/OSI-Modell wird als Hilfsmittel eingesetzt, um eine offene Kommunikation zwischen verschiedenen Netzwerk-Kommunikationseinrichtungen unterschiedlicher Hersteller zu beschreiben. Viele frei nutzbare Netzwerk-Kommunikationsprotokolle basieren auf diesem Referenzmodell, ein bekanntes Beispiel ist das Transport Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP). Die sieben Ebenen, anders ausgedrückt die sieben Kommunikationsprotokollschichten sind so festgelegt, dass sie aufeinander aufbauen und jede einzelne Ebene unabhängig von den anderen Ebenen genutzt werden kann.

[0065] Die von der OSI definierten Kommunikationsprotokollschichten lassen sich in zwei Hauptgruppen unterteilen: die Kommunikationsprotokollschichten 1 bis 4 stellen das Transportsystem dar, in welchem die Kommunikationskanäle physikalisch und logisch festgelegt werden. Die Ebenen, anders ausgedrückt die Kommunikationsprotokollschichten, 5 bis 7 stellen das Anwendungssystem dar und dienen vorwiegend der Darstellung von Informationen. Die Kommunikationsprotokollschichten werden üblicherweise so dargestellt, dass die Kommunikationsprotokollschicht 1 graphisch unten wiedergegeben wird und die Kommunikationsprotokollschicht 7 oben (vgl. Tabelle 5):

Nr.	Englische Bezeichnung	Deutsche Bezeichnung	Beispiele
7	Application Layer	Anwendungsschicht	Web-Browser, Mail Programm
6	Presentation Layer	Darstellungsschicht	HTML, XML, MIME
5	Session Layer	Sitzungsschicht	http, FTP, POP3, SMTP
4	Transport Layer	Transportschicht	TCP
3	Network Layer	Netzwerkschicht	IP
2	Data Link Layer	Verbindungsschicht	PPP
1	Physical Layer	Physikalische Schicht	IEEE 802

Tabelle 5: Das ISO Schichten-Modell

[0066] Im Folgenden werden einige Hauptaufgaben der jeweiligen Kommunikationsprotokollschichten beschrieben.

- Kommunikationsprotokollschicht 7 (Anwendungsschicht):

Die Anwendungsschicht (englisch: Application Layer) stellt die Kommunikationsverbindung zwischen dem Nutzer und einem oder mehreren Anwendungsprogrammen her, beispielsweise einem E-Mail-Anwendungsprogramm oder einem Datenübertragungs-Anwendungsprogramm, usw.

- Kommunikationsprotokollschicht 6 (Darstellungsschicht):

In der Darstellungsschicht (englisch: Presentation Layer) werden Daten für die Anwendungsschicht vorbereitet. Sie werden beispielsweise decodiert, umgewandelt, verschlüsselt oder überprüft.

- Kommunikationsprotokollschicht 5 (Sitzungsschicht):

Mittels der Sitzungsschicht (englisch: Session Layer) werden Dienste bereitgestellt, die zur Organisation der Datenübertragung dienen. So können Kommunikationsverbindungen trotz zwischenzeitlicher Unterbrechung wieder aufgenommen werden; dazu werden beispielsweise so genannte Token in den Datenpaketen entsprechend gesetzt.

- Kommunikationsprotokollschicht 4 (Transportschicht):

Die Transportschicht (englisch: Transport Layer) gibt die Möglichkeit, Kommunikationsverbindungen ordnungsgemäß aufzubauen und abzubauen, Kommunikationsverbindungen miteinander zu synchronisieren und Datenpakete auf mehrere Kommunikationsverbindungen zu verteilen (auch bezeichnet als Multiplexing). Die Transportschicht verbindet das Transportsystem mit dem Anwendungssystem des ISO/OSI-Modells (siehe oben). Des Weiteren werden Datenpakete segmentiert und der Stau von Paketen verhindert.

- Kommunikationsprotokollschicht 3 (Netzwerkschicht):

Die Vermittlung und Zustellung von Datenpaketen übernimmt die Netzwerkschicht (englisch: Network Layer). In der Netzwerkschicht erfolgen auch die Zusammenstellung von Routing-Tabellen und das Routing an sich. Weiterzuleitende Pakete erhalten eine neue Zwischenzieladresse und gelangen nicht in höhere Kommunikationsprotokollschichten. Auch die Kopplung verschiedener Netzwerktopologien erfolgt auf dieser Ebene, d. h. in dieser Kommunikationsprotokollschicht.

- Kommunikationsprotokollschicht 2 (Verbindungsschicht):

Die Verbindungsschicht (englisch: Data Link Layer) organisiert und überwacht den Zugriff auf das Übertragungsmedium. Der Bitstrom wird auf der Ebene der Verbindungsschicht segmentiert und in Pakete zusammengefasst. Außerdem können Daten einer Fehler-Prüfung unterzogen werden; so kann beispielsweise

eine Prüfsumme an ein Paket angehängt werden. Es ist auch eine Komprimierung der Daten in dieser Kommunikationsprotokollschicht möglich. Weitere Bestandteile der Verbindungsschicht sind eine Sequenzüberwachung und eine Zeitüberwachung sowie eine Flusskontrolle.

Die Verbindungsschicht lässt sich noch einmal in zwei Teilschichten (englisch: Sublayer) aufteilen. Die „obere“ Teilschicht wird als Logical Link Control-Teilschicht (LLC-Schicht) bezeichnet und die „untere“ Teilschicht als Medium Access Control-Teilschicht (MAC-Schicht). Die Funktionalitäten der MAC-Schicht kann je nach eingesetztem Übertragungsmedium (physikalische Schicht) unterschiedlich ausgeprägt sein.

Zu ihren Hauptaufgaben gehören üblicherweise:

- Erkennen, wo Datenpakete (englisch: Frames) in dem von der physikalischen Schicht empfangenen Bitstrom anfangen und aufhören (beim Empfangen von Datenpaketen).
- Einteilen des Datenstroms in Datenpakete (englisch: Frames) und gegebenenfalls Einfügen von Zusatzbits in die Datenpaketstruktur, damit der Anfang und das Ende eines Datenpakets in dem Empfänger detektiert werden können (beim Senden von Datenpaketen).
- Feststellen von Übertragungsfehlern, beispielsweise durch das Einfügen einer Prüfsumme (Checksumme) beim Senden bzw. durch entsprechende Kontroll-Berechnungen beim Empfangen.
- Einfügen bzw. Auswerten von MAC-Adressen in dem Sender bzw. Empfänger.
- Zugriffskontrolle, d. h. eine Kontrolle dahingehend, welche der auf das physikalische Medium zugreifenden Kommunikationseinrichtungen das Senderecht hat.

• Kommunikationsprotokollschicht 1 (Physikalische Schicht):

In der Physikalischen Schicht (englisch Physical Layer) werden Steckverbindungen, Wellenlängen und Signalpegel definiert. Die Bitsequenzen werden in dieser Kommunikationsprotokollschicht in übertragbare Formate gewandelt. Auch die Eigenschaften der Übertragungsmedien (Kabel, Funk, Lichtwellenleiter) sind in der physikalischen Schicht festgelegt.

[0067] Die unteren Protokollschichten der Bluetooth-Architektur gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung sind in [Fig. 2](#) in einem Protokollschicht-Diagramm **200** dargestellt.

[0068] Die drei unteren Kommunikationsprotokollschichten (Physikalische Schicht, gemäß Bluetooth bezeichnet auch als Radio Layer **201**; Verbindungsschicht, gemäß Bluetooth auch bezeichnet als Baseband Layer **202**, und die Netzwerkschicht, gemäß Bluetooth auch bezeichnet als Link Management Layer **203**) sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung zu einem Untersystem **204** zusammengefasst, welches auch als „Bluetooth Controller“ bezeichnet wird.

[0069] Die oberhalb des Bluetooth-Controllers **204** liegende Transportschicht wird gemäß Bluetooth durch die mit der in [Fig. 2](#) gezeigten optionalen „Host to Controller Interface“ (HCI-Schnittstelle) **205** abgeschlossen. Die HCI-Schnittstelle **205** dient in der Bluetooth-Architektur gemäß den Ausführungsbeispielen der Erfindung als Dienstzugangspunkt (Service Access Point) zu dem Bluetooth-Controller **204**.

[0070] Oberhalb der HCI-Schnittstelle **205** ist eine als Logical Link Control and Adaptation Protocol-Schicht **206** (L2CAP-Schicht) bezeichnete Sitzungsschicht vorgesehen.

[0071] Die L2CAP-Schicht **206** wird gemäß den Ausführungsbeispielen der Erfindung bei ACL-Kommunikationsverbindungen verwendet, sie sind jedoch nicht vorgesehen bei SCO-Kommunikationsverbindungen, die darauf ausgerichtet sind, eine effiziente Sprachübertragung mit konstanter Datenrate von üblicherweise 64 kbit/s zu gewährleisten. Gemäß der dargestellten Bluetooth-Architektur ist die strenge Einteilung des ISO/OSI-Modells nicht immer eingehalten.

[0072] In der allgemeinen Bluetooth-Architektur, wie sie gemäß den Ausführungsbeispielen der Erfindung vorgesehen ist, erstrecken sich auch Teile der Netzwerkschicht in die Transportschicht hinein. Die Darstellungsschicht und die Anwendungsschicht werden in [Fig. 2](#) aus Gründen der einfacheren Darstellung nicht gezeigt. Steuersignale **207** sind in [Fig. 2](#) durch hellgraue (gestrichelte) Verbindungspfeile repräsentiert und bilden anschaulich die Steuerebene (Control plane, C-Plane) während die Datensignale **208** durch in [Fig. 2](#) schwarze (durchgängige) Verbindungspfeile dargestellt sind, wobei die Datensignale anschaulich die Nutzerebene (User plane, U-Plane) bilden.

[0073] Interoperabilität in Bluetooth wird dadurch gewährleistet, dass einerseits eine saubere Schnittstelle zwischen dem Bluetooth-Controller **204** (Kommunikationsprotokollschichten ausgehend von der Link Management Layer **203** abwärts) und dem „Bluetooth Host“ (die Schichten ab der L2CAP-Schicht **206** aufwärts) innerhalb eines Bluetooth-Kommunikationssystems definiert ist (nämlich die HCI-Schnittstelle **205**) und zum anderen der Austausch von Protokollnachrichten zwischen gleichen Schichten zweier unterschiedlicher Bluetooth-

Kommunikationssysteme eindeutig geregelt ist, in [Fig. 2](#) symbolisiert mittels Kommunikations-Verbindungs-pfeilen **209**.

[0074] Gemäß den Ausführungsbeispielen der Erfindung ist vorgesehen, neben der bewährten physikalischen Übertragungsschicht, die Datenraten von bis zu 2,2 Mbit/s (Netto beim Download gemäß Bluetooth Version 2.0 zuzüglich Enhanced Data Rate) zur Verfügung stellt, zusätzlich noch eine (oder zwei) weitere physikalische Übertragungsschichten bzw. diese implementierende Einheiten, die sich in anderen Kommunikationstechnik-Bereichen bewährt haben und deutlich höhere Datenraten von über 100 Mbit/s bieten, einzubinden.

[0075] Gemäß diesen Ausführungsbeispielen der Erfindung sind zwei alternative Ultra-Breitband-Übertragungstechnologien (Ultra Wide Band (UWB)) vorgesehen:

1. Eine auf Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) basierende Übertragungstechnologie gemäß dem Standard WiMedia Alliance.

Bekannte Beispiele für die OFDM-Übertragungstechnologie sind: Digital Video Broadcasting (DVD), Digital Audio Broadcasting (DAB), × Digital Subscriber Line (xDSL) und Power Line Communications (PLC).

Die grundlegende Idee von OFDM, wie in jedem anderen Mehrträgersystem auch, ist es, das Ausgangsproblem der Übertragung eines (oder mehrerer) breitbandiger Signale zu überführen in die Übertragung einer Menge von schmalbandigen zueinander orthogonalen Signalen, so dass die Einflüsse des Kanals besser modelliert werden können. Mathematisch sind zwei Trägersignale genau dann zueinander orthogonal, wenn gilt:

$$\int_0^T e^{j2\pi f_\nu t} \cdot e^{-j2\pi f_\mu t} dt = \begin{cases} \text{konst} & \nu = \mu \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Gemäß der OFDM-Übertragungstechnologie wird ein Datenstrom in N parallele kleinere Teil-Datenströme aufgeteilt und jeder der N Teil-Datenströme wird auf einem eigenen Unterträger gesendet. Die Unterträger sind orthogonal zueinander, da ein bestimmter Frequenzabstand eingehalten wird. Eine spektrale Überlappung der Träger ist erlaubt, da die Orthogonalität eine Unterscheidbarkeit sicherstellt und es wird eine bessere Spektraleffizienz als bei dem einfachen Frequency Division Multiplexing (FDM) erreicht.

[Fig. 3](#) zeigt in der linken Spalte **300** das Prinzip der OFDM-Übertragungstechnologie und in der rechten Spalte **301** das Prinzip der FDM-Übertragungstechnologie. In [Fig. 3](#) ist dargestellt, dass mittels der OFDM-Übertragungstechnologie erheblich weniger Bandbreite benötigt wird, je mehr Unterträger verwendet werden.

2. Eine auf eine Direct Sequence Spread Spectrum-Übertragungstechnologie (DSSS) basierende Lösung gemäß dem Standard des UWB-Forums. DSSS ist ein Frequenzspreiz-Verfahren für die drahtlose Datenübertragung, bei der ein Ausgangssignal mittels einer vorgegebenen Sequenz gespreizt wird. Bei DSSS wird die Symbolenergie über eine große Frequenzbandbreite verteilt. Dazu wird der Nutzdatenstrom mit einem spezifischen Code, dessen Datenrate höher ist als die des Nutzdatenstroms, multipliziert. Diese Codeabfolge nennt man Chips oder PN-Codes (Pseudo Noise-Codes). Durch die Spreizung ist eine größere Frequenzbandbreite zur Übertragung des Nutzdatenstroms erforderlich. Gleichzeitig reduziert sich jedoch die spektrale Leistungsdichte, so dass das gespreizte Signal nahezu im Hintergrundrauschen verschwindet und andere Signale weniger gestört werden. Der Nutzdatenstrom kann bei dem Empfänger nur durch Verwendung der passenden Chip-Sequenz wieder rekonstruiert werden. Verwendet wird DSSS bisher beispielsweise bei dem Global Positioning System (GPS) in einem Wireless Local Area Network (WLAN) und bei dem Mobilfunk-Kommunikationssystem Universal Mobile Telecommunications Systems (UMTS).

Im Folgenden wird von folgendem Beispiel ausgegangen:

Chip-Sequenz: 11000111

Ein Bit wird durch 8 Chips codiert – das geschieht in der Regel mittels einer XOR-Verknüpfung (Exklusiv-ODER-Verknüpfung). Das zu sendende Nutzsignal sei die Bitfolge „1 0“

Signal: 1 0

Chip-Sequenz: 11000111 11000111

XOR-Verknüpfung: 00111000 11000111

Das Ergebnis der Exklusiv-ODER-Operation würde nun mit einer um den Faktor 8 höheren Datenrate übertragen werden. Kennt der Empfänger die richtige Chipfolge (Chip-Sequenz) und wird er auf die empfangene Bitfolge synchronisiert, so können die ursprünglichen Daten problemlos wiedergewonnen werden, wie dies im Folgenden dargestellt wird:

Empfangenes Signal:	00111000 11000111
Chip-Sequenz:	11000111 11000111
XOR-Verknüpfung:	11111111 00000000

Das Signal verschwindet in dem Hintergrundrauschen; in der ursprünglichen militärischen Anwendung dieser Übertragungstechnologie nutzte man den Vorteil, dass ein potentieller Angreifer nicht ohne weiteres erkennen kann, dass überhaupt eine Übertragung von Daten stattfindet. Je länger die Chip-Sequenz, desto mehr Frequenzbandbreite wird benötigt zur Übertragung eines Nutzdatenstroms einer vorgegebenen Länge.

Eine weitere Eigenschaft macht man sich bei dem so genannten Code Division Multiple Access-Verfahren (CDMA-Verfahren) zu Nutze: man ordnet jedem Sender eine eigene, eindeutige Chip-Sequenz (auch bezeichnet als Pseudo-Noise-Code) zu. Alle Sender können dann gleichzeitig senden und der Empfänger kann die individuellen Signale wieder rekonstruieren und die Sender dadurch unterscheiden.

DSSS ist unempfindlich gegenüber schmalbandigen Störungen, da auch das Störsignal bei dem Empfänger mit dem Spreizsignal multipliziert wird. Auf diese Weise wird das Störsignal, wie auch das Nutzdatensignal in dem Sender, gespreizt. Die Leistungsdichte des Störsignals verringert sich um den Spreizfaktor und kann somit das entspreizte Datensignal nicht mehr stören. Das Nutzdatensignal wird in dem Empfänger wie vorgesehen zum zweiten Mal mit dem Spreizcode multipliziert und auf diese Weise wieder entspreizt. Das Störsignal geht in diesem Fall in dem Hintergrundrauschen unter.

[0076] Im Folgenden wird zunächst eine vereinfachte Ausführungsform betrachtet, bei der sich die im Folgenden beschriebene Auswähleinheit zur Auswahl von bzw. Umschalten zwischen zwei unterschiedlichen physikalischen Schichten, anders ausgedrückt zwischen zwei unterschiedlichen Funk-Übertragungstechnologien für Bluetooth in der Verbindungsschicht (Data Link Layer) befindet und lediglich zwischen zwei physikalischen Übertragungstechnologien (anders ausgedrückt physikalischen Übertragungstechniken) auswählen kann, wie in einem Blockdiagramm **400** in [Fig. 4](#) dargestellt ist.

[0077] [Fig. 4](#) zeigt die Einheiten der sieben Kommunikationsprotokollschichten L1, L2, ..., L7 und den jeweiligen Verlauf der Übertragung der jeweiligen Signale, wobei der Datensignal-Fluss mittels eines fettgedruckten Pfeils **401** symbolisiert ist und der Steuersignal-Fluss mittels normal durchgezogener Linien **402**.

[0078] Wie in [Fig. 4](#) dargestellt ist, ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung in der physikalischen Schicht L1 eine erste Physikalische-Schicht-Funk-Übertragungseinheit **403** vorgesehen sowie eine zweite Physikalische-Schicht-Funk-Übertragungseinheit **404**.

[0079] In der zweiten Schicht L2, d. h. in der Verbindungsschicht ist eine Auswähleinheit **405** vorgesehen, welche eingerichtet ist zum Auswählen einer oder mehrerer zur Übertragung von Datensignalen verwendeter Physikalische-Schicht-Funk-Übertragungseinheiten **403**, **404**. Weiterhin ist eine Steuereinheit **406** vorgesehen, welche mit einer ersten Datenbank D_R **407** und einer zweiten Datenbank D_S **408** verbunden ist. Die Steuereinheit **406** ist ferner mit der Auswähleinheit **405** mittels einer Informations-Schnittstelle I_A gekoppelt.

[0080] Weiterhin sind Messeinrichtungen **409** vorgesehen, wobei in jeder Kommunikationsprotokollschicht jeweils zwei Messeinrichtungen **409** vorgesehen sind, wie im Folgenden noch näher erläutert wird. Weiterhin ist eine Geräte-Messeinrichtung M_{Dev} **410**, welche mit der Steuereinheit **406** mittels einer Geräte-Schnittstelle I_{MDev} gekoppelt ist. Eine externe Messeinrichtungs-Schnittstelle zu einer externen Messeinrichtung M_{Ext} **411** ist ebenfalls in [Fig. 4](#) dargestellt.

[0081] Allgemein kann die Auswähleinheit **405** auch in einer höheren Kommunikationsprotokollschicht angeordnet sein und mit mehr als zwei „Datenkanalen“ durch alle unter ihr sich befindenden Kommunikationsprotokollschichten auswählen bzw. unabhängig voneinander einschalten und ausschalten. Der Begriff „Datenkanal“ wird im Rahmen dieser Beschreibung verwendet, wenn sich die Auswähleinheit **405** in einer höheren Kommunikationsprotokollschicht als der Verbindungsschicht (Data Link Layer) befindet und bezeichnet einen Kommunikationsverbindungs-Pfad durch mehrere unter der Auswähleinheit **405** liegende Kommunikationsprotokoll-

schichten einschließlich der physikalischen Schicht, welche die Ausgestaltung dieses Kommunikationsverbindungs-Pfads maßgeblich bestimmt.

[0082] Unterschiedliche physikalische Schichten und damit unterschiedliche Funk-Übertragungseinheiten **403**, **404** (allgemein eine beliebige Anzahl von Funk-Übertragungseinheiten) bewirken somit eine unterschiedliche Ausgestaltung eines solchen Kommunikationsverbindungs-Pfads.

[0083] Gemäß den Ausführungsbeispielen ist es vorgesehen, unabhängig von im Folgenden näher beschriebenen Ausführungsvarianten, in bestimmten Situationen, beispielsweise bei einem drohenden Zusammenbruch einer bestehenden Kommunikationsverbindung, bei einem Anstieg der zu übertragenden Datenmenge, bei Auftreten besonderen Echtzeitanforderungen, etc., stets eine einwandfreie Kommunikationsverbindung bereitzustellen.

[0084] **Fig. 4** zeigt, wie oben beschrieben wurde, das ISO/OSI-Protokollschicht-Modell in der linken Hälfte, wobei jede Kommunikationsprotokollschicht beispielsweise zwei Messaufnehmer, anders ausgedrückt zwei Messeinrichtungen (Sensoren), aufweist, welche Messdaten beim Eintreten vorgegebener bestimmter Ereignisse an die Steuereinheit **406** liefern (dies wird auch als Push-Modus bezeichnet), oder von der Steuereinheit **406** zum Durchführen von Messoperationen und zum Übermitteln von Messinformationen aufgefordert werden (dies wird im Rahmen dieser Beschreibung auch als Pull-Modus bezeichnet).

[0085] Die Steuereinheit **406** und die protokollspezifischen Messaufnehmer **409** sind mittels der Verbindungen I_{Mx} ($x = 1, 2, \dots, 7$) miteinander verbunden. Ebenfalls mit der Steuereinheit **406** verbunden sind die Messaufnehmer M_{Dev} **410**, M_{Ext} **411**, die gemäß diesen Ausführungsbeispielen der Erfindung vorwiegend protokollunabhängige Messungen innerhalb oder außerhalb der Funk-Kommunikationseinrichtung **101** durchführen und beispielsweise Eigenschaften der Funk-Kommunikationseinrichtung (beispielsweise Geräteeigenschaften), wie den Batterie-Ladezustand einer Batterie der Funk-Kommunikationseinrichtung, ermitteln sowie beispielsweise an die Funk-Kommunikationseinrichtung angeschlossene Peripheriegeräte detektieren können oder für den Anschluss weiterer externer Messaufnehmer vorgesehen sind.

[0086] In der mit der Steuereinheit **406** verbundenen zweiten Datenbank D_S **408** sind Schwellenwerte für Vergleichsoperationen abgelegt, die im Folgenden noch näher erläutert werden. Die erste Datenbank D_R **407** beinhaltet mindestens einen Regelsatz zur Ermittlung der Auswahl-Information, die mittels der Schnittstelle I_A von der Steuereinheit **406** an die Auswähleinheit **405** übertragen wird.

[0087] Die Regeln können beispielsweise eine Ordnungsrangfolge zur effizienten Durchführung von Vergleichsoperationen umfassen. Beide Datenbanken **407**, **408** sind mittels Verbindungen I_S bzw. I_R mit der Steuereinheit **406** verbunden. Der Austausch von Daten mittels der Schnittstellen I_S und I_R wird gemäß den Ausführungsbeispielen der Erfindungen bidirektional, d. h. in beide Übertragungsrichtungen, implementiert, da es vorgesehen sein kann, dass Schwellenwerte und Regeln von der Steuereinheit **406** während des Betriebs der Funk-Kommunikationseinrichtung angepasst, anders ausgedrückt, verändert werden müssen.

[0088] Die Steuereinheit **406** kann ihrerseits wiederum eine Vergleichseinheit und eine Entscheidungseinheit aufweisen (in den Abbildungen aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit nicht im Detail dargestellt).

[0089] In dem Fall von Bluetooth ist eine Umschaltung zwischen zwei alternativen MAC/PHY-Kombinationen in der Verbindungsschicht L2 gemäß den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung vorgesehen.

[0090] In einer im Folgenden beschriebenen Ausführungsform ist dargelegt, dass die Auswähleinheit **405** auch in einer anderen, über, anders ausgedrückt, oberhalb der Verbindungsschicht L2 liegenden Kommunikationsprotokollschicht vorgesehen sein kann. Da die Auswähleinheit **405** in einer beliebigen der Kommunikationsprotokollschichten 3 bis 6 vorgesehen sein kann, ist vereinfachend in einem Blockdiagramm **500** in **Fig. 5** lediglich die Kommunikationsprotokollschicht, in welcher die Auswähleinheit **405** vorgesehen ist, mit L_x bezeichnet.

[0091] In noch einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die in **Fig. 5** dargestellten optionalen Module S_A , S_B und S_C vorgesehen. Ein erstes Modul S_A stellte beispielsweise ein (herkömmliches) Bluetooth-Modul dar, beispielsweise eine MAC/PHY-Kombination inklusive eines eigenen HF-Teils als Teil des PHY_A -Elements, beispielsweise den in **Fig. 2** dargestellten Bluetooth-Controller **204**. Ein zweites Modul S_B enthält beispielsweise ein UWB-Modul gemäß dem OFDM-Kommunikationsstandard der WiMedia Alliance (ebenfalls eine MAC/PHY-Kombination inklusive eines eigenen HF-Teils als Teil des PHY_B -Elements). Ein die Auswähleinheit **405** enthaltendes drittes Modul S_C enthält eine Konvergenzschicht, die beispielsweise mittels eines

Prozessors, beispielsweise mittels eines Pentium-Boards realisiert sein kann. Die Datenbanken D_R 407 und D_S 408 sind gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung (ganz oder teilweise) Bestandteil eines Personal Computers (nicht gezeigt), in welchem sich das Pentium-Board befindet.

[0092] Alle drei Module können (wie bereits oben erläutert) einen oder mehrere Messaufnehmer M 409 beinhalten, die entweder regelmäßig und/oder sporadisch, beispielsweise abhängig von dem Eintreten bestimmter vorgegebener Ereignisse, protokollspezifische Messinformationen mittels einer entsprechenden Schnittstelle I_{Mx} ($0 < x < 8$, Integer) zu der Steuereinheit 406 übermitteln, oder die von der zentralen Steuereinheit 406 regelmäßig und/oder sporadisch dazu aufgerufen werden können, regelmäßig und/oder sporadisch (beispielsweise bei Eintreten eines oder mehrerer bestimmter vorgegebener Ereignisse) Messungen durchzuführen und die dabei ermittelten Messinformationen mittels einer entsprechenden Schnittstelle I_M an die Steuereinheit 406 zu übertragen. Die Berechnung der Auswählinformationen erfolgt gemäß den oben beschriebenen Erläuterungen anhand von Vergleichswerten (Schwellenwerten) und Regeln (beispielsweise vorgegebenen effizienten Algorithmen), die aus den Datenbanken D_R 407 und D_S 408 gewonnen werden können.

[0093] Die Funk-Kommunikationseinrichtung, welche über die Auswahl des zu benutzenden „Datenkanals“ durch die unteren Kommunikationsprotokollschichten, insbesondere über die Auswahl der physikalischen Schicht und damit der zu verwendenden Funk-Übertragungstechnologie, entscheidet, anschaulich der Entscheider, kann gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Master-Kommunikationseinrichtung sein, in einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung aber auch eine Slave-Kommunikationseinrichtung.

[0094] Bei Bedarf können die beteiligten Geräte, d. h. die beteiligten Kommunikationseinrichtungen, selbst ihre Rollenverteilung aushandeln. Beispielsweise in Piconetzen ist es jedoch vorteilhaft, wenn mittels einer vorgegebenen Grundeinstellung zunächst nur die Master-Kommunikationseinrichtung, anders ausgedrückt die Kommunikationseinrichtung, die die Kommunikationsverbindung initiiert, über die Auswahl des zu benutzenden „Datenkanals“ durch die unteren Kommunikationsprotokollschichten entscheidet.

[0095] Der Entscheider benötigt beispielsweise zumindest Kenntnis über die von ihm selbst ermittelten Messwerte. In manchen Fällen kann es vorteilhaft sein, dass der Entscheider auch Kenntnisse über Messwerte der jeweils anderen Funk-Kommunikationseinrichtung hat. Die Schnittstelle I_{MExt} 411 in den Figuren kann bei Bedarf für diese Funktionalität, d. h. anders ausgedrückt für den Austausch der Messwerte zwischen unterschiedlichen Funk-Kommunikationseinrichtungen bzw. Geräten/Systemen, herangezogen werden.

[0096] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist es ferner vorgesehen, dass diese Aufgaben auch von einem dedizierten Anwendungsprofil (eine Art „Measured Value Exchange Profile“) übernommen wird. In diesem Fall ist ein Heranziehen der in den Kommunikationsprotokollschichten des Systems verteilten Messaufnehmer 409 für die Funktionalität ebenfalls möglich.

[0097] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist es ferner in manchen Fällen vorgesehen ist, zusätzlich zu den Messwerten der jeweils anderen Funk-Kommunikationseinrichtung auch die Schwellenwerte und Regeln an den Entscheider zu übermitteln.

[0098] Alternativ zu der Übertragung von Messwerten, Schwellenwerten und/oder Regelsätzen kann eine Funk-Kommunikationseinrichtung ihrem Gegenüber, anders ausgedrückt ihrem Kommunikationspartner, auch basierend auf ihrem „lokalen“ Wissen (d. h. Kenntnisse über ihre individuellen Messwerte, Schwellenwerte und/oder Regelsätze) einen „Datenkanal“ vorschlagen, woraufhin die andere Funk-Kommunikationseinrichtung wieder auf Grund ihres „lokalen“ Wissens (d. h. Kenntnisse über ihre individuellen Messwerte, Schwellenwerte und/oder Regelsätze) entweder den Vorschlag akzeptiert oder ablehnt. Sollte die Anzahl der zur Verfügung stehenden „Datenkanäle“ größer als zwei sein, dann ist es gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen, eine bevorzugte Reihenfolge zur Auswahl eines gemeinsamen „Datenkanals“ mit an die andere Funk-Kommunikationseinrichtung zu übertragen. Das Übermitteln einer derartigen Ordnungsrangfolge (beispielsweise folgende Ordnungsrangfolge: „Die erste Funk-Übertragungstechnologie PHY_A hat Vorrang; falls nicht möglich, dann soll die zweite Funk-Übertragungstechnologie PHY_B genutzt werden; falls auch das nicht möglich ist, soll die dritte Funk-Übertragungstechnologie PHY_C genutzt werden“) für die Auswahl eines geeigneten „Datenkanals“ soll dabei nicht nur auf den Zeitpunkt des Kommunikationsverbindungsaufbaus beschränkt sein. Die Ordnungsrangfolge kann in einer beliebigen Nachricht und in einem beliebigen Format zu der jeweils entscheidenden Funk-Kommunikationseinrichtung übertragen werden.

[0099] Im Folgenden werden vier Fallbeispiele zum Umschalten bzw. Auswählen von Funk-Übertragungstechnologien erläutert.

[0100] Das weiter unten als Fallbeispiel Nummer 4 dargestellte Fallbeispiel mit einer schwächer werdenden Batterie in der Funk-Kommunikationseinrichtung zeigt, dass auch ein erneutes Aussenden einer Reihenfolge von bevorzugten „Datenkanälen“ als Reaktion auf veränderte Anfangsbedingung Sinn machen kann.

[0101] Das Aussenden einer Ordnungsrangfolge stellt einen speziellen Fall eines allgemeinen Umschaltkommandos (Beispiel: „Schalte um auf die zweite Funk-Übertragungstechnologie der physikalischen Schicht PHY_B“) dar, welches in einer alternativen Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist.

[0102] Gemäß unterschiedlichen Ausgestaltungen der Erfindung ist es vorgesehen, für den geordneten Austausch von

- a) Messwerten,
- b) Schwellenwerten,
- c) Regelsätzen,
- d) Ordnungsrangfolgen, und/oder
- e) allgemeinen Umschaltkommandos

zwischen zwei Funk-Kommunikationseinrichtungen ein jeweiliges separates Protokoll bzw. ein neues Anwendungsprofil zu definieren.

[0103] Im Folgenden werden einige mögliche Szenarien beschrieben, in denen eine Umschaltung zwischen alternativen „Datenkanälen“ bzw. das getrennte individuelle Einschalten und Ausschalten von unterschiedlichen „Datenkanälen“ vorgesehen ist. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung nicht auf die im Folgenden beschriebenen Fallbeispiele und Szenarien beschränkt ist, sondern dass beliebige Szenarien vorgesehen sein können, in denen zwischen Funk-Übertragungstechnologien der physikalischen Schicht umgeschaltet bzw. in denen eine Funk-Übertragungstechnologie zu einer Funk-Übertragungstechnologie, die schon im Rahmen einer aufgebauten Kommunikationsverbindung verwendet wird, hinzugefügt wird.

- Fallbeispiel 1: Kommunikationsverbindungsaufbau

Für den Fall, dass die beiden Funk-Kommunikationseinrichtungen, zwischen denen Daten, allgemein Information, übertragen werden sollen, noch nicht miteinander gekoppelt sind, d. h. zwischen denen noch keine Kommunikationsverbindung aufgebaut ist, soll gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung sowohl über das erste Modul S_A als auch über das zweite Modul S_B ein Kommunikationsverbindungsaufbau möglich sein, wobei die Details zum Aushandeln vorgesehen sein können gemäß dem unten beschriebenen Fallbeispiel 3.

Wird der Kommunikationsverbindungsaufbau auf nur eine Kommunikationsverbindungsart (beispielsweise herkömmliches Bluetooth) beschränkt, so kann unter Umständen die erste Kommunikationsverbindungsart den Kommunikationsverbindungsaufbau der zweiten Kommunikationsverbindungsart (beispielsweise UWB) selbst dann blockieren (beispielsweise auf Grund mangelnder Signalfeldstärke), wenn ein Kommunikationsverbindungsaufbau über die zweite Kommunikationsverbindungsart theoretisch möglich wäre.

- Fallbeispiel 2: kurzzeitig temporär erhöhtes Datenvolumen

Es wird angenommen, dass bereits eine Datenübertragung unter Verwendung des ersten Moduls S_A stattfindet und somit schon eine Kommunikationsverbindung zwischen zwei Funk-Kommunikationseinrichtungen aufgebaut ist, und dass während der Datenübertragung Messaufnehmer detektieren, dass der Bedarf an Frequenzbandbreite (kurzzeitig) signifikant ansteigen wird (beispielsweise meldet ein Messaufnehmer in der Anwendungsschicht: „Echtzeitanwendung verlangt nach hoher Dienstgute QoS (Quality of Service)“). In diesem Fall ist es gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen, über das zweite Modul S_B eine ergänzende oder alternative Datenübertragung einzuleiten und somit eine zweite Funk-Datenübertragungstechnologie ergänzend oder alternativ zu verwenden, wenn dies möglich ist solange, bis die Leistungsfähigkeit des ersten Moduls S_A wieder ausreicht, um die Datenübertragung alleine zu bewältigen.

- Fallbeispiel 3: Veränderung der Entfernung

Unterschiedliche physikalische Übertragungsmethoden haben üblicherweise auch unterschiedliche Charakteristika wie beispielsweise Sendeleistung und Reichweite.

Es wird gemäß diesem Fallbeispiel angenommen, dass eine Datenübertragung über das erste Modul S_A bereits in Betrieb ist und damit eine Kommunikationsverbindung zwischen zwei Funk-Kommunikationseinrichtungen bereits aufgebaut ist. Ferner wird angenommen, dass auf Grund der zunehmenden Entfernung zwischen den beiden beteiligten Funk-Kommunikationseinrichtungen es zu einer immer schwächer werdenden Signalfeldstärke in der Empfänger-Kommunikationseinrichtung kommt (beispielsweise meldet ein Messaufnehmer in der physikalischen Schicht einer Funk-Kommunikationseinrichtung: „Out of range“).

In diesem Fall ist es gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen, dass mittels des zweiten Moduls S_B und mittels der von diesem realisierten zweiten Funk-Übertragungstechnologie, welche mit einer

anderen Sendeleistung und Reichweite operiert, versucht wird, die Datenübertragung und damit die Kommunikationsverbindung zwischen den beiden Funk-Kommunikationseinrichtungen aufrecht zu erhalten.

• Fallbeispiel 4: Schwacher werdende Batterie

Durch Messaufnehmer, die den Ladezustand der Batterie einer Funk-Kommunikationseinrichtung, beispielsweise eines Mobilfunk-Kommunikationsendgeräts, überwachen, kann beispielsweise die Datenübertragung über ein hohes Strombedarftes erstes Modul S_A eingeschränkt werden und stattdessen über ein alternatives zweites Modul S_B , welches einen geringen Stromverbrauch aufweist, fortgeführt werden, soweit dies möglich ist, wenn man Strom sparen muss (beispielsweise meldet in diesem Fall ein Messaufnehmer, der an die Batterie gekoppelt ist und den Ladezustand der Batterie erfasst: „Out of Battery“).

Wenn eine Funk-Kommunikationseinrichtung mit einer schwächer werdenden Batterie nicht mit dem Entscheider identisch ist, ist es gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen, eine „Low Battery Indication“-Nachricht oder eine „Change PHY Request“-Nachricht an den Entscheider zu senden. Eine „Low Battery Indication“-Nachricht könnte dann den Entscheider zu einem Wechsel der zu verwendenden Funk-Übertragungstechnologie auf der physikalischen Schicht veranlassen, beispielsweise zu einer physikalischen Schicht, anders ausgedrückt zu einer Funk-Übertragungseinheit, deren Stromverbrauch geringer ist als bei der aktuell verwendeten physikalischen Schicht, anders ausgedrückt aktuell verwendeten Funk-Übertragungseinheit.

Eine „Change PHY Request“-Nachricht kann beispielsweise durch das Aussenden einer neuen Prioritätsliste erreicht werden, wie es oben beschrieben wurde. In diesem Fall ist es vorgesehen, dass die Priorität der physikalischen Schicht mit dem geringsten Stromverbrauch deutlich gekennzeichnet ist, beispielsweise dadurch, dass sie an erster/oberster Stelle der Ordnungsrangfolge, anders ausgedrückt der Prioritätsliste, steht.

[0104] Im Folgenden werden die in der Steuereinheit **406** durchgeführten Vergleichsoperationen näher erläutert.

[0105] Für die folgenden Betrachtungen wird ohne Einschränkung der Allgemeingültigkeit die Annahme getroffen, dass sich die Auswähleinheit **405** in der zweiten Schicht, d. h. in der Verbindungsschicht (Data Link Layer), befindet.

[0106] Wie oben erläutert wurde, sind auch verallgemeinerte Ausführungsvarianten in alternativen Ausgestaltungen der Erfindung vorgesehen, bei denen sich die Auswähleinheit **405** in einer höheren Kommunikationsprotokollschicht (L_x mit $x > 2$) befindet und folglich zum Einschalten und Ausschalten von „Datenkanälen“ dient, die durch mehrere unter ihr liegende Kommunikationsprotokollschichten führen, also beispielsweise eine Umschaltung zwischen MAC_A/PHY_A und MAC_B/PHY_B ermöglicht, d. h. ein Umschalten zwischen einer jeweiligen Kombination einer MAC-Schicht und einer dieser zugeordneten physikalischen Schicht (bzw. zwischen den Modulen S_A und S_B , wie sie in [Fig. 5](#) dargestellt sind).

[0107] In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Steuereinheit **406** eine zentrale Rolle zugeordnet. In ihr werden die Auswählinformationen zum Einschalten und Ausschalten der unterschiedlichen physikalischen Schichten (d. h. der unterschiedlichen Funk-Übertragungstechnologie) bzw. zum Umschalten zwischen den unterschiedlichen physikalischen Schichten (d. h. zwischen den unterschiedlichen Funk-Übertragungstechnologien) PHY_A und PHY_B erzeugt.

[0108] Beispielsweise geschieht dies durch das Ausführen von Vergleichsoperationen, zu denen die folgenden Informationen verwendet werden:

- Messinformationen von den Messaufnehmern **M 409**,
- Schwellenwerte aus der ersten Datenbank D_S **408**,
- Prioritätsregeln/Regelsätze aus der zweiten Datenbank D_R **407**.

[0109] Die Messaufnehmer **M 409** sowie die Datenbanken D_S **408** und D_R **407** (die beiden Datenbanken D_S **408** und D_R **407** können auch in einer gemeinsamen Datenbank realisiert sein) können sich ganz oder teilweise beispielsweise innerhalb einer Funk-Kommunikationseinrichtung befinden oder in externen Einheiten, welche mit der Funk-Kommunikationseinrichtung mittels eines Kabels, mittels Kontakten oder drahtlos verbunden werden können.

[0110] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist es ferner vorgesehen, dass die Messaufnehmer **M 409** sowie die Datenbanken (auch bezeichnet als Datenspeicher) D_S **408** und D_R **407** im Fall einer externen Einheit auf einer intelligenten Speicherkarte (einer so genannten Smartcard), beispielsweise einer SIM-

Karte (SIM: Subscriber Identity Modul) oder UICC (Universal Integrated Circuit Card) mit (U)SIM ((Universal) Subscriber Identity Modul) gespeichert sind, die mit der Funk-Kommunikationseinrichtung verbunden werden kann (beispielsweise indem die Karte in ein Mobilfunk-Kommunikationsendgerät als Funk-Kommunikationseinrichtung eingesteckt wird).

[0111] Beispielsweise ist der Einsatz von intelligenten Speicherkarten vorteilhaft, wie sie im Mobilfunk eingesetzt werden, weil es auf ihnen Speicherbereiche gibt, die ausschließlich von dem Netzbetreiber beschrieben bzw. aktualisiert werden können und solche, für die der Nutzer der Funk-Kommunikationseinrichtung Schreibrechte und Leserechte besitzt. Die nur von dem Netzwerk-Betreiber zugreifbaren Bereiche des Speichers auf der jeweiligen Smartcard eignen sich besonders gut für das Speichern und nachträgliche Aktualisieren von Daten mittels der Luftschnittstelle (auch bezeichnet als „over the air“-Aktualisieren, OTA-Aktualisieren, der Netzwerk-betreiberspezifischen Regeln und Schwellenwerte.

[0112] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist für die Ausführung einzelner oder mehrerer Verfahrensschritte in einer von der Funk-Kommunikationseinrichtung unabhängigen Funktionseinheit vorgesehen, dass die ausführende Steuereinheit **406** in Form einer Applikation auf einer SIM-Karte oder auf einer UICC ausgestaltet ist und mittels SAT (SAT: SIM Application Toolkit) oder CAT bzw. (U)SAT (CAT: Card Application Toolkit bzw. (U)SAT: USIM Application Toolkit) Information speichert bzw. ausliest.

[0113] Die in diesen Ausführungsbeispielen beschriebenen Regelsätze mit effizienten Algorithmen zur Berechnung der Auswählinformationen enthalten beispielsweise eine Ordnungsrangfolge zum effizienten Ausführen der Vergleichsoperationen, um der Steuereinheit **406** eine Priorität für die einzelnen Berechnungen anzeigen zu können. In den Beispielen, wie sie oben erläutert wurden, wurde die Reihenfolge der Überprüfung der Schwellenwerte willkürlich gewählt. Jede andere Reihenfolge ist ebenfalls möglich. Sinnvoll ist es jedoch, dasjenige Filterkriterium zuerst zu überprüfen, welches am schnellsten/einfachsten (d. h. mit dem geringsten Rechenaufwand) von der Steuereinheit **406** zu überprüfen ist. Sinnvoll ist weiterhin, dasjenige Filterkriterium als letztes zu überprüfen, welches komplexe Rechenoperationen in der Steuereinheit **406** erforderlich macht. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist es im Einzelfall vorgesehen und einfacher, eine Signalverfügbarkeitsabfrage durchzuführen, als eine Liste von Dienstgüte-Schwellenwerten (Quality of Service-Schwellenwerte) zu überprüfen. Dies kann von Anwendungsfall zu Anwendungsfall variieren. Es ist ferner vorteilhaft, Messinformationen nur dann an die Steuereinheit zu übermitteln, wenn sie zum Berechnen der Auswählinformationen benötigt werden.

[0114] Wie oben beschrieben wurde, sind die Ausführungsbeispiele der Erfindung auf beliebige andere Funk-Zugriffstechnologien (Radio Access Technologies, RAT) anwendbar, beispielsweise ist es in alternativen Ausführungsbeispielen der Erfindung vorgesehen, dass die Erfindung für den folgenden Anwendungsfall eingesetzt wird:

Die erste Funk-Übertragungstechnologie ist eine Übertragungstechnologie gemäß einem Wireless Local Area Network-Kommunikationsstandard und die zweite Funk-Übertragungstechnologie ist eine Funk-Übertragungstechnologie gemäß einem Mobilfunk-Kommunikationsstandard, beispielsweise einem Mobilfunk-Kommunikationsstandard der dritten Generation, beispielsweise gemäß dem Universal Mobile Telecommunications System-Kommunikationsstandard (UMTS).

[0115] Gemäß diesen Ausführungsbeispielen der Erfindung ist ein Verfahren zur Auswahl mindestens einer drahtlosen Zugriffstechnologie aus einer Vielzahl unterschiedlicher bereitgestellter drahtloser Zugriffstechnologien basierend auf einem Satz von Schwellenwerten und einem Satz von Regeln, beispielsweise von Prioritätsregeln, vorgesehen, die von einer Einheit innerhalb und/oder außerhalb eines Mobilfunk-Kommunikationsendgeräts, beispielsweise einer Funk-Kommunikationseinrichtung, berechnet werden, dass in der Lage ist, mindestens zwei unterschiedliche drahtlose Zugriffstechnologien bedienen zu können. Findet die Berechnung außerhalb der Funk-Kommunikationseinrichtung, also beispielsweise in dem Netzwerk statt und befinden sich die Datenbanken D_R **408** und D_S **407** innerhalb der Funk-Kommunikationseinrichtung, beispielsweise innerhalb eines Kommunikationsendgeräts (oder auf einem Speichermedium, das mit der Funk-Kommunikationseinrichtung drahtgebunden oder kabellos verbunden werden kann), so werden die in dem Netzwerk berechneten Schwellenwerte und Regeln, beispielsweise Prioritätsregeln, der Funk-Kommunikationseinrichtung zum Zwecke der Aktualisierung der Datenbanken **407**, **408** mittels einer von der Funk-Kommunikationseinrichtung unterstützten RAT-Luftschnittstelle vorteilhafter Weise automatisch zugestellt (auch bezeichnet als Push).

[0116] In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann die Funk-Kommunikationseinrichtung eine Anfrage an die Einheit richten, um die Übertragung der berechneten Schwellenwerte und Regeln, beispielsweise Prioritätsregeln, einzuleiten, (auch bezeichnet als Poll).

[0117] Befinden sich Datenbanken D_R 407 und D_S 408 selbst außerhalb der Funk-Kommunikationseinrichtung (also beispielsweise in dem Kommunikationsnetzwerk), so kann die Funk-Kommunikationseinrichtung (falls eine Vergleichsoperation in der Funk-Kommunikationseinrichtung ausgeführt werden soll) eine Anfrage an die Datenbanken D_R 408 und D_S 407 richten, um Kenntnis über die aktuellen und zu verwendenden Schwellenwerte und Regeln, beispielsweise die Prioritätsregeln, zu erlangen.

[0118] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird angenommen, dass eine aktive WLAN-Kommunikationsverbindung zwischen einer ersten Funk-Kommunikationseinrichtung, in diesem Fall eingerichtet als Kommunikationsendgerät und einer WLAN-Basisstation (PHY_A) besteht. Das Kommunikationsendgerät ist zusätzlich zu der Fähigkeit, eine WLAN-Kommunikationsverbindung aufzubauen, gleichzeitig in der Lage, eine UMTS-Kommunikationsverbindung zu betreiben (PHY_B).

[0119] Bei einer WLAN-Kommunikationsverbindung kann das Kommunikationsendgerät gemäß dem WLAN-Kommunikationsstandard eine Prioritätsklasse anfordern (beispielsweise DiffServ).

[0120] In einem nachfolgenden Schritt kann der WLAN-Zugangspunkt (Access Point) Ressourcen reservieren (IntServ). Alternativ können die relevanten WLAN-Dienstgüte-Parameter in dem Kommunikationsendgerät auch durch Messungen und anschließender Mittelwertbildung rechnerisch ermittelt werden. Gleichzeitig kann das Kommunikationsendgerät gemäß dem GPRS-Kommunikationsstandard („PDP Context Activation Procedure“) eine Dienstgüte für eine UMTS-Mobilfunk-Kommunikationsverbindung aushandeln, d. h. als Reaktion auf eine UMTS-Dienstgüte-Anfrage des Kommunikationsendgeräts weist in diesem Fall das Kommunikationsnetzwerk dem Kommunikationsendgerät einen bestimmten, häufig von dem ursprünglichen Wunsch abweichende UMTS-Dienstgüte zu. Mögliche UMTS-Dienstgüte-Parameter sind beispielsweise: Verkehrsklasse, Maximale Bitrate, Garantierte Bitrate, Bitfehlerrate, maximale zulässige Übertragungsverzögerung, etc.

[0121] Die Dienstgüte-Parameter (QoS-Parameter), wie sie in diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung Verwendung finden, können nicht aus einer Kanalschätzung, d. h. aus der Ermittlung der Kanalimpulsantwort gewonnen werden. Die Kanalschätzung erlaubt nämlich ausschließlich die Bestimmung von Kanal-Charakteristika wie beispielsweise Echos, Laufzeitdifferenzen und Dämpfungen. QoS-Parameter charakterisieren den Übertragungskanal auf andere Weise.

[0122] Die in diesem Ausführungsbeispiel beschriebenen Vergleichsoperationen mit Schwellenwerten können beispielsweise lauten:

1. Wechseln nur dann, wenn bei (annähernd) gleichen QoS-Parametern die Sendeleistung in dem UMTS-Kommunikationsnetzwerk geringer ist als die Sendeleistung in dem WLAN-Kommunikationsnetzwerk.
 2. Wechseln nur dann, wenn die Dienstgüte in dem UMTS-Kommunikationsnetzwerk besser ist, als in dem WLAN-Kommunikationsnetzwerk bei (annähernd) konstanter Sendeleistung.
- oder
3. Wechsel immer dann, wenn die Datenübertragung in dem UMTS-Kommunikationsnetzwerk nicht teurer ist als in dem WLAN-Kommunikationsnetzwerk bei (annähernd) gleichen QoS-Parametern.
 4. Wechsel immer dann, wenn die Dienstgüte in dem UMTS-Kommunikationsnetzwerk besser ist als in dem WLAN-Kommunikationsnetzwerk bei (annähernd) gleichen Kosten.

[0123] Die in diesem Ausführungsbeispiel beschriebenen Regeln zur effizienten Durchführung der Vergleichsoperationen können beispielsweise lauten:

„Auf eine zeitintensive und rechenintensive Ermittlung der Sendeleistungen in beiden Übertragungssystemen kann verzichtet werden. Für eine effiziente Entscheidung ist ein Vergleich der relevanten QoS-Parameter (innerhalb einer Kostenklasse) völlig hinreichend.“

[0124] Zum Zwecke einer einfachen Aktualisierung ist es vorteilhaft, für die beiden Datensätze, welche die Schwellenwerte und Regeln, beispielsweise Prioritätsregeln, umfassen können, eine einheitliche, standardisierte Struktur zu benutzen. Hierzu wird gemäß den Ausführungsbeispielen der Erfindung die erweiterte Markup-Sprache XML (Extensible Markup Language) verwendet. Bei dieser Markup-Sprache handelt es sich um einen Dokumenten-Verarbeitungsstandard, der von dem World Wide Web Consortium (W3C) sowohl für dynamisch erzeugte Inhalte als auch für statische Webseiten offiziell empfohlen wird.

[0125] Das gemäß diesen Ausführungsbeispielen der Erfindung verwendete XML-Format eignet sich besonders gut für den Plattform-unabhängigen und Software-unabhängigen Austausch von Daten zwischen verschiedenen Programmen und/oder Rechnern unterschiedlicher Hersteller. Ein weiteres Merkmal von XML ist, dass die Syntax von XML relativ streng ist, so dass XML-Anwendungen (d. h. eine Festlegung von XML-Be-

fehlen für eine Klasse von XML-Dokumenten gleicher Struktur, also für einen bestimmten Zweck) wesentlich einfacher, bequemer und effizienter von Programmen weiterverarbeitet werden können als z. B. HTML-Dateien (Hypertext Markup Language).

[0126] Ein XML-Dokument weist in der Regel ein oder mehrere XML-Elemente auf. Jedes XML-Element weist jeweils zwei mit Großer/Kleiner-Zeichen umrahmte Tags auf, einen öffnenden Start-Tag, der den Namen des Elements beinhaltet und einen schließenden End-Tag, der bis auf einen Schrägstrich vor dem Namen mit dem Start-Tag identisch ist:

abstrakt:	konkret:
<Name>	<Preis>
Inhalt	24,95
</Name>	</Preis>

[0127] Auch das Einbinden bestimmter Attribute in ein XML-Element ist möglich:

abstrakt:	konkret:
<Name Attribut="Wert">	<Preis Währung="Euro">
Inhalt	24,95
</Name>	</Preis>

[0128] Zusätzlich zu „normalen“ XML-Dokumenten, die typischerweise durch die Verwendung aussagekräftiger XML-Elemente gekennzeichnet sind, gibt es auch XML-Dokumente der Kategorie DTD (Dokument-Typ-Definition), für die eigens Regeln vereinbart wurden sind, wie die eingesetzten XML-Elemente und XML-Attribute definiert sind und in welchem logischen Bezug sie innerhalb des XML-Dokuments zueinander stehen.

[0129] Zusammenfassend wird im Folgenden auf einige Aspekte der Ausführungsbeispiele der Erfindung eingegangen:

- Es ist eine Auswähleinheit zur bedingten Auswahl mindestens eines „Datenkanals“ vorgesehen, der mindestens durch das physikalische Übertragungsmedium definiert ist.
- Es ist eine Steuereinheit vorgesehen, welche die Auswähleinheit anhand von Messinformationen und Regelinformationen steuert.
- Es ist eine Datenbank mit Schwellenwerten vorgesehen.
- Es ist eine Regel-Datenbank vorgesehen, in der Algorithmen zum effizienten Vergleichen der Messinformationen mit den Schwellenwerten abgelegt sind.
- Es sind interne Messaufnehmer in mindestens einer Kommunikationsprotokollschicht des ISO/OSI-7-Schicht-Referenzmodells zur Ermittlung von Messinformationen (beispielsweise aktuelle Eigenschaften der Übertragungskanäle aus der ersten Kommunikationsprotokollschicht oder generelle QoS-Anforderungen von Applikationen aus der siebten Kommunikationsprotokollschicht) vorgesehen.
- Es sind externe Messaufnehmer vorgesehen zur Ermittlung externer, d. h. nicht protokollspezifischer Werte (beispielsweise Signalgeber bei Anschluss bestimmter Peripheriegeräte oder bei Eintreffen bestimmter vorgegebener Ereignisse).
- Es sind gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung folgende Schritte vorgesehen:
 1. Die in dem System verteilten Messaufnehmer liefern regelmäßig und/oder sporadisch (an bestimmte Ereignisse gekoppelt) interne und/oder externe Messinformationen zur Steuereinheit bzw. die Steuereinheit erfragt regelmäßig und/oder sporadisch (an bestimmte Ereignisse gekoppelt) Messinformationen von dem in dem System verteilten Messaufnehmer.
 2. Die Steuereinheit benutzt die Messinformationen von den Messaufnehmern, die aus der Datenbank gewonnenen Vergleichswerte (= Schwellenwerte), sowie die aus der Regeldatenbank gewonnenen effizienten Berechnungsvorschriften zur Herleitung von Ausfallinformationen. Die berechneten Auswahlsignale werden an die Auswähleinheit übertragen.
 3. Die Auswähleinheit schaltet basierend auf den Auswählinformationen
 - (a) die zwei alternativen physikalischen Schichten (d. h. die Übertragungstechnologien, auch bezeichnet als „Übertragungsmedien“) unabhängig voneinander ein und aus bzw.
 - (b) zwischen mindestens zwei alternativen „Datenkanalen“, durch die unteren Protokollschichten (inklusive der physikalischen Übertragungsmedien) hin und her.

- Es werden die oben beschriebenen Einheiten sowie die oben beschriebenen Verfahrensschritte für die nächste Generation des Bluetooth-Standards zum getrennten individuellen Einschalten und Ausschalten von (oder Umschalten zwischen) mindestens zwei alternativen physikalischen Übertragungswegen herangezogen.
- Es ist ein Ausführungsbeispiel vorgesehen, bei dem in dem Verfahren mehrere Teilsysteme gemäß **Fig. 5** vorgesehen sind, wobei die drei Hauptkomponenten des Gesamtsystems als ein herkömmliches Bluetooth-Modul (PHY_A, S_A), ein auf OFDM-basierendes Ultra-Wide-Band-Modul (PHY_B, S_B) und einem Konvergenz-Modul (S_C), dass beispielsweise ein Pentium-Board sein kann, ausgestaltet sind.
- Es ist ein Verfahren vorgesehen zur Auswahl bzw. zum Umschalten zwischen verschiedenen physikalischen Schichten, anders ausgedrückt zwischen verschiedenen Funk-Übertragungstechnologien, für die Bluetooth-Technologie einer zukünftigen Generation.
- Mit den beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung wird eine dynamische Verteilung der Last über verschiedene der Übertragungsmedien (physikalische Schichten) ermöglicht. Mögliche Kriterien zur Auswahl/Steuerung/Umschaltung sind beispielsweise eine Veränderung der
 - Kanaleigenschaften,
 - Geräteeigenschaften,
 - äußeren Rahmenbedingungen,
 - Dienstgüte-Anforderungen der Applikationen (Quality of Service, QoS).
- Durch die Berechnung der Auswählinformationen I_A unter Berücksichtigung der in der Regeldatenbank D_R **408** abgelegten Regeln, beispielsweise Prioritätsregeln, werden der Rechenaufwand und der Stromverbrauch in der Steuereinheit **406** signifikant reduziert. Effiziente Rechenalgorithmen sind für Bluetooth von besonderer Bedeutung, da der geringe Stromverbrauch der Bluetooth-Technologie beispielsweise auch in der Öffentlichkeitsarbeit der Bluetooth-Standardisierungsgremien eine große Bedeutung zukommt.
- Die Regeln, beispielsweise die Prioritätsregeln, sind beispielsweise dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrere unterschiedliche RATs miteinander verknüpfen bzw. eine Auswahl aus mehreren Unterschiedlichen RATs ermöglichen.
- Die Schwellenwerte und Regeln, beispielsweise Prioritätsregeln, können auch außerhalb des Kommunikationsendgeräts von einer Netzwerkeinheit berechnet werden und zum Zwecke der Aktualisierung an die Datenbanken D_R und D_S innerhalb eines Kommunikationsendgeräts übertragen werden.
- Die Datenbanken D_R und D_S mit den Schwellenwerten bzw. den Regeln, beispielsweise den Prioritätsregeln, können sich auch außerhalb des Kommunikationsendgeräts in dem Kommunikationsnetzwerk befinden und das Kommunikationsendgerät kann zum Zwecke der Aktualisierung Anfragen zur Übermittlung der Schwellenwerte und/oder Regeln, beispielsweise Prioritätsregeln, an die Datenbanken D_R und D_S schicken.

[0130] **Fig. 6** zeigt zur Zusammenfassung der Ausführungsbeispiele der Erfindung in einem Ablaufdiagramm **600** noch einmal einige Verfahrensschritte des Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0131] Nach Starten des Verfahrens (Schritt **601**) wird eine Kommunikationsverbindung zwischen einer ersten Funk-Kommunikationseinrichtung und einer zweiten Funk-Kommunikationseinrichtung aufgebaut (Schritt **602**).

[0132] Nachfolgend werden während der aufgebauten Kommunikationsverbindung und während der Datenübertragung zwischen den Funk-Kommunikationseinrichtungen interne und/oder externe physikalische Größen gemessen bzw. Zustände ermittelt (Schritt **603**) und es wird überprüft, ob ein Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium erfüllt ist (erster Prüfschritt **604**).

[0133] Ist das Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium nicht erfüllt („Nein“ in dem ersten Prüfschritt **604**), so wird das Verfahren in dem Messschritt **603** fortgeführt und es werden neue Messwerte/Zustände ermittelt.

[0134] Ist jedoch das Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium erfüllt („Ja“ in dem ersten Prüfschritt **604**), so wird in einem nachfolgenden zweiten Prüfschritt **605** überprüft, ob auf Grund des erfüllten Auswahlkriteriums auf eine andere Funk-Übertragungstechnologie umgeschaltet werden soll.

[0135] Ist dies der Fall („Ja“ in dem zweiten Prüfschritt **605**) so wird im Rahmen der aufgebauten Kommunikationsverbindung auf die andere jeweils gewünschte Funk-Übertragungstechnologie in der physikalischen Schicht umgeschaltet (Schritt **606**) und das Verfahren wird in einem weiteren dritten Prüfschritt **607** fortgeführt, in welchem überprüft wird, ob die Kommunikationsverbindung zu beenden ist. Ist dies der Fall („Ja“ in dem dritten Prüfschritt **607**), so wird die Kommunikationsverbindung beendet und das Verfahren endet in einem Ende-Schritt **608**.

[0136] Ist die Kommunikationsverbindung jedoch noch nicht zu beenden („Nein“ in dem dritten Prüfschritt **607**), so wird das Verfahren in Schritt **603** vorgeführt.

[0137] Soll gemäß dem zweiten Prüfschritt **605** jedoch nicht auf eine andere Funk-Übertragungstechnologie umgeschaltet werden („Nein“ in dem zweiten Prüfschritt **605**), so wird in einem vierten Prüfschritt **609** überprüft, ob die andere Übertragungstechnologie zusätzlich als Übertragungsmedium zu der ersten Funk-Übertragungstechnologie hinzugeschaltet werden soll.

[0138] Ist dies nicht der Fall („Nein“ in dem vierten Prüfschritt **609**), so wird eine Fehlermeldung ausgegeben (Schritt **610**) und das Verfahren wird beendet.

[0139] Soll jedoch die andere Funk-Übertragungstechnologie hinzugeschaltet werden („Ja“ in dem vierten Prüfschritt **609**), so wird die andere Übertragungstechnologie zu der aktuell bestehenden und verwendeten Funk-Übertragungstechnologie hinzugeschaltet (Schritt **611**), und das Verfahren wird in dem dritten Prüfschritt **607** weitergeführt.

Bezugszeichenliste

100	Funk-Kommunikations-Anordnung
101	Mobilfunk-Kommunikationsendgerät
102	Personal Computer
103	Pfeil
104	Gehäuse
105	Antenne
106	Lautsprecher
107	Mikrofon
108	Display
109	Tastenfeld
110	Zifferntasten
111	Funktionstasten
112	Bildschirm
113	Rechner
114	Computermaus
115	Tastatur
200	Protokollschicht-Diagramm
201	Radio Layer
202	Baseband Layer
203	Link Management Layer
204	Bluetooth Controller
205	HCI-Schnittstelle
206	Logical Link Control and Adaptation Protocol-Schicht
207	Steuersignal
208	Datensignal
209	Kommunikations-Verbindungspfeil
300	linke Spalte (OFDM)
301	rechte Spalte (FDM)
400	Blockdiagramm
401	Pfeil
402	durchgezogene Linie
403	erste Physikalische-Schicht-Funk-Übertragungseinheit
404	zweite Physikalische-Schicht-Funk-Übertragungseinheit
405	Auswähleinheit
406	Steuereinheit
407	erste Datenbank
408	zweite Datenbank
409	Messeinrichtung
410	Geräte-Messeinrichtung
411	externe Messeinrichtung
500	Blockdiagramm
600	Ablaufdiagramm

601	Start
602	Aufbauen Kommunikationsverbindung
603	Messen
604	Auswählkriterium erfüllt?
605	Umschalten auf andere Übertragungstechnologie?
606	Umschalten auf andere Übertragungstechnologie
607	Beenden Kommunikationsverbindung?
608	Ende
609	Zuschalten andere Übertragungstechnologie?
610	Fehlermeldung
611	Zuschalten andere Übertragungstechnologie

Patentansprüche

1. Funk-Kommunikationseinrichtung, aufweisend:

- eine erste Funk-Übertragungseinheit zum Übertragen von Information gemäß einer ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie im Rahmen einer aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung an eine andere Funk-Kommunikationseinrichtung;
- eine zweite Funk-Übertragungseinheit zum Übertragen von Information gemäß einer zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie; und
- eine Auswähleinheit zum Umschalten von der ersten Funk-Übertragungseinheit zu der zweiten Funk-Übertragungseinheit oder beiden Funk-Übertragungseinheiten zum Übertragen von Information im Rahmen der aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung an die andere Funk-Kommunikationseinrichtung abhängig von mindestens einem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium.

2. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Auswähleinheit eingerichtet ist zum Auswählen der ersten Funk-Übertragungseinheit oder der zweiten Funk-Übertragungseinheit oder beider Funk-Übertragungseinheiten zum Übertragen von Information abhängig von mindestens einem vorgebbaren gemessenen Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium.

3. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei mindestens eine der Funk-Übertragungseinheiten eingerichtet ist zur Übertragung von Information gemäß einer der folgenden Übertragungstechnologien:

- Bluetooth-Physikalische-Kommunikationsschicht-Übertragungstechnologie,
- Frequenzmultiplex,
- Zeitmultiplex,
- Breitband-Funk-Übertragungstechnologie,
- Ultra-Breitband-Funk-Übertragungstechnologie.

4. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei mindestens eine der Funk-Übertragungseinheiten eingerichtet ist zur Übertragung von Information gemäß einer der folgenden Übertragungstechnologien:

- Orthogonal Frequency Division Multiple Access,
- Frequenz-Spreizverfahren.

5. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Funk-Übertragungseinheit eine Einheit der Physikalischen Kommunikationsschicht ist.

6. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Auswähleinheit eine Einheit einer der Physikalischen Schicht übergeordneten Kommunikationsschicht ist.

7. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß Anspruch 6, wobei die Auswähleinheit eine Einheit einer der folgenden Kommunikationsschichten ist:

- Verbindungsschicht,
- Transportschicht,
- Netzwerkschicht,
- Vermittlungsschicht.

8. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Auswähleinheit eingerichtet ist zur dynamischen Verteilung der Information über mehrere Funk-Übertragungseinheiten während mindestens eine Funk-Kommunikationsverbindung mittels einer Bluetooth-Übertragungstechnologie aufgebaut ist.

9. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das vorgebbare Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium eines der folgenden Kriterien ist:

- ein Kriterium, das Eigenschaften eines Kanals beschreibt,
- ein Kriterium, das Eigenschaften der Funk-Kommunikationseinrichtung beschreibt,
- ein Kriterium, das Eigenschaften außerhalb der Funk-Kommunikationseinrichtung beschreibt,
- ein Kriterium, das Anforderungen einer Applikation, für die die Information übertragen werden soll, beschreibt.

10. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das vorgebbare Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium eines der folgenden Kriterien ist:

- ein Kriterium, das Eigenschaften eines physikalischen Kanals beschreibt,
- ein Kriterium, das Eigenschaften eines Transportkanals beschreibt,
- ein Kriterium, das Eigenschaften eines logischen Kanals beschreibt.

11. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das vorgebbare Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium ein vorgegebener Batterie-Ladezustand einer Batterie der Funk-Kommunikationseinrichtung ist.

12. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das vorgebbare Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium eines der folgenden Kriterien ist:

- eine vorgegebene Geschwindigkeit, mit der die Funk-Kommunikationseinrichtung bewegt wird,
- ein Anschluss mindestens eines Geräts an die Funk-Kommunikationseinrichtung.

13. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 ferner aufweisend: einen Regel-Speicher zum Speichern mindestens einer Regel, gemäß der die Auswahl der mindestens einen Bluetooth-Übertragungstechnologie erfolgt.

14. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, ferner aufweisend: mindestens eine Messeinrichtung zum Messen von physikalischen Größen, deren Werte mit dem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium zu vergleichen sind.

15. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß Anspruch 14, ferner aufweisend: mehrere Messeinrichtungen zum Messen von physikalischen Größen, deren Werte mit dem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswählkriterium zu vergleichen sind.

16. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß Anspruch 15, wobei die Messeinrichtungen zumindest teilweise in unterschiedlichen Kommunikationsschichten vorgesehen sind.

17. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß Anspruch 16, ferner aufweisend: wobei in jeder der folgenden Kommunikationsschichten mindestens eine Messeinrichtung zum Messen von Information der jeweiligen Kommunikationsschicht vorgesehen ist:

- Physikalische Schicht,
- Verbindungsschicht,
- Transportschicht,
- Vermittlungsschicht.

18. Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, ferner aufweisend: mindestens eine Steuereinheit zum Steuern der mindestens einen Messeinrichtung.

19. Funk-Kommunikations-Anordnung, aufweisend:

- eine Funk-Kommunikationseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18,
- eine Regel-Datenbank zum Speichern mindestens einer Regel, gemäß der die Auswahl der mindestens einen Bluetooth-Übertragungstechnologie in der Funk-Kommunikationseinrichtung erfolgt.

20. Verfahren zum Übertragen von Information von einer ersten Funk-Kommunikationseinrichtung zu einer zweiten Funk-Kommunikationseinrichtung, aufweisend:

Übertragen von Information von der ersten Funk-Kommunikationseinrichtung an die zweite Funk-Kommunikationseinrichtung mittels einer ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie im Rahmen einer aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung Umschalten von der ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie zu einer zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie oder beiden Bluetooth-Übertragungstechnologien zum Übertragen von Information im Rahmen der aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung abhängig von mindestens einem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium.

21. Verfahren gemäß Anspruch 20, ferner aufweisend:
Übertragen von Information gemäß der zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie.

22. Computerprogrammprodukt zum Übertragen von Information von einer ersten Funk-Kommunikationseinrichtung zu einer zweiten Funk-Kommunikationseinrichtung, bei Ausführung mittels eines Prozessors, aufweisend:

Übertragen von Information von der ersten Funk-Kommunikationseinrichtung an die zweite Funk-Kommunikationseinrichtung mittels einer ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie im Rahmen einer aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung Umschalten von der ersten Bluetooth-Übertragungstechnologie zu einer zweiten Bluetooth-Übertragungstechnologie oder beiden Bluetooth-Übertragungstechnologien zum Übertragen von Information im Rahmen der aufgebauten Funk-Kommunikationsverbindung abhängig von mindestens einem vorgebbaren Funk-Übertragungstechnologie-Auswahlkriterium.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

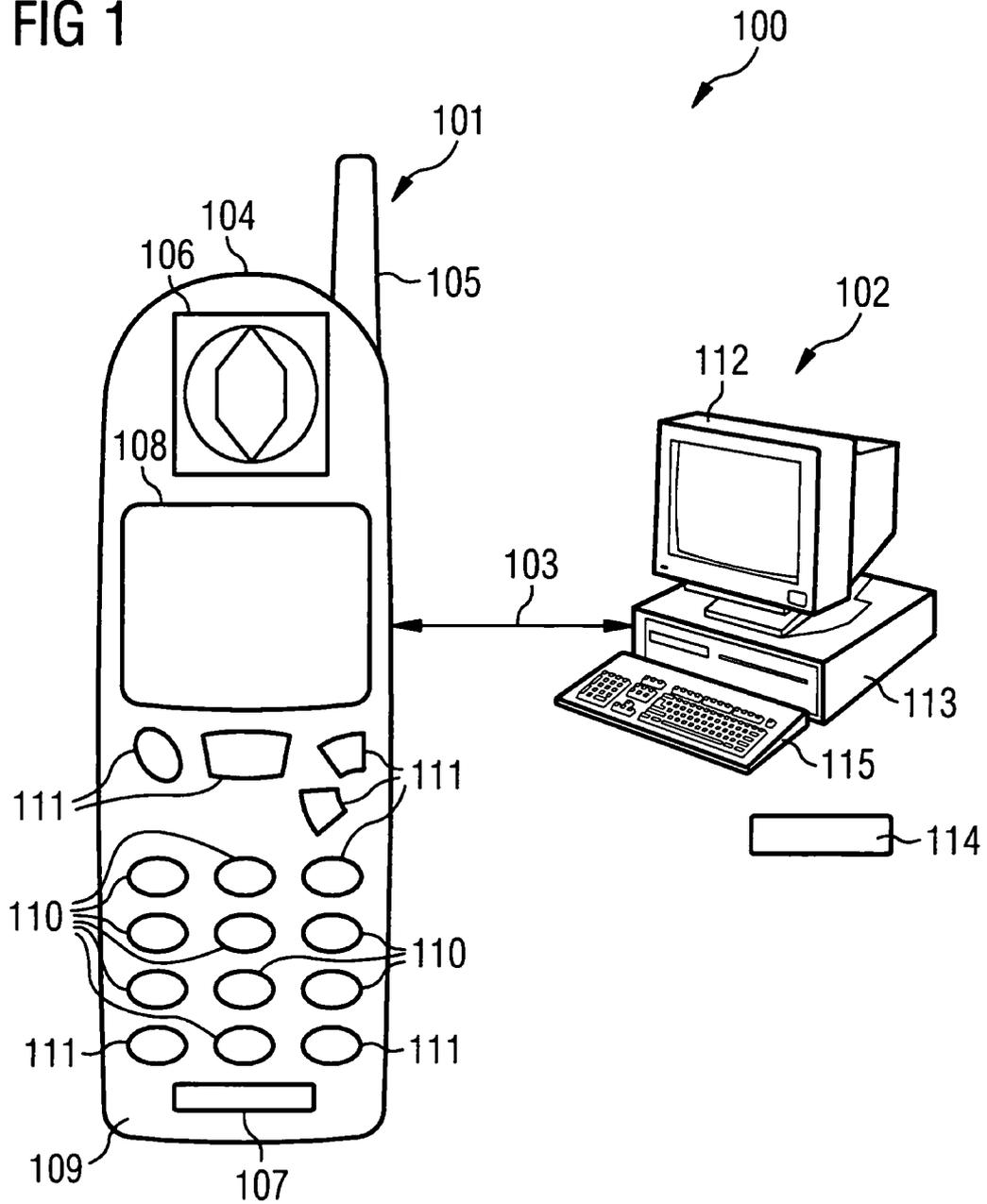


FIG 2

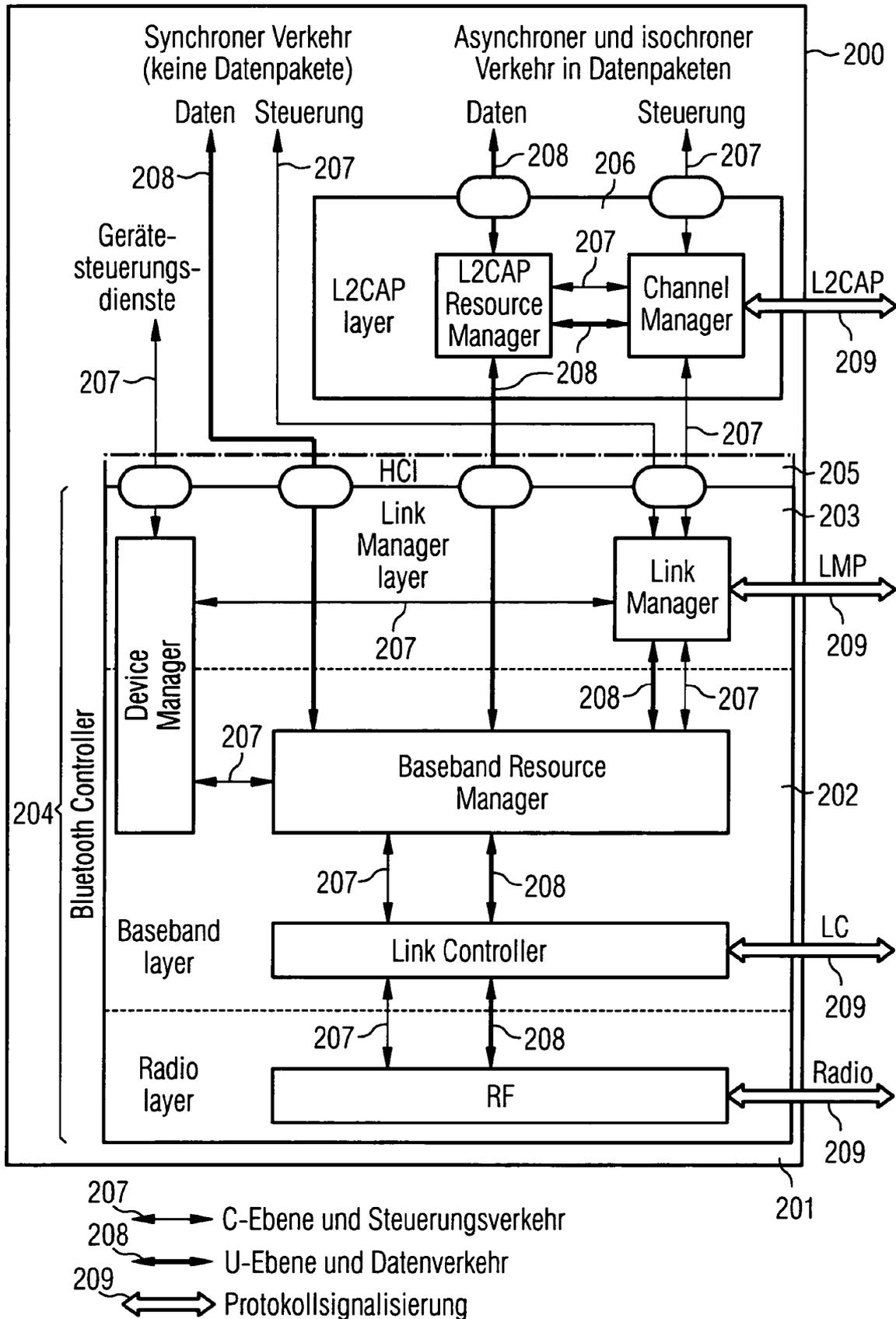


FIG 3

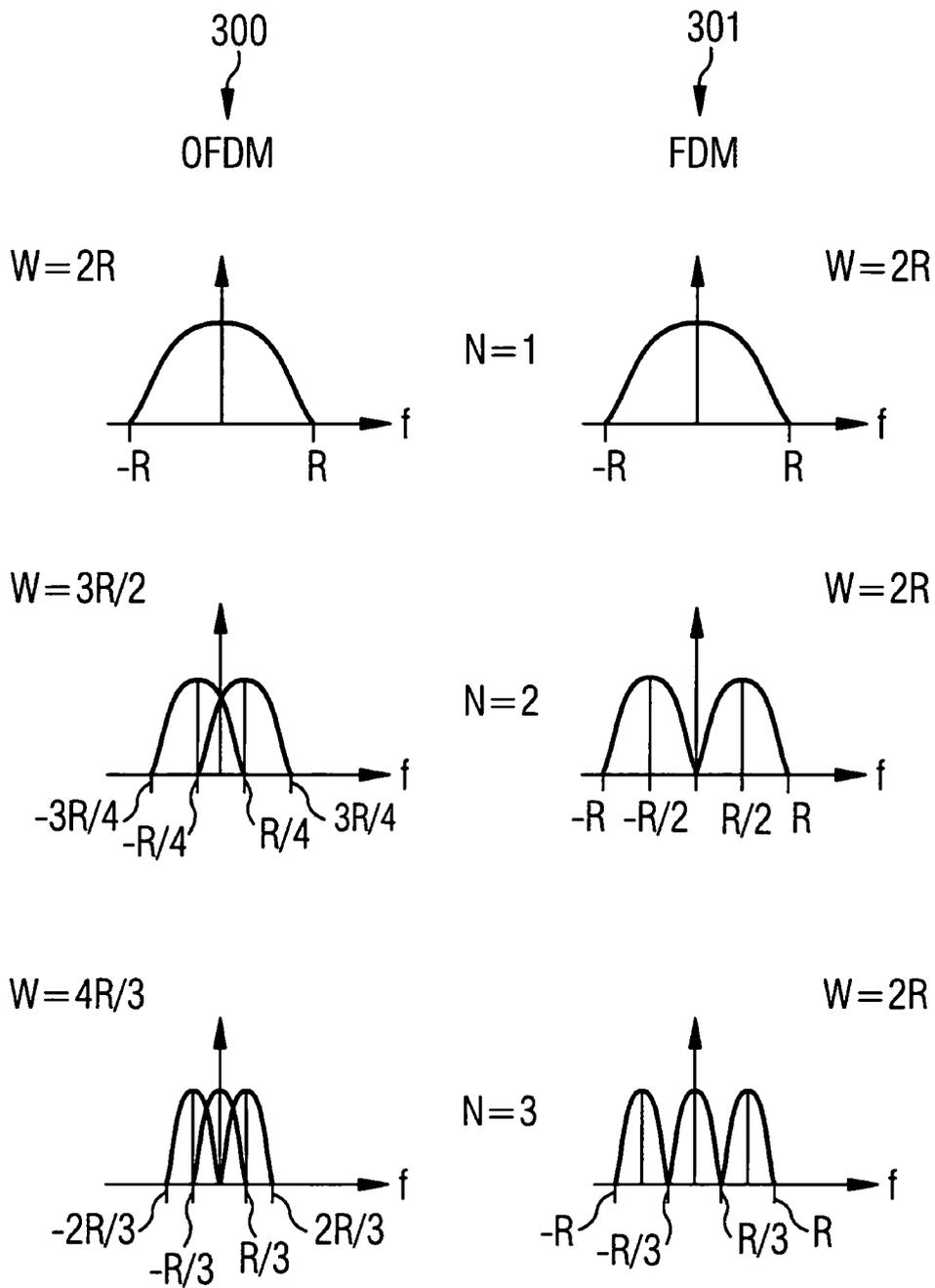


FIG 4

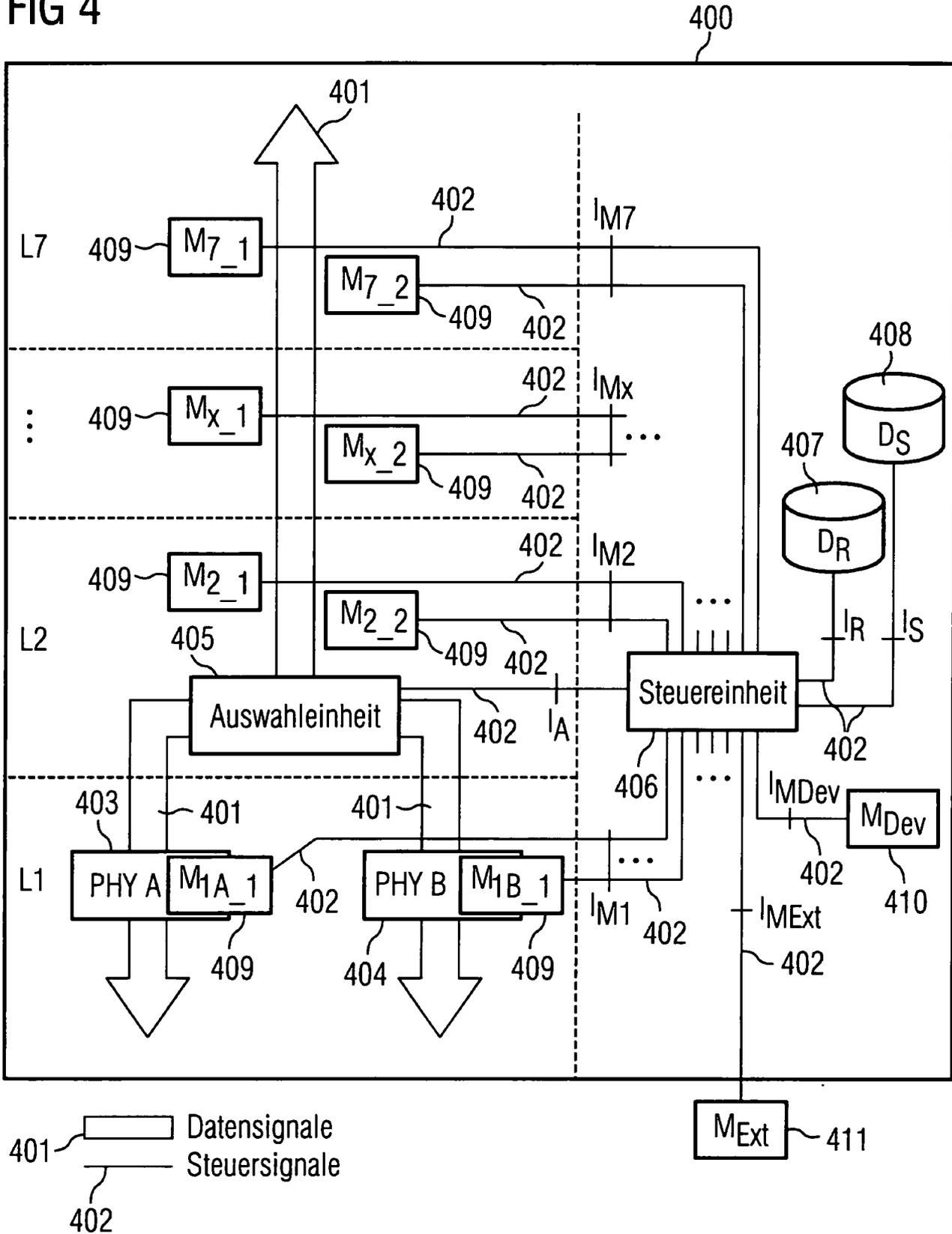


FIG 5

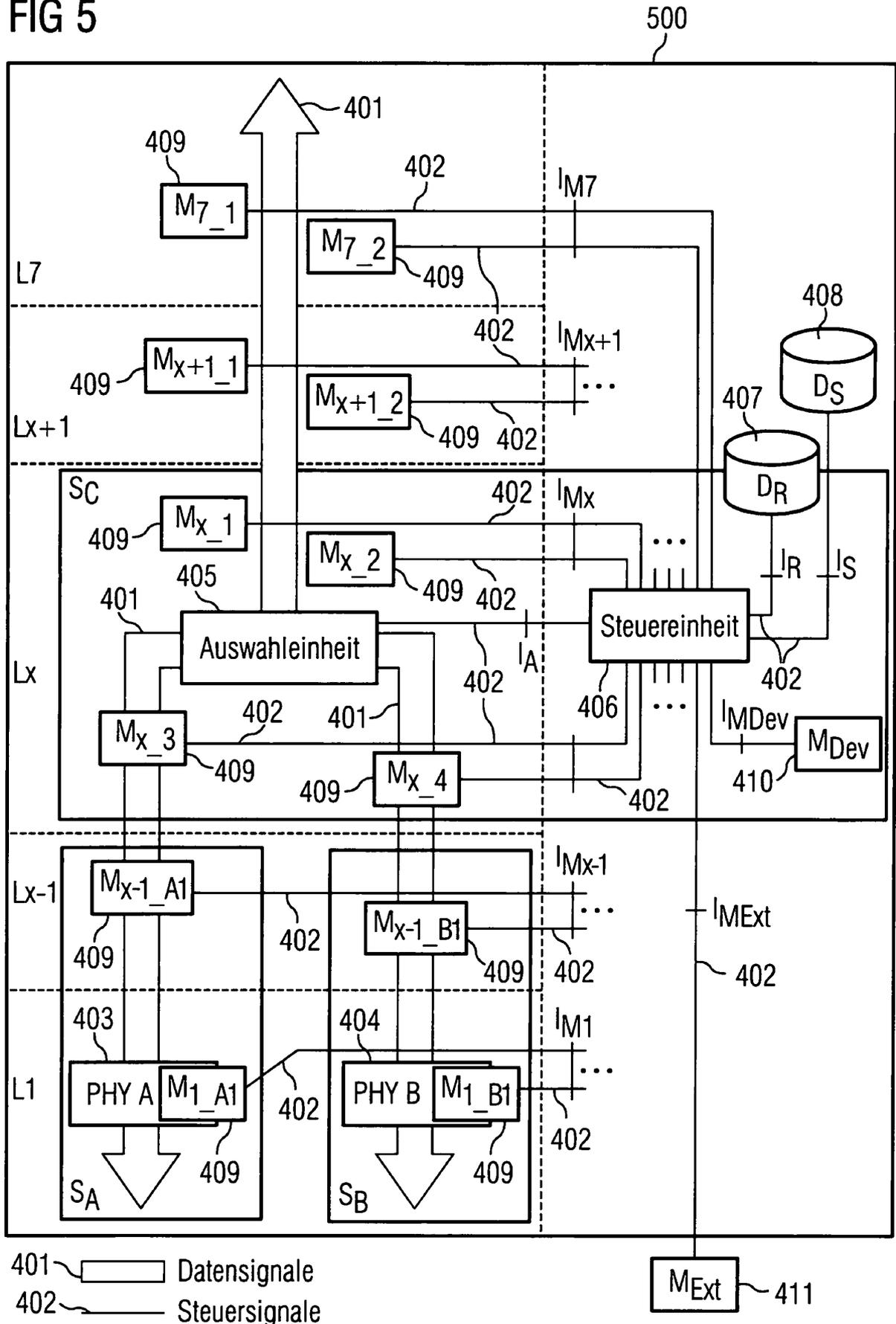


FIG 6

