

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Oktober 2019 (31.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/206372 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *H04B 7/024* (2017.01) *H04B 7/0452* (2017.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2019/100352
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. April 2019 (16.04.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2018 110 156.2
26. April 2018 (26.04.2018) DE
- (71) Anmelder: **KATHREIN SE** [DE/DE]; Anton-Kathrein-Str. 1—3, 83022 Rosenheim (DE).
- (72) Erfinder: **GABRIEL, Roland**; Sudetenstraße 14a, 83059 Kolbermoor (DE). **MANN, Burkhard**; Zugspitzstrasse 17, 83059 Kolbermoor (DE).
- (74) Anwalt: **NOWACK, Linda**; Arnulfstr. 48, 83026 Rosenheim (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DIGITAL, DISTRIBUTED, WIRE-FREE COMMUNICATION SYSTEM AND CONCENTRATOR

(54) Bezeichnung: DIGITALES, VERTEILTES, DRAHTLOSES KOMMUNIKATIONS-SYSTEM UND KONZENTRATOR

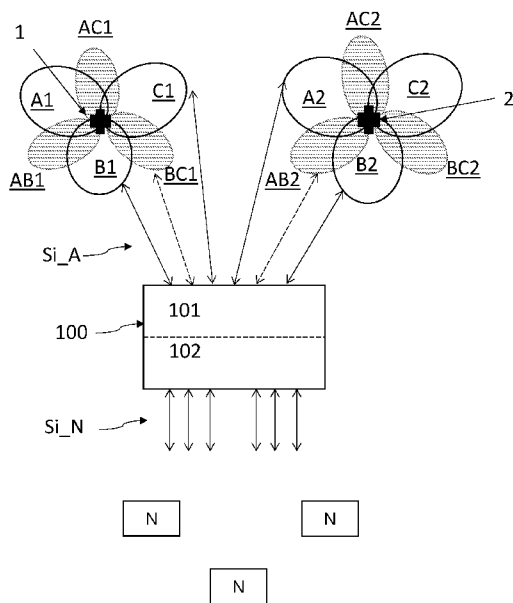


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a digital, distributed, wire-free communication system having at least two base station antennas arranged adjacent to each other, which are designed as sector antennas having different but adjacent sector illumination, and a concentrator, which communicates with the sector antennas by means of a digital communication signal having antenna-side data streams respectively assigned separately to each sector antenna. The concentrator combines the received antenna-side data streams from the sector antennas into a number of network-side data streams, differing from the number of antenna-side data streams, by using a signal processing matrix operation, wherein at least one of the network-side data streams leaving the concentrator includes parts of at least two antenna-side data streams from at least two adjacent sector antennas. The invention also relates to a concentrator and a method for the joint signal processing of data streams from a plurality of base station antennas arranged adjacent to one another.

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen wird ein digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System, aufweisend mindestens zwei zueinander benachbart angeordnete Basisstationsantennen, welche als Sektor-Antennen mit unterschiedlicher, aber benachbarter Sektorausleuchtung ausgeführt sind, und einen Konzentrador, welcher mit den Sektor-Antennen mittels eines digitalen Kommunikationssignals mit jeweils separat zu jeder Sektor-Antenne zugeordneten antennenseitigen Datenströmen kommuniziert. Der Konzentrador kombiniert die empfangenen antennenseitigen Datenströme der Sektor-Antennen auf eine von der Anzahl der antennenseitigen Datenströme abweichende Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen unter Nutzung einer Signalverarbeitungs-Matrix-Operation, wobei zumindest einer der vom Konzentrador ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme Teile von zumindest zwei antennenseitigen Datenströmen von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen beinhaltet. Ferner



WO 2019/206372 A1

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System und Konzentrator

Die Erfindung betrifft ein digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System und einen Konzentrator.

Im Stand der Technik sind Mobilfunknetze bekannt, welche mit einer oder mehreren Basisstationen an dem jeweiligen Mobilfunk-Standort bestückt sind, und welche die von einer Antenne empfangenen Signale in einem mehrstufigen Prozess in das Basisband transformieren. Umgekehrt werden von der Antenne Signale abgestrahlt, welche aus den Nutzerdaten über die entsprechenden Signalverarbeitungsschritte in ein Hochfrequenzsignal transformiert werden. Dabei können in einer Basisstation bereits mehrere Sektoren erfasst werden. Üblicherweise enthält jeder dieser Sektoren eine eigene „Cell-ID“ (LTE: PHY-Layer Cell ID = $3 \cdot (\text{Cell ID Group}) + \text{Cell ID Sector}$), d.h. er wird als eigene Zelle betrachtet. Dabei wird somit bei einem Übergang von einem in den nächsten Sektor ein Handover nötig. Auch bei Vereinfachung des Handovers bspw. durch Zuweisung neuer Ressourcen wie ein anderer Zeitschlitz oder andere OFDM-Frequenz wird zwar ein hartes Handover vermieden und ein Übergang kann im Rahmen der Ressourcenzuweisung erfolgen (RRM – Radio Resource Management), jedoch können diese Ressourcen damit nicht gleichzeitig in beiden Sektoren genutzt werden und die Zuweisung erfolgt in den höheren Schichten der Signalverarbeitung. Dies hat wiederum Laufzeit-Nachteile.

Bekannt sind weiterhin verteilte Radio-Netzwerke, welche ein gemeinsames Verarbeiten einer Vielzahl von Antennenstandorten ermöglichen. Hierbei werden die erfassten Datenströme in einem RF-IQ-Format bspw. CPRI oder ORI an ein Cluster von Basis-Band Rechnern übertragen und dann gemeinsam bezüglich einer linearen Superposition, d.h. einem Beamforming, verarbeitet. Aus dem Stand der Technik sind hierfür aber nur für ein verteiltes Netzwerk – insbesondere für Indoor-Versorgungs-Netzwerke- für jeden Antennenstandort maximal eine 2fach-MIMO Implementierung bekannt, siehe z.B. K-BOW-System der Kathrein Werke KG.

In der Veröffentlichung „Intra Site COMP in LTE- A Systems: an Antenna-Selected – Based Solution“ (Bin-Sung Liao, Wen Rong Wu, and Hung-Tao Hsieh, Department of

Electrical Engineering, National Chaio Tung University Hsinchu, Taiwan in 2012 IEEE Wireless Communications and Networking Conference: PHY and Fundamentals, S. 832 ff., DOI: 10.1109/WCNC.2012.6214487) wird demgegenüber ein System von vielen Antennen vorgeschlagen, welches dann ein höheres MIMO Cluster darstellt. Hierbei wird aber auch darauf verwiesen, dass dieses System bisher in keinem Standard definiert wurde und eine zu komplexe Signalverarbeitung beinhaltet. Beispielsweise wird festgestellt, dass ein Netzwerk-MIMO-System zur Signalübertragung bzw. zum Signalempfang konstruiert werden kann. Vordcodierung in einem solchen System wird eine bessere Performanz haben, aber ein hochdimensionales Kodierbuch, welches nicht von aktuellen LTE-A-Systemen unterstützt wird. (Original: „we can construct a network MIMO system for signal transmission/reception. Precoding in such system will have better performance, however, it require a high dimension codebook which is not supported by current LTE-A systems“). Ebenfalls wurde in diesem Artikel nicht erwähnt, wie sich eine kostengünstige Lösung, insbesondere mit einer realisierbaren Laufzeitanforderung, ein System für höhere MIMO-Moden und mehrere Antennen umsetzen lässt. Zwar wird in diesem Artikel darauf verwiesen, dass nur eine begrenzte Anzahl von Antennen für ein MIMO Cluster selektiert werden sollte, jedoch wird die Auswahl derselben von theoretischen Korrelationswerten abgeleitet und keine realisierte physikalische Umsetzung gezeigt.

In der Veröffentlichung “Inter-Cluster Design of Wireless Fronthaul and Access Links for the Downlink of C- RAN“ (Seok-Hwan Park, Changick Song and Kyoung-Jae Lee, in IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 6, NO. 2, APRIL 2017, DOI: 10.1109/LWC.2017.2671431) ist ein mathematischer Ansatz zur Kombination mehrerer Antennen beschrieben, eine praktische Umsetzung ist hierbei nicht gezeigt. Nachteilig ist dieser Veröffentlichung auch zu entnehmen, dass das Berechnungsverfahren sehr aufwendig wird, insbesondere wenn das Cluster sehr groß wird. Des Weiteren werden in diesem bekannten Ansatz alle Signale bis in das Basisband, d.h. den Datenstrom des Endnutzers, transformiert. Auch werden hier die Verfahren „coordinated multipoint transmission“ und „coordinated multipoint reciving“ nicht vom dort simulierten Beamforming getrennt. Eine physikalische Umsetzung ist nicht gezeigt. Auch für größere Cluster sind insbesondere keine Mechanismen zur Synchronisation der

Phasenlage der verteilten Standorte aufgezeigt, so dass diese Quelle eine rein mathematische Simulation einer hypothetischen Verteilung darstellt.

In US9026036B2 wird weiterhin beispielsweise ein verteiltes DAS-System beschrieben, welches an eine Basisstation andockt, somit also keine eigene Basisband-Verarbeitung enthält. Hierbei wird eine Übertragung über ein Ethernet basierend auf Zwischenfrequenzadaptionen vorgestellt.

Nachteilig bei den bisher bekannten Lösungen und Implementierungen sind einerseits die hohen Anforderungen an extreme Datenrate sowie Synchronität und Latenz der geforderten „Fronthaul“- Verbindungen zu den Rechen-Clustern zur Basisband-Signalverarbeitung. Alternativ beinhalten bekannte Lösungen die komplette Basisband-Verarbeitung unmittelbar in der jeweiligen Antenne (Small Cell Ansatz). Diese wiederum erlaubt keine Nutzung von benachbarten Antennen für ein gemeinsames MIMO-Processing.

Deshalb ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Kommunikationssystem und einen Konzentrator, sowie ein Signalverarbeitungsverfahren bereitzustellen, durch welche eine Übertragung mit hoher Datenrate bei geringen Latenzzeiten möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Vorgeschlagen wird ein digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikationssystem, aufweisend mindestens zwei zueinander benachbart angeordnete Basisstationsantennen, welche als Sektor-Antennen mit unterschiedlicher, aber benachbarter Sektorausleuchtung ausgeführt sind, und einen Konzentrator, welcher mit den Sektor-Antennen mittels eines digitalen Kommunikationssignals mit jeweils separat zu jeder Sektor-Antenne zugeordneten antennenseitigen Datenströmen kommuniziert. Der Konzentrator kombiniert die empfangenen antennenseitigen Datenströme der Sektor-Antennen auf eine von der Anzahl der antennenseitigen Datenströme

abweichende Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen unter Nutzung einer Signalverarbeitungs-Matrix-Operation, wobei zumindest einer der vom Konzentrator ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme Teile von zumindest zwei antennenseitigen Datenströmen von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen beinhaltet.

Somit ist eine gemeinsame Signalverarbeitung von Signalen von mehreren Antennen an einem Antennenstandort, als auch gleichzeitig ausreichend Spielraum für eine synchrone Signalverarbeitung von mehreren direkt zueinander benachbarten Antennenstandorten ermöglicht, z.B. für ein gemeinsames MIMO-Processing.

In einer Ausführung werden die vom Konzentrator zu den Sektor-Antennen gesendeten antennenseitigen Datenströme zeitlich so synchronisiert gesendet, dass eine phasensynchrone Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder ein gemeinsamer MIMO-Betrieb der Sektor-Antennen erfolgt.

In einer Ausführung befinden sich alle Sektor-Antennen und der Konzentrator an einem gemeinsamen Standort, oder es befinden sich mindestens zwei der Sektor-Antennen an unterschiedlichen Standorten, und der Konzentrator befindet sich entweder an einem der Standorte oder in einem Bereich zwischen den Standorten, oder es befinden sich mindestens zwei der Sektor-Antennen an einem gemeinsamen Standort und weitere Sektor-Antennen an zueinander direkt benachbarten Standorten, und der Konzentrator befindet sich entweder an einem der Standorte oder in einem Bereich zwischen den Standorten. Durch Bereitstellen des Konzentrators nahe am Antennenstandort werden Latenzzeiten verkürzt und damit eine synchrone Übertragung ermöglicht.

In einer Ausführung bildet die Signalverarbeitungs-Matrix-Operation, welche auf die antennenseitigen Datenströme von zumindest zwei Sektor-Antennen zum Konzentrator hin angewendet wird, im Konzentrator die antennenseitigen Datenströme mittels einer linearen komplexen Matrixoperation durch eine Matrix mit komplexen Koeffizienten auf eine neue Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen ab, und führt sie danach einer weiteren Matrix-Operation zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung zu.

In einer Ausführung erzeugt die komplexe Matrixoperation eine größere Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen als antennenseitige Datenströme eingehen, indem zusätzlich jeweils Teile von zwei antennenseitigen Datenströmen benachbarter Sektor-Antennen zu einem neuen Datenstrom kombiniert werden.

In einer Ausführung werden Koeffizienten linearen komplexen Matrixoperation nach vorgegebenen Erfolgskriterien modifiziert, und anschließend der weiteren Matrix-Operation zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung übergeben.

In einer Ausführung werden die Koeffizienten der komplexen Matrixoperation mittels eines Optimierungsalgorithmus in Abhängigkeit von den vorgegebenen Erfolgskriterien nach der weiteren Matrix-Operation zur MIMO-Verarbeitung nachgeführt.

Die Verarbeitung der Datenströme kann auf unterschiedliche Weise optimiert werden, so dass der gemeinsame MIMO-Betrieb optimiert wird.

Ferner wird ein Konzentrador bereitgestellt, der dazu eingerichtet ist, eine gemeinsame Signalverarbeitung von Datenströmen mehrerer zueinander benachbart angeordneter Basisstationsantennen, welche als Sektor-Antennen mit unterschiedlicher, aber benachbarter Sektorausleuchtung ausgeführt sind, bereitzustellen, wobei der Konzentrador hierfür aufweist:

- Sende- und Empfangsmittel zum Senden und/oder Empfangen von einzelnen Sektor-Antennen zugeordneten antennenseitigen Datenströmen und netzwerkseitigen Datenströmen,

- Signalverarbeitungsmittel zum Verarbeiten der Datenströme derart,

dass die empfangenen antennenseitigen Datenströme der Sektor-Antennen auf eine von der Anzahl der antennenseitigen Datenströme abweichende Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen unter Nutzung einer Signalverarbeitungs-Matrix-Operation kombiniert werden und zumindest einer der vom Konzentrador ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme Teile von zumindest zwei unterschiedlichen

antennenseitigen Datenströmen von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen beinhaltet.

In einer Ausführung bildet die Signalverarbeitungs-Matrix-Operation, welche auf die antennenseitigen Datenströme von zumindest zwei Sektor-Antennen zum Konzentrator hin angewendet wird, im Konzentrator die antennenseitigen Datenströme mittels einer linearen komplexen Matrixoperation durch eine Matrix mit komplexen Koeffizienten auf eine neue Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen ab und führt sie danach einer weiteren Matrix-Operation zur MIMO-Verarbeitung zu. Alternativ erzeugt die Signalverarbeitungs-Matrix-Operation mittels einer linearen komplexen Matrixoperation durch eine Matrix mit komplexen Koeffizienten eine größere Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen, als antennenseitige Datenströme eingehen, indem zusätzlich jeweils Teile von zwei antennenseitigen Datenströmen benachbarter Sektor-Antennen zu einem neuen Datenstrom kombiniert werden.

In einer Ausführung werden Koeffizienten der linearen komplexen Matrixoperation nach vorgegebenen Erfolgskriterien modifiziert, und anschließend der weiteren Matrix-Operation zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung übergeben. Alternativ werden Koeffizienten der linearen komplexen Matrixoperation nach vorgegebenen Erfolgskriterien modifiziert, und anschließend der weiteren Matrix-Operation zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung übergeben, und die Koeffizienten der linearen komplexen Matrixoperation werden mittels eines Optimierungsalgorithmus in Abhängigkeit von den vorgegebenen Erfolgskriterien nach der weiteren Matrix-Operation zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung nachgeführt.

Ferner wird ein Verfahren zur gemeinsamen Signalverarbeitung von Datenströmen mehrerer zueinander benachbart angeordneter Basisstationsantennen bereitgestellt, welche als Sektor-Antennen mit unterschiedlicher, aber benachbarter Sektorausleuchtung ausgeführt sind. Dabei werden Datenströme von mindestens zwei zueinander benachbart angeordneter Sektor-Antennen mittels eines Konzentrators verarbeitet, so dass antennenseitige Datenströme der Sektor-Antennen auf eine von

der Anzahl der antennenseitigen Datenströme abweichende Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen unter Nutzung einer Signalverarbeitungs-Matrix-Operation kombiniert werden. Dabei beinhaltet zumindest einer der vom Konzentrator ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme Teile von zumindest zwei antennenseitigen Datenströmen von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen. Alternativ beinhaltet zumindest einer der vom Konzentrator ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme Teile von zumindest zwei antennenseitigen Datenströmen von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen, und die vom Konzentrator zu den Sektor-Antennen gesendeten antennenseitigen Datenströme werden zeitlich so synchronisiert gesendet, dass eine phasensynchrone Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder ein gemeinsamer MIMO-Betrieb der Sektor-Antennen erfolgt.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungsgemäße Einzelheiten zeigt, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung des Kommunikations-Systems, des Konzentrators und des Verfahrens gemäß einer Ausführung der Erfindung.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung unterschiedlicher Ausführungen des Kommunikations-Systems gemäß weiteren Ausführungen der Erfindung.

Die Nutzung von benachbarten Antennen für ein gemeinsames MIMO-Processing, insbesondere in einer separaten Einheit unmittelbar am Antennenstandort, sind bisher aus dem Stand der Technik nicht ersichtlich.

Ein Ziel der Erfindung ist es also, ein geeignetes Kommunikations-System, einen Konzentrator 100 als essentiellen Bestandteil des Kommunikations-Systems sowie ein

hauptsächlich in dem Konzentrator 100 durchgeführtes Signalverarbeitungs-Verfahren bereitzustellen. Hierdurch sollen sowohl eine gemeinsame Signalverarbeitung von Signalen von mehreren Antennen 1, 2 an einem Antennenstandort, als auch gleichzeitig ausreichend Spielraum für eine synchrone Signalverarbeitung von mehreren direkt zueinander benachbarten Antennenstandorten ermöglicht werden, z.B. für gemeinsames MIMO-Processing.

Das vorgeschlagene digitale, verteilte, drahtlose Kommunikations-System sowie der Ablauf des Verfahrens und der Konzentrator 100 sind schematisch in Figur 1 (vergrößert) und Figur 2, welche jeweils unterschiedliche Ausführungen zeigen, dargestellt. Das Kommunikations-System weist mindestens zwei Basisstationsantennen 1, 2 auf, die als Sektor-Antennen 1, 2 gebildet sind.

Sektor-Antennen 1, 2 können ein Array aus mehreren Antennen oder Antennenarrays oder mehrere Antennengruppen in einem Gehäuse sein, welche auch als Antennensysteme bezeichnet werden. Ein Antennensystem hat einen gemeinsamen Ausgang bzw. Eingang für die jeweiligen HF- Signale. Dabei werden dual-polarisierte Antennensysteme als zwei Antennensysteme betrachtet. Somit ist die Anzahl der Eingänge bzw. Ausgänge einer passiven Antenne entscheidend für die Anzahl der Antennensysteme. Die Anzahl der Eingänge bzw. Ausgänge wird auch als Port bezeichnet, d.h. eine 8-Port-Antenne beinhaltet acht Antennensysteme. Bei aktiven Antennen sind diese Ports nicht mehr unmittelbar extern zugänglich, hier werden diese bereits intern in der Antenne auf eine Sende-Empfangseinheit geschaltet und u.U. auch bereits digitalisiert. Hier korrespondiert dann die Anzahl der gesendeten bzw. empfangenen Datenströme mit den verschiedenen Antennensystemen bzw. Ports. Die Sektor-Antennen 1, 2 können aktive oder passive Antennen oder Antennenarrays sein. Sie können entweder direkt einen Remote-Radio-Head RRH aufweisen oder der Remote-Radio-Head RRH befindet sich an einer zu der zugehörigen Sektor-Antenne 1, 2 benachbarten Position am Standort der Antenne. Die Sektor-Antennen 1, 2 weisen eine bestimmte Sektorausleuchtung auf. Bei MIMO- Betrieb, insbesondere „Multiuser-MIMO“, werden innerhalb des Sektors verschiedene Ausbreitungswege zur Trennung von Signalen genutzt. Dies resultiert dann auch in verschiedenen Strahlungskeulen zu den verschiedenen Nutzern, um eine Mehrfachausnutzung der Ressourcen zu

gewährleisten. Insofern wird der Sektor allgemeiner durch die Fähigkeit der Antenne beschrieben, in diesem Bereich einen entsprechenden Beam, d.h. eine Strahlungskeule, zu generieren. Nachfolgend werden die durch das Strahlungsdiagramm der Antennen bzw. Antennenarrays gebildeten Bereiche als Ausleuchtsektoren A1-C1; A2-C2 der jeweiligen Sektor-Antenne 1, 2 bezeichnet. Somit sind sowohl die bisher vorhandenen, klar voneinander abgegrenzten Sektoren als auch die Mehrfachausnutzung der Ressourcen in einem Sektor ab dem MIMO Betrieb eingeschlossen.

Die Sektor-Antennen 1, 2 können sich entweder alle an einem gemeinsamen Standort oder an direkt zueinander benachbarten Standorten befinden. Vorteilhaft sind mindestens zwei oder drei der Sektor-Antennen 1, 2 an demselben Standort. Weitere Sektor-Antennen 1, 2, die sich an direkt dazu benachbarten Standorten befinden, können zur Signalverarbeitung bei Bedarf hinzugezogen werden. Benachbart bzw. direkt benachbart heißt, dass die Antennenstandorte unmittelbar zueinander benachbart sind, z.B. weniger als 5 km voneinander entfernt. Dabei sollten die Ausleuchtungssektoren der Sektor-Antennen 1, 2 einander überlappende Bereiche aufweisen, um das vorgeschlagene Signalverarbeitungs-Verfahren ausführen zu können. Je größer die Entfernung ist, desto unwahrscheinlicher ist es, dass sich Ausleuchtungssektoren benachbarter Sektor-Antennen 1, 2 überschneiden. Außerdem kann die Latenzzeit mit zunehmender Entfernung größer werden, so dass eine Synchronisierung der Signale erschwert oder unmöglich wird.

Durch die anhaltende Virtualisierung verschiedenster Anwendungen wird es vor allem bei zeitkritischen Anwendungen wie Mobilfunk immer wichtiger, auch durch die Virtualisierung auftretende Latenzzeiten in der Signallaufzeit möglichst gering zu halten. Dies wird dadurch erreicht, dass eine als Konzentrador 100 gebildete Signalverarbeitungseinheit verwendet wird. In diesem Konzentrador 100 wird vor allem der Teil der Signalverarbeitung, der zeitkritisch ist, bearbeitet. Hierzu sollte sich der Konzentrador 100 möglichst nahe an der den Sektor-Antennen 1, 2 befinden. Dies kann erreicht werden, indem der Konzentrador 100 an demselben Antennenstandort wie die Sektor-Antennen 1, 2 vorgesehen ist. Alternativ kann der Konzentrador 100 auch in einem Bereich zwischen zwei Antennenstandorten vorgesehen sein, wenn Sektor-

Antennen 1, 2 unterschiedlicher Antennenstandorte zur Signalverarbeitung herangezogen werden.

Der Konzentrator 100 weist Sende- und Empfangsmittel auf. Diese können Datenströme sowohl von den Sektor-Antennen 1, 2 empfangen als auch Datenströme an die Sektor-Antennen 1, 2 schicken. Datenströme vom Konzentrator 100 zu den Sektor-Antennen 1, 2 oder von den Sektor-Antennen 1, 2 zu dem Konzentrator 100 werden als antennenseitige Datenströme Si_A bezeichnet. Antennenseitige Datenströme Si_A sind Datenströme von Seite der Sektor-Antenne(n) 1, 2, welche in einigen Ausführungen in Form von CPRI-RF-I/Q-Sampling oder als bereits vorverarbeitetes Signal, aber in jedem Falle vor dem sogenannten Layer Mapping 102, welches in dem Konzentrator 100 durchgeführt wird, vorhanden sind. Die antennenseitigen Datenströme Si_A können also CPRI oder I/Q-Datenströme sein. Unter I/Q (In-Phase-&-Quadrature)-Sampling ist ein Verfahren zur Gewinnung einer Phaseninformation bei der Demodulation eines Signals zu verstehen. Als CPRI (common public radio interface) wird eine Schnittstelle zwischen Funkausrüstungssteuerung und Funkausrüstung bezeichnet.

Auch können die Sende- und Empfangsmittel des Konzentrators 100 Datenströme vom Konzentrator 100 zu einem oder mehreren Netzwerken N senden bzw. davon empfangen. Datenströme von dem Konzentrator 100 zu diesem bzw. diesen Netzwerken N werden als netzwerkseitige Datenströme Si_N bezeichnet. Solche Netzwerke können physisch vorhandene Netzwerke N sein, z.B. ein oder mehrere Nutzer von Mobilfunkgeräten, oder virtuelle Netzwerke, die sogenannte virtuelle Cloud.

Der Konzentrator 100 ist eine Signalverarbeitungseinheit, in der vor allem zeitkritische Verarbeitungen von Signalen erfolgen. Wichtig ist unter anderem, dass die Latenzzeit der Signallaufzeit nicht so groß wird, dass eine synchrone Verarbeitung zweier Datenströme nicht mehr möglich ist. Einer der wichtigsten Prozesse ist hierbei das Layer-Mapping. Beim Layer Mapping werden die den jeweiligen Nutzern zugeordneten Datenströme auf die verschiedenen physikalischen Ausbreitungswege innerhalb der Kanalmatrix zwischen Nutzer und Basisstationsantenne abgebildet bzw. beim „Multiuser-MIMO“ auf die verschiedenen Beams, d.h. Strahlungskeulen zu den

verschiedenen Nutzern. Dazu muss die Kanalmatrix bzw. müssen die Ausbreitungseigenschaften zwischen Nutzer und Basisstationsantenne ermittelt werden. Dies kann durch eine Rückmeldung auf verschiedene Testsignale geschehen (closed loop) oder durch eine Richtungsbestimmung aus den empfangenen Signalen (open loop). Beim Layer-Mapping gemäß der vorliegenden Erfindung werden nun physikalisch voneinander getrennte, aber zueinander benachbarte Sektor-Antennen 1 bzw. 2 durch eine Signalverarbeitungs-Matrix-Operation 102 miteinander kombiniert. Hierbei können also Teile zweier benachbarter Ausleuchtungssektoren A1-B1; B1-C1; C1-A1 bzw. A2-B2; B2-C2; C2-A2 in einen neuen Ausleuchtungssektor AB1, BC1, AC1 bzw. AB2, BC2, AC2 überführt und gemeinsam genutzt werden. Optional kann dieser Signalverarbeitungs-Matrix-Operation 102 eine weitere Operation vorgelagert sein, welche vorteilhaft eine lineare komplexe Matrixoperation 101 ist. Bei dieser linearen komplexen Matrixoperation 101 wird ein neuer Vektor virtueller und/oder realer bzw. physikalischer Sektor-Antennen 1, 2 durch eine lineare Matrixabbildung als Superposition der physikalischen Sektor-Antennen 1, 2 gebildet.

Dabei wird zur Optimierung versucht, eine möglichst dünnbesetzte oder schwachbesetzte Matrix (engl. sparse matrix) zu erzeugen, so dass möglichst wenig Rechenleistung benötigt wird, um den bestmöglichen Datenstrom auszuwählen. Dies wird durch Vorgabe von Erfolgskriterien erreicht. Diese wären z.B. ein möglichst starkes Empfangssignal auf Netzwerkseite N. Bei einer genügend großen Menge an Daten können die Koeffizienten der komplexen Matrixoperation 101 mittels eines Optimierungsalgorithmus in Abhängigkeit von den vorgegebenen Erfolgskriterien nach der weiteren Matrix-Operation 102 zur MIMO-Verarbeitung nachgeführt werden. Koeffizienten stellen Datenströme einzelner Sektoren bzw. Ausleuchtsektoren dar.

Die komplexe Matrixoperation 101 kann dabei eine größere Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen S_i_N erzeugen, als antennenseitige Datenströme S_i_A eingehen, indem zusätzlich jeweils Teile B1, C1; A2, B2 von zwei antennenseitigen Datenströmen S_i_A benachbarter Sektor-Antennen 1, 2 zu einem neuen Datenstrom BC1; AB2 kombiniert werden.

Zusätzlich zu den Prozess-Schritten „MIMO“ bzw. „Beamforming“, also phasensynchrone Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung, d.h. in den Schritten, in denen der Konzentrator 100 mit den Sektor-Antennen 1, 2 mittels eines digitalen Kommunikationssignals mit jeweils separat zu jeder Sektor-Antenne 1, 2 zugeordneten antennenseitigen Datenströmen S_{i_A} kommuniziert, und Layer Mapping, bei dem wie oben beschrieben physikalisch voneinander getrennte, aber zueinander benachbarte Sektor-Antennen 1, 2 durch eine Signalverarbeitungs-Matrix-Operation 102 miteinander kombiniert werden, kann im Konzentrator 100 vorteilhafterweise noch eine Signal-Modulation bzw. Demodulation erfolgen, da hier eine hohe Datenrate erforderlich ist.

Durch die vorgeschlagene Signalverarbeitung in einem Konzentrator 100 von mehreren zueinander benachbarten Sektor-Antennen 1, 2 ist eine mehrfache MIMO-Verarbeitung bei geringen Latenzzeiten möglich.

Auch können MU-MIMO (multituser-multiple-input-multiple-output)-Anwendungen, welche ein Teilbereich der MIMO-Anwendungen darstellen, realisiert werden. Unter MU-MIMO-Anwendungen werden Anwendungen verstanden, bei denen mehrere Nutzer z.B. mit einem Mobiltelefon mit einer oder mehreren Antennen mit einem System kommunizieren können, das ebenfalls mehrere Antennen aufweist. Das heißt, dass eine Sektor-Antenne 1, 2 gleich mehrere Nutzer mit unterschiedlichen Datensätzen versorgen kann.

Durch die vorliegende Erfindung können sowohl MIMO-Anwendungen als auch Beamforming- oder Mehrfachausbreitungs-Anwendungen, auch als SIMO (single-input-multiple-output) oder MISO (multiple-input-single-output) bezeichnet, durch die Nutzung benachbarter Antennen, auch an unterschiedlichen Standorten, umgesetzt werden. Somit lässt sich insbesondere der Bereich zwischen zwei Ausleuchtungssektoren AB1, BC1, CA1; AB2, BC2; CA2 mit deutlich höheren Datenraten von bis zu 10 GBit/s oder mehr auf I/Q-Ebene versorgen und es lässt sich die Signalabdeckung verbessern. Durch die Nähe des Konzentrators 100 zum Antennenstandort werden sowohl Synchronität als auch Laufzeitdifferenzen (Jitter) der Signale zu den verschiedenen

Antennensystemen bzw. Sektor-Antennen 1, 2 im benötigten Bereich von unterhalb ca. 1 μ s gehalten.

Wenn benachbarte Antennenstandorte zu einem gemeinsamen Konzentrator 100 geführt werden, können auch die Sektor-Antennen 1, 2 getrennter Standorte miteinander bezüglich Beamforming und MIMO kooperieren. Dadurch wird eine erhebliche Verbesserung der Versorgung erreicht, insbesondere an den Grenzen der Ausleuchtungssektoren A1-C1; A2-C2.

In Figur 2 sind zwei konkrete Ausführungsbeispiele gezeigt. Hier sind drei Standorte S1-S3 mit jeweils drei Ausleuchtungssektoren A1-C1; A2-C2 gezeigt. In jedem Ausleuchtungssektor A1-C1; A2-C2 ist eine Sektor-Antenne vorhanden, welche in Figur 2 als senkrecht am Mast (schwarzer Balken) angeordneter Balken gezeichnet sind. Zu den Sektor-Antennen ist jeweils eine zugehörige schmale Strahlungskeule gezeigt, die sich in einem Teilbereich des zugeordneten Ausleuchtungssektors A1-C1; A2-C2 befindet.

Dem Standort links ist ein Konzentrator 100 mit drei Sektor-Antennen am Standort S3 verbunden. Bei dem mittleren und rechten Standort S1 und S2 ist nur ein Konzentrator 100 vorhanden, der mit den jeweils drei Sektor-Antennen der beiden Standorte S1, S2 verbunden ist. Ein Teilnehmer könnte sich z.B. im Überlappungsbereich zweier Ausleuchtungssektoren A1 und C2 aus den beiden unterschiedlichen Standorten S1, S2 befinden. Das Netzwerk N, hier als Virtual RAN bzw. EDGE bezeichnet, tauscht die erfassten und im Konzentrator 100 verarbeiteten Daten aus. Diese Daten sind dabei nicht so zeitkritisch wie die Daten, welche in der Signalverarbeitungseinheit im Konzentrator 100 verarbeitet werden.

Patentansprüche

1. Digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System, aufweisend folgende Anordnung:

a. mindestens zwei zueinander benachbart angeordnete Basisstationsantennen (1, 2), welche als Sektor-Antennen (1, 2) mit unterschiedlicher, aber benachbarter Sektorausleuchtung mittels Ausleuchtungssektoren (A1, B1, C1; A2, B2; C2) ausgeführt sind,

b. einen Konzentrator (100), welcher mit den Sektor-Antennen (1, 2) mittels eines digitalen Kommunikationssignals mit jeweils separat zu jeder Sektor-Antenne (1, 2) zugeordneten antennenseitigen Datenströmen (Si_A) kommuniziert, und wobei

c. der Konzentrator (100) die empfangenen antennenseitigen Datenströme (Si_A) der Sektor-Antennen (1, 2) auf eine von der Anzahl der antennenseitigen Datenströme (Si_A) abweichende Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen (Si_N) unter Nutzung einer Signalverarbeitungs-Matrix-Operation (101; 101, 102) kombiniert, um Teile zweier benachbarter Ausleuchtungssektoren (A1-B1; B1-C1; C1-A1 bzw. A2-B2; B2-C2; C2-A2) in einen neuen Ausleuchtungssektor (AB1, BC1, AC1 bzw. AB2, BC2, AC2) zu überführen und zu nutzen, wobei

d. zumindest einer der vom Konzentrator (100) ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme (Si_N) Teile (BC1; BC2) von zumindest zwei antennenseitigen Datenströmen (Si_A) von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen (1, 2) beinhaltet.

2. Digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System nach Anspruch 1, wobei die vom Konzentrator (100) zu den Sektor-Antennen (1, 2) gesendeten antennenseitigen Datenströme (Si_A) zeitlich so synchronisiert gesendet werden, dass eine phasensynchrone Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder ein gemeinsamer MIMO-Betrieb der Sektor-Antennen (1, 2) erfolgt.

3. Digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System nach Anspruch 1 oder 2, wobei

- sich alle Sektor-Antennen (1, 2) und der Konzentrator (100) an einem gemeinsamen Standort befinden, oder

- sich mindestens zwei der Sektor-Antennen (1, 2) an unterschiedlichen Standorten befinden, und sich der Konzentrador (100) entweder an einem der Standorte oder in einem Bereich zwischen den Standorten befindet, oder
- mindestens zwei der Sektor-Antennen (1, 2) an einem gemeinsamen Standort und weitere Sektor-Antennen an zueinander direkt benachbarten Standorten befinden, und sich der Konzentrador (100) entweder an einem der Standorte oder in einem Bereich zwischen den Standorten befindet.

4. Digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Signalverarbeitungs-Matrix-Operation (101, 102), welche auf die antennenseitigen Datenströme (S_{i_A}) von zumindest zwei Sektor-Antennen (1, 2) zum Konzentrador (100) hin angewendet wird, im Konzentrador (100) die antennenseitigen Datenströme (S_{i_A}) mittels einer linearen komplexen Matrixoperation (101) durch eine Matrix mit komplexen Koeffizienten auf eine neue Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen (S_{i_N}) abbildet und danach einer weiteren Matrix-Operation (102) zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung zuführt.

5. Digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System nach Anspruch 4, wobei die komplexe Matrixoperation (101) eine größere Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen (S_{i_N}) erzeugt, als antennenseitige Datenströme (S_{i_A}) eingehen, indem zusätzlich jeweils Teile ($B_1, C_1; A_2, B_2$) von zwei antennenseitigen Datenströmen (S_{i_A}) benachbarter Sektor-Antennen (1, 2) zu einem neuen Datenstrom ($BC_1; AB_2$) kombiniert werden.

6. Digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei Koeffizienten linearen komplexen Matrixoperation (101) nach vorgegebenen Erfolgskriterien modifiziert werden, und anschließend der weiteren Matrix-Operation (102) zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung übergeben werden.

7. Digitales, verteiltes, drahtloses Kommunikations-System nach Anspruch 6, wobei die Koeffizienten der komplexen Matrixoperation (101) mittels eines

Optimierungsalgorithmus in Abhängigkeit von den vorgegebenen Erfolgskriterien nach der weiteren Matrix-Operation (102) zur MIMO-Verarbeitung nachgeführt werden.

8. Konzentrator (100), der dazu eingerichtet ist, eine gemeinsame Signalverarbeitung von Datenströmen mehrerer zueinander benachbart angeordneter Basisstationsantennen (1, 2), welche als Sektor-Antennen (1,2) mit unterschiedlicher, aber benachbarter Sektorausleuchtung mittels Ausleuchtungssektoren (A1, B1, C1; A2, B2; C2) ausgeführt sind, bereitzustellen, wobei der Konzentrator (100) hierfür aufweist:

- Sende- und Empfangsmittel zum Senden und/oder Empfangen von einzelnen Sektor-Antennen (1, 2) zugeordneten antennenseitigen Datenströmen (S_{i_A}) und netzwerkseitigen Datenströmen (S_{i_N}),
- Signalverarbeitungsmittel zum Verarbeiten der Datenströme (S_{i_A} , S_{i_N}) derart, dass die empfangenen antennenseitigen Datenströme (S_{i_A}) der Sektor-Antennen (1, 2) auf eine von der Anzahl der antennenseitigen Datenströme (S_{i_A}) abweichende Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen (S_{i_N}) unter Nutzung einer Signalverarbeitungs-Matrix-Operation (101; 101, 102) kombiniert werden um Teile zweier benachbarter Ausleuchtungssektoren (A1-B1; B1-C1; C1-A1 bzw. A2-B2; B2-C2; C2-A2) in einen neuen Ausleuchtungssektor (AB1, BC1, AC1 bzw. AB2, BC2, AC2) zu überführen und zu nutzen, und zumindest einer der vom Konzentrator (100) ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme (S_{i_N}) Teile (BC1; BC2) von zumindest zwei unterschiedlichen antennenseitigen Datenströmen (S_{i_A}) von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen (1, 2) beinhaltet.

9. Konzentrator (100) nach Anspruch 8, wobei die Signalverarbeitungs-Matrix-Operation (101; 101, 102), welche auf die antennenseitigen Datenströme (S_{i_A}) von zumindest zwei Sektor-Antennen (1, 2) zum Konzentrator (100) hin angewendet wird, im Konzentrator (100) die antennenseitigen Datenströme (S_{i_A})

- mittels einer linearen komplexen Matrixoperation (101) durch eine Matrix mit komplexen Koeffizienten auf eine neue Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen (S_{i_N}) abbildet und danach einer weiteren Matrix-Operation (102) zur MIMO-Verarbeitung zuführt, oder
- mittels einer linearen komplexen Matrixoperation (101) durch eine Matrix mit komplexen Koeffizienten eine größere Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen (S_{i_N})

erzeugt, als antennenseitige Datenströme (S_{i_A}) eingehen, indem zusätzlich jeweils Teile (B1, C1; A2, B2) von zwei antennenseitigen Datenströmen (S_{i_A}) benachbarter Sektor-Antennen (1, 2) zu einem neuen Datenstrom (BC1; AB2) kombiniert werden.

10. Konzentrator (100) nach Anspruch 8 oder 9, wobei

- Koeffizienten der linearen komplexen Matrixoperation (101) nach vorgegebenen Erfolgskriterien modifiziert werden, und anschließend der weiteren Matrix-Operation (102) zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung übergeben werden, oder
- Koeffizienten der linearen komplexen Matrixoperation (101) nach vorgegebenen Erfolgskriterien modifiziert werden, und anschließend der weiteren Matrix-Operation (102) zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung übergeben werden, und die Koeffizienten der linearen komplexen Matrixoperation (101) mittels eines Optimierungsalgorithmus in Abhängigkeit von den vorgegebenen Erfolgskriterien nach der weiteren Matrix-Operation (102) zur phasensynchronen Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder MIMO-Verarbeitung nachgeführt werden.

11. Verfahren zur gemeinsamen Signalverarbeitung von Datenströmen mehrerer zueinander benachbart angeordneter Basisstationsantennen (1, 2), welche als Sektor-Antennen (1,2) mit unterschiedlicher, aber benachbarter Sektorausleuchtung mittels Ausleuchtungssektoren (A1, B1, C1; A2, B2; C2) ausgeführt sind, wobei Datenströme von mindestens zwei zueinander benachbart angeordneter Sektor-Antennen (1, 2) mittels eines Konzentrators (100) verarbeitet werden, so dass antennenseitige Datenströme (S_{i_A}) der Sektor-Antennen (1, 2) auf eine von der Anzahl der antennenseitigen Datenströme (S_{i_A}) abweichende Anzahl an netzwerkseitigen Datenströmen (S_{i_N}) unter Nutzung einer Signalverarbeitungs-Matrix-Operation (101; 101, 102) kombiniert werden, um Teile zweier benachbarter Ausleuchtungssektoren (A1-B1; B1-C1; C1-A1 bzw. A2-B2; B2-C2; C2-A2) in einen neuen Ausleuchtungssektor (AB1, BC1, AC1 bzw. AB2, BC2, AC2) zu überführen und zu nutzen,

- wobei zumindest einer der vom Konzentrator (100) ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme (S_{i_N}) Teile (BC1; BC2) von zumindest zwei antennenseitigen Datenströmen (S_{i_A}) von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen (1, 2)

beinhaltet, oder

- wobei zumindest einer der vom Konzentrator (100) ausgehenden netzwerkseitigen Datenströme (Si_N) Teile (BC1; BC2) von zumindest zwei antennenseitigen Datenströmen (Si_A) von mindestens zwei benachbarten Sektor-Antennen (1, 2) beinhaltet, und die vom Konzentrator (100) zu den Sektor-Antennen (1, 2) gesendeten antennenseitigen Datenströme (Si_A) zeitlich so synchronisiert gesendet werden, dass eine phasensynchrone Überlagerung im Bereich der Sektorausleuchtung und/oder ein gemeinsamer MIMO-Betrieb der Sektor-Antennen (1, 2) erfolgt.

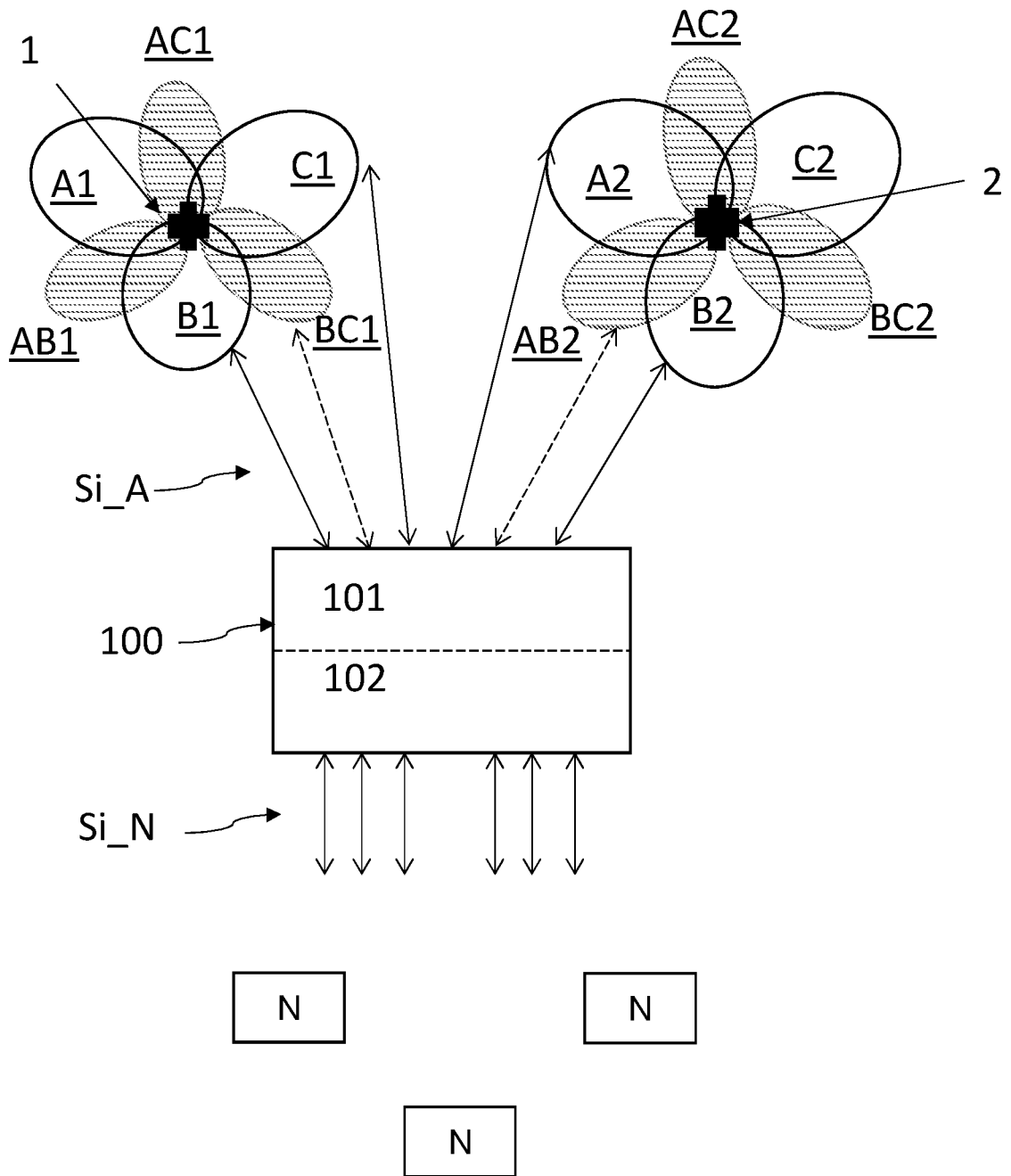


Fig. 1

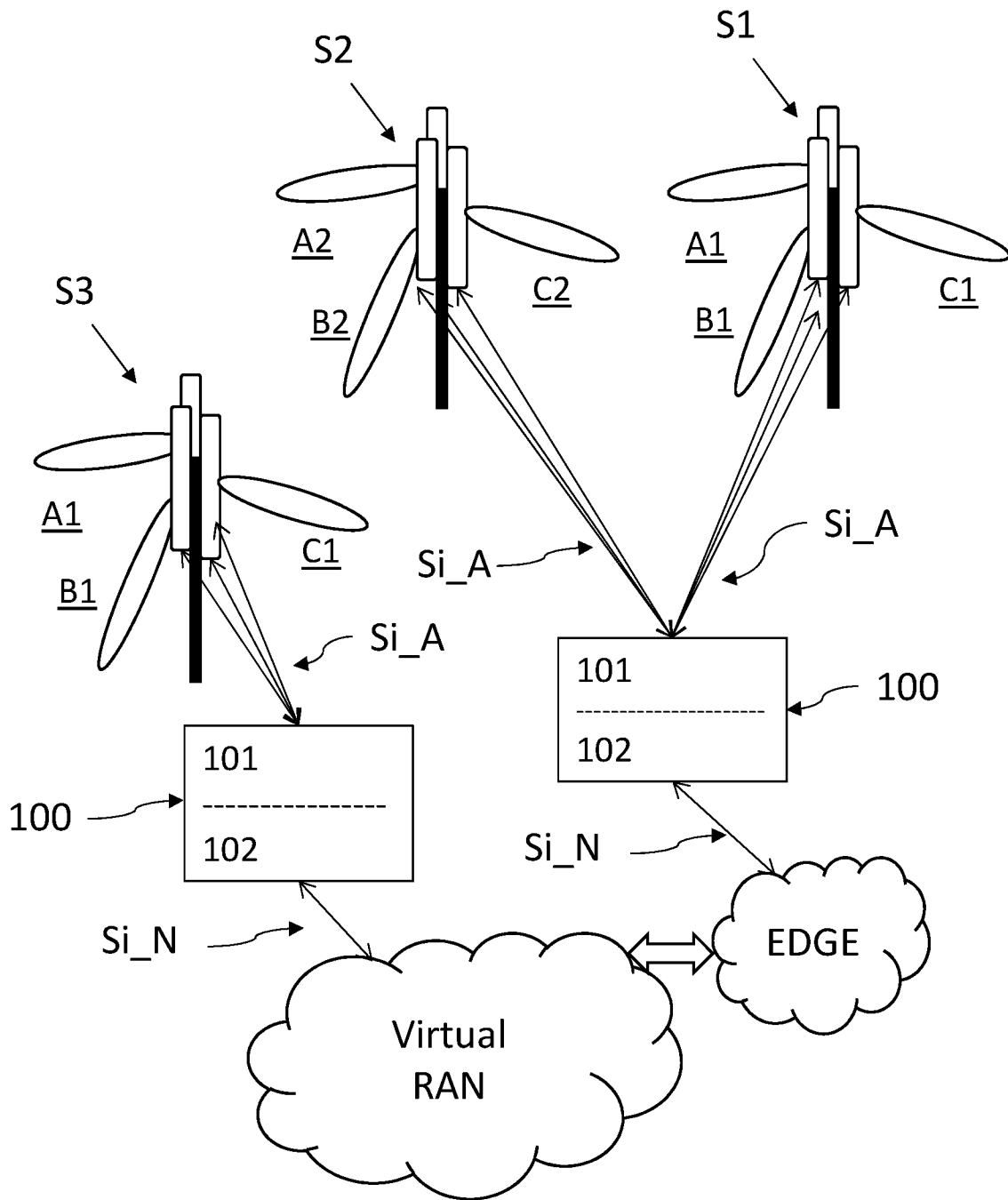


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2019/100352

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H04B 7/024</i> (2017.01)i; <i>H04B 7/0452</i> (2017.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LI ZENG ET AL. "A coordinated multi-cell MU-MIMO scheme for the downlink LTE-advanced system" <i>IEEE 20TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PERSONAL, INDOOR AND MOBILE RADIO COMMUNICATIONS (PIMRC 2009), IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 13 September 2009 (2009-09-13), pages 2117-2121</i> ISBN: 978-1-4244-5122-7. XP031659707 abstract; figure 1 chapters II, III and IV; figures 1, 2	1-11
X	WO 2016115546 A1 (LIANG PING [US]) 21 July 2016 (2016-07-21) paragraphs [0007] - [0009]; figure 1	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 June 2019		Date of mailing of the international search report 19 June 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Sälzer, Thomas Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2019/100352

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2016115546	A1	21 July 2016	CN	107210811	A	26 September 2017
				US	2017373737	A1	28 December 2017
				US	2018294861	A1	11 October 2018
				WO	2016115546	A1	21 July 2016
.....							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H04B7/024 H04B7/0452
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H04B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	LI ZENG ET AL: "A coordinated multi-cell MU-MIMO scheme for the downlink LTE-advanced system", IEEE 20TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PERSONAL, INDOOR AND MOBILE RADIO COMMUNICATIONS (PIMRC 2009), IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 13. September 2009 (2009-09-13), Seiten 2117-2121, XP031659707, ISBN: 978-1-4244-5122-7 Zusammenfassung; Abbildung 1 Kapitel II, III und IV; Abbildungen 1,2	1-11
X	WO 2016/115546 A1 (LIANG PING [US]) 21. Juli 2016 (2016-07-21) Absätze [0007] - [0009]; Abbildung 1	1-11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Juni 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/06/2019

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Sälzer, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2019/100352

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2016115546 A1	21-07-2016	CN 107210811 A	26-09-2017
		US 2017373737 A1	28-12-2017
		US 2018294861 A1	11-10-2018
		WO 2016115546 A1	21-07-2016
