(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2023 213 192 A1** 2025.06.26

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2023 213 192.7**
(22) Anmeldetag: **21.12.2023**
(43) Offenlegungstag: **26.06.2025**

(51) Int Cl.: ***H04W 28/24*** (2009.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Osamu Ginthoer, David, 70197 Stuttgart, DE;
Guillaume, Rene, 71032 Böblingen, DE;
Harutyunyan, Davit, 71032 Böblingen, DE

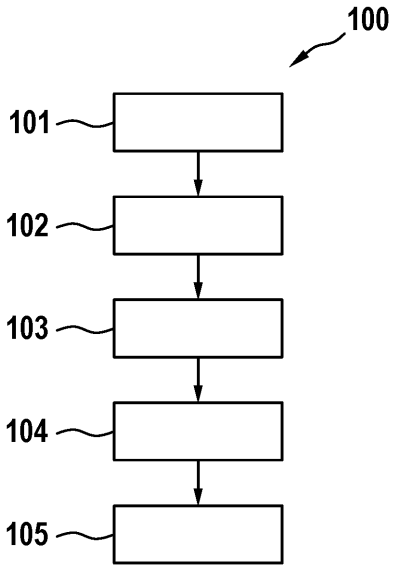
(56) Ermittelter Stand der Technik:
US 2018 / 0 041 948 A1

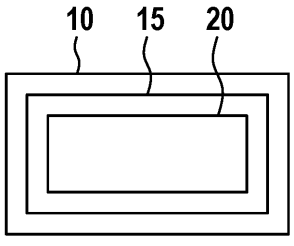
Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Initiieren einer Anpassung eines Zugangsnetzes**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren (100) zur Initiierung einer Anpassung eines Zugangsnetzes, umfassend die nachfolgenden Schritte:
- Bestimmen (101) einer Zuordnung zwischen einem Applikationsmodus einer Applikation und einem Serviceprofil eines Zugangsnetzes eines Kommunikationsnetzes auf Basis von empfangenen Informationen in Bezug auf das Zugangsnetz und/oder in Bezug auf die Applikation,
- Abrufen (102) eines aktuellen Netzwerkstatus des Zugangsnetzes und/oder eines aktuellen Applikationsmodus,
- Prüfen (103) des aktuellen Netzwerkstatus auf Grundlage einer Bewertung, ob das Serviceprofil des Zugangsnetzes (RAN) eine Anforderung an eine aktuelle Servicequalität für den zugehörigen bestimmten Applikationsmodus erfüllt, und wenn das Ergebnis der Prüfung positiv ist, fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt fort,
- Überprüfen (104) des aktuellen Applikationsmodus auf Basis einer Bewertung, ob der Applikationsmodus der Applikation gewechselt hat, und wenn das Ergebnis positiv ist, fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt fort,
- Initiieren (105) einer Anpassung des Zugangsnetzes auf Basis des aktuellen Applikationsmodus und auf Basis der bestimmten (101) Zuordnung.





Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Initiieren einer Anpassung eines Zugangsnetzes. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Netzwerkfunktion, ein Computerprogramm sowie ein computerlesbares Speichermedium zu diesem Zweck.

Stand der Technik

[0002] In einem Kommunikationsnetz der 5. Generation gemäß dem 3GPP Standard oder auch 5G-Kommunkationsnetz (5G) wird das Konzept der Servicequalität (Quality of Service, QoS) für bestimmte Verbindungen innerhalb des Kommunikationsnetzes angewendet. Eine Verbindung bezieht sich in diesem Zusammenhang auf einen QoS-Fluss innerhalb einer PDU-Sitzung (Protocol Data Unit). Eine PDU-Sitzung ist eine logische Verbindung innerhalb des 5G-Kommunikationsnetzes, die IP-Pakete oder Ethernet-Frames zwischen einem User Equipment (UE) und einer User Plane Function (UPF) überträgt. In einem 5G-Kommunikationsnetz stellt der sogenannte QoS-Flow die feinste Detailebene für die Differenzierung des Datenverkehrs in Bezug auf Planung, Warteschlangenmanagement, Ratenkontrolle und mehr dar. Diese werden durch eine Reihe von QoS-Attributen charakterisiert, die wiederum in QoS-Merkmale und QoS-Parameter unterteilt sind. Zu den typischen QoS-Parametern gehören beispielsweise eine garantierte Datenfluss-Bitrate oder eine maximale Datenfluss-Bitrate sowie Parameter wie eine Paketverlustrate oder ein Budget für Paketverzögerung. Ferner unterstützt 5G insbesondere einige begrenzte adaptive QoS-Funktionen. Für einige QoS-Profile mit garantierten Bitraten kann das 5G-Netz Mechanismen zur Definition alternativer QoS-Profile bereitstellen für den Fall, dass das gewünschte QoS-Profil vom Netz nicht unterstützt werden kann.

[0003] In seiner aktuellen Form ist die 5G-Servicequalität (QoS) eher statisch und weist Anwendungen und Benutzergeräten (UEs) in der Regel lediglich ein einziges QoS-Profil zu. Praktische Anwendungen können jedoch ein dynamisches Verhalten aufweisen, das vom aktuellen Betriebszustand abhängt. In solchen Fällen muss das QoS-Profil den höchsten Anforderungen der Anwendung gerecht werden, um einen reibungslosen Betrieb sicherzustellen. Dies führt häufig dazu, dass Netz-Ressourcen überbeansprucht werden. Obwohl es grundsätzlich möglich ist, das QoS-Profil eines aktiven Nutzers oder Geräts in einem 5G-Netz zu ändern, geschieht dies aber eher über längere Zeiträume und erfordert erheblichen Signalisierungsaufwand, um den Ende-zu-Ende-QoS-Fluss zu modifizieren. Dies könnte aus Gründen der Servicekontinuität nicht erwünscht sein. Dies trifft insbesondere bei Applikationen zu, die in kurzen Zeitabständen ihren Zustand ändern, z.B. eine Maschine, die zwischen dem Ausführen von unterschiedlichen Aufgaben im Idle-Zustand wartet.
Die bestehenden 5G-QoS-Anpassungsfunktionen berücksichtigen ferner lediglich QoS-Änderungen auf Grundlage von Netzwerkbedingungen. Zum Beispiel erhält ein Gerät nach einem Wechsel zu einer neuen Funkzelle ein anderes QoS-Profil, falls es nicht unterstützt werden kann, und 5G löst eine entsprechende Benachrichtigung sowohl am UE als auch über das Network Exposure Function (NEF) aus.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Netzwerkfunktion mit den Merkmalen des Anspruchs 9, ein Computerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 10 sowie ein computerlesbares Speichermedium mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Netzwerkfunktion, dem erfindungsgemäßen Computerprogramm sowie dem erfindungsgemäßen computerlesbaren Speichermedium, und jeweils umgekehrt, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

[0005] Gegenstand der Erfindung ist insbesondere ein Verfahren zum Initiieren einer Anpassung eines Zugangsnetzes, umfassend die nachfolgenden Schritte:

- Bestimmen einer Zuordnung zwischen einem Applikationsmodus einer Applikation und einem Serviceprofil eines Zugangsnetzes eines Kommunikationsnetzes auf Basis von empfangenen Informationen in Bezug auf das Zugangsnetz und/oder in Bezug auf die Applikation,

- Abrufen eines aktuellen Netzwerkstatus des Zugangsnetzes und/oder eines aktuellen Applikationsmodus,

- Prüfen des aktuellen Netzwerkstatus auf Grundlage einer Bewertung, ob das Serviceprofil des Zugangsnetzes eine Anforderung an eine aktuelle Servicequalität für den zugehörigen bestimmten Applikationsmodus erfüllt, und wenn das Ergebnis der Prüfung positiv ist, fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt fort,

- Überprüfen des aktuellen Applikationsmodus auf Basis einer Bewertung, ob der Applikations-

modus der Applikation gewechselt hat, und wenn das Ergebnis positiv ist, fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt fort,

- Initiieren einer Anpassung des Zugangsnetzes auf Basis des aktuellen Applikationsmodus und auf Basis der bestimmten Zuordnung.

[0006] Dies hat den Vorteil, dass eine Überbelegung von Netz-Ressourcen in einem Zugangsnetz (RAN) eines Kommunikationsnetzes für eine Applikation signifikant reduziert werden kann, weil die Anpassung auf den tatsächlichen momentanen Anforderungen basiert, um die Netzressourcen besser zu nutzen. Ferner ermöglicht dies, dass eine Anpassung sehr viel schneller und effektiver, d.h. nahezu in Echtzeit, ermöglicht werden kann, weil die Erfindung auf Basis der bestimmten Zuordnung von Applikationsmodus einer Applikation und dem Serviceprofil eines Zugangsnetzes eines Kommunikationsnetzes dynamischer auf Veränderungen im Zugangsnetz oder im Applikationsmodus reagieren kann. Ferner ermöglicht es, eine Applikation in einen anderen Betriebsmodus zu überführen, ausgelöst durch eine Überbelegung von Netz-Ressourcen im Zugangsnetz oder Verschlechterung der zur Verfügung stehenden Kommunikationsdienstgüte, der weniger Ressourcen in Anspruch nimmt, um einem abrupten Beenden oder einem kritischen Fehler der Applikation entgegenzuwirken.

[0007] Das Serviceprofil bzw. das Dienstprofil ist bevorzugt ein QoS-Profil. Unter einem Serviceprofil kann hierbei ein Satz bzw. eine Menge von Parametern, insbesondere von Parameterwerten, verstanden werden, welche den Service bzw. dessen Eigenschaften, insbesondere die Servicequalität, repräsentieren oder charakterisieren. Ein QoS-Profil kann bspw. durch, insbesondere Werte, ein oder mehrere(r) Parameter repräsentiert werden, welche das Kommunikationsnetz bzw. den Netzwerkstatus, insbesondere des Zugangsnetzes, charakterisieren. Die Parameter können ausgewählt sein aus Latenz, Datenrate, Paketfehlerrate, Delay etc. Serviceprofile können sich durch die Werte der den Service bzw. dessen Eigenschaften repräsentierenden bzw. charakterisierenden Parameter unterscheiden.

[0008] Es ist ferner denkbar, dass dem Schritt des Bestimmens mindestens einer der nachfolgenden Schritte vorausgeht:

- Empfangen einer Information in Bezug auf die Applikation, wobei die Information wenigstens den einen Applikationsmodus der Applikation aufweist, und/oder

- Empfangen einer Information in Bezug auf das Zugangsnetz, wobei die Information wenigsten einen Parameter hinsichtlich der Servicequalität und/oder des Serviceprofils des Zugangsnetzes umfasst.

[0009] Dies ermöglicht es, dass eine Zuordnung des Applikationsmodus und dem Serviceprofil des Zugangsnetzes auf Basis der empfangenen Informationen vorteilhafterweise schneller und effizienter durch den Broker oder die Broker-Funktion erfolgen kann.

[0010] Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass das Initiieren der Anpassung des Zugangsnetzes über eine Exposure-Schnittstelle des O-RAN-Systems, insbesondere über eine E2-Schnittstelle erfolgt.

[0011] Die hat den Vorteil, dass eine bessere Ressourcennutzung im Zugangsnetz (RAN) erfolgen kann, weil eine Exposure-Schnittstelle ermöglicht, dass eine Verwendung von RAN Informationen im RIC gewährleisten werden kann, und gleichzeitig das RAN-Verhalten durch Richtlinien/Policies über die E2 Schnittstelle von einer RIC-Einheit gesteuert und/oder kontrolliert werden kann. Ferner ermöglicht dies, dass eine bessere Qualität der Dienste bzw. Services im Kommunikationsnetz gewährleisten werden kann. Zudem ermöglicht es, dass eine schnellere Anpassung an Änderungen in der Netzwerknachfrage und den Serviceprofilen, da eine flexiblere Konfiguration der RAN-Komponenten vorteilhafterweise ermöglicht wird. Eine „Exposure-Schnittstelle“ in einem Zugangsnetz oder Open Radio Access Network (ORAN) kann als eine Schnittstelle verstanden werden, die dazu dient, Funktionen und Dienste eines ORAN-Netzwerks für externe Anwendungen oder Dienstanbieter verfügbar zu machen. Im Kontext von OPEN RAN ermöglicht die Exposure-Schnittstelle die Exposition von Informationen, Steuerungsfunktionen und Daten, die von ORAN-Netzwerkkomponenten wie Basisstationen (Radio Access Units, RAN) oder Netzwerkmanagement-Systemen generiert werden. Ferner bewirkt diese Schnittstelle vorteilhafterweise, dass eine bessere Programmierbarkeit und Optimierung des RAN über ein Nicht-Echtzeit-RIC (Non-RT RIC) und ein echtzeitnahes RIC (Near-RT RIC) ermöglicht werden.

[0012] Optional kann es vorgesehen sein, dass die Anpassung des Zugangsnetzes in Echtzeit erfolgt. Dies ermöglicht es, dass auch bei zeitkritischen Netzszenarien und/oder zeitkritischen Anwendungen eine sehr zeitnahe Anpassung einer Netzkonfiguration des Zugangsnetzes im Rahmen der Servicequalität ermöglicht werden kann.

[0013] Gemäß einem weiteren Vorteil kann vorgesehen sein, dass im Fall eines negativen Ergebnisses des Prüfens, das Verfahren den nachfolgenden Schritt umfasst:

- Senden einer Nachricht an die Applikation in Bezug auf das negative Ergebnis des Prüfens, wobei die Nachricht eine Information bezüglich

einer ungenügenden Servicequalität für den zugehörigen bestimmten Applikationsmodus aufweist.

[0014] Dies hat den Vorteil, dass die benachrichtigte Applikation schnell und flexibel informiert werden kann, damit die Applikation selbst schneller entscheiden kann, ob eine (Gegen-) Maßnahme eingeleitet werden soll. Falls eine (Gegen)-Maßnahme eingeleitet wird, kann vorgesehen sein, dass die Applikation ggf. veränderte Netzwerkanforderungen dem Zugangsnetz (über den Broker) mitgeteilt werden, damit eine Anpassung der zur Verfügung gestellten Netzwerk-Ressourcen erfolgen kann.

[0015] Auch ist es optional denkbar, dass im Fall eines negativen Ergebnisses des Überprüfens, das Verfahren den nachfolgenden Schritt umfasst:

- Abrufen eines weiteren aktuellen Netzwerkstatus des Zugangsnetzes, um eine erneute Prüfung durchzuführen.

[0016] Dies ermöglicht es, dass eine aktuellere Information in Bezug auf das Zugangsnetz verwendet werden kann, um wesentlich effektiver ein Erfordernis für eine Anpassungsaktion prüfen zu können.

[0017] Ein weiterer Vorteil kann im Rahmen der Erfindung erzielt werden, wenn das Initiieren den weiteren nachfolgenden Schritt umfasst:

- Senden eines Triggers in Form einer Nachricht an die Applikation in Bezug auf die Anpassung des Zugangsnetzes, um mittzuteilen, dass eine Anpassung des Zugangsnetzes auf Basis der bestimmten Zuordnung vor einem Start der Applikation erfolgt.

[0018] Dies ermöglicht es, dass der Broker die erforderlichen Maßnahmen schneller, effizienter und rechtzeitig vor dem Start einer Applikation initiieren kann. Es ist weiter denkbar, dass der Broker im Voraus wissen kann, wann sich der Applikationsmodus der Applikation ändert. Dieses Wissen kann beispielsweise gelernte Informationen oder externe Informationen umfassen, um z.B. einen künftigen Zustand einer Anlage, oder eines Geräts und damit deren Applikations- oder Betriebsmodus zu kennen. Der Broker kann optional einen (RAN-)Trigger in Form einer Nachricht an die Applikation im Voraus vorbereiten.

[0019] Es ist ferner denkbar, dass eine Netzwerkfunktion, insbesondere eine Broker-Funktion, einer xApplikation und/oder einer rApplikation zugeordnet ist. Dies hat den Vorteil, dass eine effizientere Anpassung der erforderlichen Servicequalität gewährleistet werden kann. Ferner hat dies den Vorteil, dass die Netzwerkfunktion, insbesondere der Broker, als eine standardisierte xApplikation ausgebildet sein kann, was vorteilhafterweise ermöglicht, dass die Netzwerkfunktion auf jedem O-RAN System optional installiert werden kann. Alternativ kann das erfindungsgemäße Verfahren als inter-operable Funktion auf jedem O-RAN kompatiblen System nach Bedarf ausgeführt werden kann.

[0020] Ebenfalls Gegenstand der Erfindung ist eine Netzwerkfunktion zur Initiierung einer Anpassung eines Zugangsnetzes, insbesondere eine Broker-Funktion, die eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen. Damit bringt das erfindungsgemäße Netzwerkfunktion die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben worden sind.

[0021] Ebenfalls Gegenstand der Erfindung ist ein Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch eine Netzwerkfunktion diesen veranlassen, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen. Damit bringt das erfindungsgemäße Computerprogramm die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben worden sind.

[0022] Ebenfalls Gegenstand der Erfindung ist ein computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch eine Netzwerkfunktion, diese veranlassen, die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen. Damit bringt das erfindungsgemäße computerlesbare Speichermedium die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben worden sind.

[0023] Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße Verfahren auch als ein computerimplementiertes Verfahren ausgeführt sein.

[0024] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Visualisierung eines Verfahrens, einer Netzwerkfunktion, eines Speichermediums sowie eines Computerprogramms gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung.

Fig. 2 eine schematische Darstellung gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung

Fig. 3 eine schematische Darstellung gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0025] In den nachfolgenden Figuren werden für die gleichen technischen Merkmale auch von unterschiedlichen Ausführungsbeispielen die identischen Bezugszeichen verwendet.

[0026] Der Kern der Erfindung ist eine Netzwerkfunktion, insbesondere eine Broker-Funktion oder Broker, der zwischen dem Zugangsnetz oder Radio Access Network (RAN) und der Applikation oder auch Anwendung angeordnet sein kann. Das RAN kann dem Broker über eine sogenannte Exposure-Schnittstelle seine Quality-of-Service (QoS)-Fähigkeiten, RAN-Mechanismen und RAN-Funktionen, Scheduling-Parameter, aktuelle Netzwerkzustände, und/oder der Zustand bestimmter Netzwerkteilnehmer bereit-stellen. Ferner kann auch die Applikation applikationsbezogene Informationen über die Exposure-Schnittstelle an den Broker übermitteln. Diese applikationsbezogenen Informationen können dabei die verschiedenen Betriebsmodi der Applikation, Kritikalität der Betriebsmodi, aktueller Zustand der Betriebsmodi, die Möglichkeit zwischen bestimmten Betriebsmodi zu wechseln, und/oder die jeweiligen QoS-Anforderungen umfassen. Wenn die Applikation ihre QoS-Anforderungen nicht explizit offenlegt, können diese Informationen vom Broker auch auf eine andere Weise abgeleitet werden: So könnten diese Informationen beispielsweise durch Beobachtung der RAN-Leistung im Laufe der Zeit mit Hilfe von Mechanismen des maschinellen Lernens gewonnen werden. In einem anderen Beispiel könnten diese Informationen von einem Ingenieur auf der Grundlage von Anwendungskenntnissen explizit im Broker konfiguriert werden.

[0027] Die Kernidee der Erfindung besteht darin, dass der Broker eine Zuordnung zwischen den Applikationsmodi und den RAN-Konfigurationen bestimmen und das RAN auf der Grundlage des aktuellen Zustands der Applikation nahezu in Echtzeit anpassen kann. Dazu kann er die O-RAN-Elemente wie einen RIC-Controller, beispielsweise das Near-RT- und/oder Non-RT RIC zur Steuerung des RAN verwenden. Der Broker kann als xApplikation, xApp oder als rApplikation, rApp bereitgestellt bzw. implementiert werden. Die vorliegende Erfindung berücksichtigt dabei eine von der externen Applikation ausgelöste QoS-Anpassung, die auf den tatsächlichen momentanen Anforderungen basiert, um die begrenzten Netzressourcen besser zu nutzen, und/oder eine auf das RAN beschränkte Anpassung innerhalb des bestehenden QoS-Rahmens, um eine Anpassung nahezu in Echtzeit zu ermöglichen. Ferner berücksichtigt die Erfindung eine vom Netzwerk ausgelöste Quality of Service (Abk.: QoS) und Applikations-anpassung, die aufgrund der aktuellen Netzwerkgüte unvermeidlich ist oder aus Optimierungsgründen veranlasst wird.

[0028] In **Fig.** 1 sind ein Verfahren 100, eine Netzwerkfunktion 10, ein Speichermedium 15 sowie ein Computerprogramm 20 gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung schematisch dargestellt. **Fig.** 1 veranschaulicht gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung ein Verfahren 100 zur Initiierung einer Anpassung eines Zugangsnetzes. Das Verfahren 100 umfasst die nachfolgenden Schritte:

In Schritt 101 wird eine Zuordnung eines Applikationsmodus einer Applikation und einem Serviceprofil eines Zugangsnetzes eines Kommunikationsnetzes auf Basis von empfangenen Informationen, beispielsweise Qualitätsparameter, in Bezug auf das Zugangsnetz und/oder in Bezug auf die Applikation bestimmt. In Schritt 102 wird ein aktueller Netzwerkstatus des Zugangsnetzes und/oder eines aktuellen Applikationsmodus abgerufen. In Schritt 103 wird der aktuelle Netzwerkstatus auf Grundlage einer Bewertung geprüft, ob das Serviceprofil des Zugangsnetzes RAN eine Anforderung der Anwendung an eine aktuelle Servicequalität für den zugehörigen bestimmten Applikationsmodus erfüllt. Wenn das Ergebnis der Prüfung positiv ist, fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt fort. In Schritt 104 wird der aktuelle Applikationsmodus auf Basis einer Bewertung überprüft, ob der Applikationsmodus der Applikation gewechselt hat. Wenn das Ergebnis positiv ist, fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt fort. In Schritt 105 wird eine Anpassung des Zugangsnetzes auf Basis des aktuellen Applikationsmodus und auf Basis der bestimmten 101 Zuordnung initiiert. Optional ist es möglich, dass das Initiieren 105 der Anpassung des Zugangsnetzes über eine Exposure-Schnittstelle des O-RAN-Systems, insbesondere über eine E2-Schnittstelle erfolgt. Ferner ist es optional denkbar, dass die Anpassung des Zugangsnetzes in Echtzeit erfolgt.

[0029] Ferner zeigt **Fig.** 1 eine Netzwerkfunktion 10 oder einen Broker 10, welche ein computerlesbares Speichermedium 15 umfasst. Das Speichermedium 15 umfasst ein Computerprogramm 20.

[0030] **Fig.** 2 zeigt eine schematische Darstellung gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung. In **Fig.** 2 wird insbesondere eine Broker-Funktion 10 oder ein Broker 10 in einem O-RAN-System dargestellt. Ferner zeigt **Fig.** 2 eine Funkeinheit 1 oder Radio Unit (RU), eine Verteilungseinheit 2 oder Distributed Unit 2 (DU) sowie eine Zentraleinheit 3 oder Centralized Unit 3 (CU) als Komponenten eines O-RAN-Systems. Die Funkeinheit 1 oder (engl.) Radio Unit 1 (RU) ist die Hardwarekomponente, die für die Signalübertragung verantwortlich ist. Sie beinhaltet Sender und Empfängerantennen sowie die Verarbeitungseinheiten für die Signalverarbeitung. Die Verarbeitungseinheit 2 oder (engl.) die Distributed Unit 2

(DU) ist eine Komponente, die in der Nähe der Radio Unit 1 platziert ist. Diese Komponente 2 übernimmt Signalverarbeitungsaufgaben, um die Latenzzeiten zu minimieren und die Leistung zu optimieren. Die Zentraleinheit 3 oder auch (engl.) Centralized Unit 3 (CU) ist ein Element des OPEN RAN Systems und kann verschiedene zentralen Steuerungs- und Managementfunktionen ausführen. Die Zentraleinheit 3 koordiniert und steuert alle RU- und DU-Einheiten 1, 2 im Netzwerk und kommuniziert 210 u.a. auch zu diesem Zweck beispielweise mit dem 5G Kernnetz 50. Ferner wird in **Fig.** 2 dargestellt, dass zwischen der Zentraleinheit 3 und dem Broker 10 Informationen in Bezug auf Richtlinien (Policies) und/oder Serviceprofilen des Zugangsnetzes übermittelt 214 werden können. Die Zentraleinheit 3 (CU) sowie die Verarbeitungseinheit 2 (DU) können für Signalverarbeitungsaufgaben innerhalb des OPEN RAN Systems zuständig sein.

[0031] Zudem wird in **Fig.** 2 eine intelligente RAN-Steuerung für echtzeitnahe Anwendungen 4 (Engl.: Near-RT RIC) oder auch RAN Intelligenter Controller (RIC) genannt, abgebildet, welche eine Steuerung und Optimierung von O-RAN-Knoten oder E2-Knoten 1,2,3 (z. B. CU, DU, eNB, gNB) und Ressourcen in nahezu Echtzeit ermöglicht. In **Fig.** 2 wird ebenfalls eine intelligente RAN-Steuerung ohne Echtzeit 5 (Non-RT RIC) abgebildet, welche die Unterstützung der intelligenten RAN-Optimierung durch die Bereitstellung von richtlinienbasierter Anleitung, ML-Modellverwaltung und Anreicherungsinformationen für die Near-RT RIC-Funktion zur Aufgabe hat. Der Broker 10 kann als eine sogenannte xApp oder eine rApp ausgebildet sein. Die xApp und die rApp sind jeweils Anwendungen, die auf dem Near-RT RIC 4 bzw. Non-RT RIC 5 gehostet werden und dort Mehrwertdienste bereitstellen können. xApp steht für xApplication oder xApplikation und bezieht sich auf Anwendungen, die in der Open RAN-Architektur im Near-RT RIC 4 laufen. Diese Anwendungen können verschiedene Funktionen innerhalb des RAN-Betriebs ausführen, wie beispielsweise die Optimierung des Netzwerks, die Steuerung von Ressourcen oder die Verbesserung der Benutzererfahrung. rApp steht für rApplication oder rApplikation und bezieht sich speziell auf Anwendungen, die im Non-RT RIC 5 laufen und weniger zeitkritische Anwendungen ausführen, die mit der Managementschicht der Funkzugriffsnetzwerkkomponenten in einer Open RAN-Umgebung interagieren. Der jeweilige RIC-Controller 4,5 ist als ein Kernelement der O-RAN-Architektur zu verstehen, welches eine bessere Programmierbarkeit und Optimierung des RAN über ein Nicht-Echtzeit-RIC (Non-RT RIC) 5 und ein echtzeitnahes RIC (Near-RT RIC) 4 ermöglicht.

[0032] In **Fig.** 2 wird beispielhaft für ein Ausführungsbeispiel dargestellt, dass der Broker 10 als eine xApp und/oder rApp in dem entsprechenden RIC-Controller 4,5 ausgebildet sein kann. Die jeweilige Auswahl von xApp oder rApp für den Broker 10 kann von dem gewünschten QoS-Aktualisierungsintervall abhängen.

[0033] In einem weiteren Ausführungsbeispiel (nicht abgebildet) kann der Broker 10 zum Beispiel als eine Netzwerkfunktion 10, insbesondere als Verwaltungsfunktion 10, eigenständig in einem O-RAN-System bereitgestellt werden.

[0034] Alternativ kann der Broker 10 als ein Teil einer Anwendung eines Drittanbieters ausgebildet sein, die außerhalb des Netzwerks angeordnet sein kann. So z.B. als ein Teil einer Edge-App 41 oder einer Device Applikation 31 auf einem User Equipment 30 oder Gerät 30. Je nach vorgenannter Implementierungsvariante des Brokers 10 würde die Applikation 41 entsprechende Schnittstellen zum Nah- und/oder Nicht-Echtzeit-RIC 4,5 oder zu einer xApp/rApp zur Steuerung der RAN-Funktionen verwenden, um Informationen zum Netzwerkstatus 211 oder zum Applikationsstatus 212 auszutauschen.

[0035] Ferner ist in **Fig.** 2 beispielhaft dargestellt, wie Informationen gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zwischen den Komponenten kommuniziert werden können. So wird in **Fig.** 2 dargestellt, dass der Broker 10 eine Benachrichtigung an die Applikationen 31, 41 senden 213 kann.

[0036] **Fig.** 3 zeigt eine schematische Darstellung gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung. Insbesondere stellt **Fig.** 3 ein beispielhaftes Sequenzdiagramm dar, welches einen Prozessablauf für einen Broker 10 gemäß einem Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung abbildet.

[0037] In einer Initialisierungsphase sendet eine Applikation in Schritt 301 ihre möglichen Betriebsmodi an den Broker 10. Die Betriebs- oder Anwendungsmodi können zugehörige Qualitätsparameter (QoS-Parameter) umfassen wie z.B. eine 5G QoS-Kennung, eine Zuteilungs- und Speicherpriorität, ein Reflektierendes QoS-Attribut, eine Garantierte Flussbitrate, eine Maximale Datenfluss-Bitrate, eine Maximale Paketverlustrate oder eine Paketfehlerquote. Diese Informationen können im O-RAN-Kontext als Teil einer externen Anreicherungsinformation bereitgestellt werden.

[0038] In Schritt 302 sendet das Kommunikationsnetz mittels wenigstens einer Nachricht an den Broker 10, welche Qualitäts- (QoS-) oder Dienstmodi das Kommunikationsnetz unterstützen kann. Diese wenigstens eine Nachricht kann beispielsweise Informationen über die verfügbare Bandbreite, verfügbare RAN-Funktionen, Prioritätsstufen, oder Zeitplanungsmechanismen umfassen.

[0039] Auf Basis dieser Informationen bestimmt der (QoS-) Broker 10 eine Zuordnung zwischen den jeweiligen Betriebsmodi der Anwendung und den jeweiligen RAN-Dienstprofilen in Schritt 303. Dabei kann es sich z. B. um ein Dienstprofil, eine spezielle RAN-Funktion, eine Scheduling-Konfiguration oder einen Reservierungsmechanismus handeln, der ein bestimmtes RAN-Verhalten auslöst, das den Anforderungen der Applikation für jede Betriebsart entspricht. Nach dem Zuordnen kann während einer Betriebsphase der Broker 10 den Netzwerkstatus über eine E2-Schnittstelle in Schritt 304 abfragen, um festzustellen, ob das Netzwerk die aktuelle Dienstqualität (QoS) und den zugehörigen Applikationsmodus unterstützen kann.

[0040] In Schritt 305 ruft der Broker 10 den aktuellen Betriebs- und/oder Applikationsmodus der Applikation ab. Diese Informationen können im O-RAN-Kontext beispielsweise als Teil einer externen Anreicherungsinformation bereitgestellt werden.

[0041] In Schritt 306 prüft der Broker 10, ob das Kommunikationsnetz die Qualitätsanforderungen an die Servicequalität erfüllt. Wenn das Kommunikationsnetz die aktuellen Qualitätsanforderungen bzw. eine Servicequalitätsvereinbarung nicht unterstützt, wird die Applikation in Schritt 307 entsprechend benachrichtigt. Der Broker 10 selbst hat keinen direkten Einfluss auf die Applikation oder Anwendung. Nur die Applikation kann auf Basis der vom Broker 10 empfangenen Information gemäß Schritt 307 erforderliche Maßnahmen ergreifen oder nicht.

[0042] Wird jedoch in Schritt 308 eine Änderung des Applikationsmodus durch den Broker 10 festgestellt, initiiert der Broker 10 in Schritt 309 auf der Grundlage der in Schritt 303 bestimmten Zuordnung eine entsprechende Aktion aus. Der Broker 10 kann dann in Schritt 310 eine solche Anpassung im RAN über die E2-Schnittstelle initiieren bzw. einleiten. Die Anwendung würde dann eine entsprechende Benachrichtigung in Schritt 311 erhalten.

[0043] Diese Benachrichtigung kann beispielsweise als Bestätigung oder als Auslöser für einen Start der Applikation verwendet werden, falls es entscheidend wäre, dass das RAN entsprechend angepasst würde, bevor die Applikation Betrieb gehen soll. In einem anderen Beispiel kann der Broker 10 im Voraus wissen, wann sich der Betriebsmodus der Anwendung ändert. Dabei kann es sich entweder um gelernte Informationen und/oder um externe Informationen wie z. B. von einem Fabrikverwaltungssystem handeln, welches den zukünftigen Zustand der Anlagen und damit deren Betriebsmodus kennt. Der Broker 10 kann eine entsprechende Konfiguration vorbereiten und über die entsprechenden Schnittstellen und Interfaces an die RAN-Komponenten mitteilen. Bei Eintritt eines entsprechenden Events, kann der Broker 10 einen Trigger senden, sodass die vorbereitete Konfiguration mit minimaler Verzögerung ausgeführt wird.

[0044] Der beschriebene Prozessablauf kann in Abhängigkeit von verschiedenen Auslösern im Kommunikationsnetz oder in der Applikation beliebig oft wiederholt werden.

[0045] Eine Applikation oder Anwendung kann verschiedene Anwendungs- oder Betriebsmodi umfassen, die jeweils unterschiedliche Verkehrsmerkmale aufweisen können. So können beispielsweise In einer industriellen Umgebung ein sogenanntes fahrerloses Transportsystem (FTS) unterschiedliche Qualitätsanforderungen abhängig von seinem aktuellen Betriebszustand aufweisen. Unterschiedliche Aufgaben wie beispielsweise das Abholen von Waren, das Fahren oder das Parken können unterschiedliche Verkehrscharakteristiken für das FTS aufweisen, insbesondere wenn viele Steuerteile auf einen Cloud-Server ausgelagert werden. Ein weiteres Beispiel ist eine Videokamera, deren Videobilder nur zu bestimmten Zeiten benötigt werden. Ein anderes Beispiel ist ein drahtlos gesteuerter Roboterarm, der nur dann arbeitet, wenn er eine neue Aufgabe erhält. Andernfalls bliebe er in einem Leerlaufzustand. Bei diesen Beispielen können verschiedene Parameter wie Latenzzeit und Bandbreite zwischen den verschiedenen Betriebszuständen sehr unterschiedlich sein.

[0046] Ein Nutzer oder das 5G-Netz kann für jeden zeitkritischen Dienst ein QoS-Profil festlegen, welches auf den standardgemäßen Qualitätsparametern basiert. Zu den wichtigsten Parametern für zeitkritische Dienste gehören beispielsweise eine garantierte Bitrate und ein Paketverzögerungsbudget. Die technische Spezifikation des 3GPP regelt allerdings nicht, wie diese QoS im RAN durchgesetzt werden könnte. Die Weiterleitungs-mechanismen und die entsprechenden Konfigurationen sind in der Regel oft herstellerspezifisch. Häufig werden im RAN semi-persistente Scheduling-Methoden angewandt, um eine rechtzeitige Zustellung garantieren, indem sie Ressourcen für einen bestimmten Benutzer blockieren. Dies hat den Nachteil, dass die Funkressourcen für einen bestimmten Dienst blockiert werden können. Ferner können verschiedene QoS-Parameter im RAN programmiert werden, beispielsweise in Form von Scheduling-Gewichtungen, relativen Priorisierungen, oder internen Reservierungsmechanismen. Ein offenes RAN, welches RAN-Funktionen bereitstellt, um solche Parameter zu ändern, bietet die Möglichkeit, dass RAN Verhalten über die grobe QoS-Klassifizierung der technischen Spezifikation des 3GPP hinaus anzupassen. Die vorliegende Erfindung macht von dieser Möglichkeit Gebrauch, indem sie das RAN-Verhalten auf der Grundlage der Betriebsarten der Anwendung analy-

sieren und anpassen kann. Befindet sich die Applikation beispielsweise in einem unkritischen Zustand, der keine zeitkritischen Services oder Dienste erfordert, können Ressourcen für andere Anwendungen freigegeben werden. Ferner ist es möglich, dass jede Applikation ihre möglichen Betriebsmodi oder Betriebsarten vor der Ausführung dem QoS-Broker mitteilt. Auf der Grundlage dieser Betriebsarten bestimmt der Broker geeignete RAN-Konfigurationen oder QoS-Profile. Während der QoS-Rahmen unverändert bleibt, werden RAN-Methodenkonfigurationen angewendet, um den sich ändernden Zustand der Anwendung zu berücksichtigen, um nach Möglichkeit Ressourcen freizugeben und so die Netzauslastung zu erhöhen. Auch aus zeitlicher Sicht ist eine Änderung des gesamten QoS-Flusses, der sich auf den Kern und den Transport des Netzes auswirkt, nicht machbar. Stattdessen wird nur das RAN durch den QoS-Broker beeinflusst. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie der QoS-Broker die Zeitplanungsentscheidungen im RAN beeinflussen kann. So kann z. B. die relative Priorität zwischen Streams je nach Betriebsmodus angepasst werden. Auf Kosten einer verringerten Spitzenleistung ermöglicht dies eine vorübergehend bessere Ressourcengerechtigkeit zwischen den Nutzern, wenn die Kritikalität der Anwendung in ihrem aktuellen Modus dies zulässt. In einem anderen Beispiel kann der QoS-Broker eine RAN-Funktion auslösen, die das semipersistente Scheduling für einen bestimmten Stream aktiviert und deaktiviert. Dies würde sich negativ auf die Planungsverzögerung des Datenstroms auswirken, würde aber verhindern, dass Ressourcen für den Datenstrom zurückgehalten werden, wenn die aktuelle Betriebsart keine harten Fristen oder nicht so viel Bandbreite wie ursprünglich reserviert erfordert. Der QoS-Broker kann beispielsweise eine RAN-Funktion auslösen, die die garantierte Bandbreite oder die maximale Flussbitrate ändert, wenn die Anwendung sie vorübergehend nicht benötigt. Dies ermöglicht die Wiederverwendung der Ressourcen für andere (elastische und unkritische) Dienste im RAN, ohne dass der den gesamten QoS-Fluss für einen bestimmten Strom zu verändern.

[0047] Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zum Initiieren einer Anpassung eines Zugangsnetzes, umfassend die nachfolgenden Schritte:
- Bestimmen (101) einer Zuordnung zwischen einem Applikationsmodus einer Applikation und einem Serviceprofil eines Zugangsnetzes eines Kommunikationsnetzes auf Basis von empfangenen Informationen in Bezug auf das Zugangsnetz und/oder in Bezug auf die Applikation,
- Abrufen (102) eines aktuellen Netzwerkstatus des Zugangsnetzes und/oder eines aktuellen Applikationsmodus,
- Prüfen (103) des aktuellen Netzwerkstatus auf Grundlage einer Bewertung, ob das Serviceprofil des Zugangsnetzes eine Anforderung an eine aktuelle Servicequalität für den zugehörigen bestimmten Applikationsmodus erfüllt, und wenn das Ergebnis der Prüfung positiv ist, fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt fort,
- Überprüfen (104) des aktuellen Applikationsmodus auf Basis einer Bewertung, ob der Applikationsmodus der Applikation gewechselt hat, und wenn das Ergebnis positiv ist, fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt fort,
- Initiieren (105) einer Anpassung des Zugangsnetzes auf Basis des aktuellen Applikationsmodus und auf Basis der bestimmten (101) Zuordnung.

2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Schritt des Bestimmens (101) mindestens einer der weiteren nachfolgenden Schritte vorausgeht:
- Empfangen einer Information in Bezug auf die Applikation, wobei die Information wenigstens den einen Applikationsmodus der Applikation aufweist, und/oder
- Empfangen einer Information in Bezug auf das Zugangsnetz, wobei die Information wenigsten einen Parameter hinsichtlich der Servicequalität und/oder des Serviceprofils des Zugangsnetzes umfasst.

3. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Initiieren (105) der Anpassung des Zugangsnetzes über eine Exposure-Schnittstelle des O-RAN-Systems, insbesondere über eine E2-Schnittstelle erfolgt.

4. Verfahren (100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anpassung des Zugangsnetzes in Echtzeit erfolgt.

5. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Fall eines negativen Ergebnisses des Prüfens (103), das Verfahren (100) den nachfolgenden Schritt umfasst:
- Senden einer Nachricht an die Applikation in Bezug auf das negative Ergebnis des Prüfens (103), wobei die Nachricht eine Information bezüglich einer ungenügenden Servicequalität für den zugehörigen bestimmten Applikationsmodus aufweist.

6. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Fall eines negativen Ergebnisses des Überprüfens (104), das Verfahren (100) den nachfolgenden Schritt umfasst:
- Abrufen eines weiteren aktuellen Netzwerkstatus des Zugangsnetzes, um eine erneute Prüfung (103) durchzuführen.

7. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Initiieren (105) den weiteren nachfolgenden Schritt umfasst:
- Senden eines Triggers in Form einer Nachricht an die Applikation in Bezug auf die Anpassung des Zugangsnetzes, um mittzuteilen, dass eine Anpassung des Zugangsnetzes auf Basis der bestimmten (101) Zuordnung vor einem Start der Applikation erfolgt.

8. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Netzwerkfunktion (10), insbesondere eine Broker-Funktion (10), einer xApplikation und/oder einer rApplikation zugeordnet ist.

9. Netzwerkfunktion (10) zur Initiierung einer Anpassung eines Zugangsnetzes, insbesondere eine Broker-Funktion, die eingerichtet ist, das Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

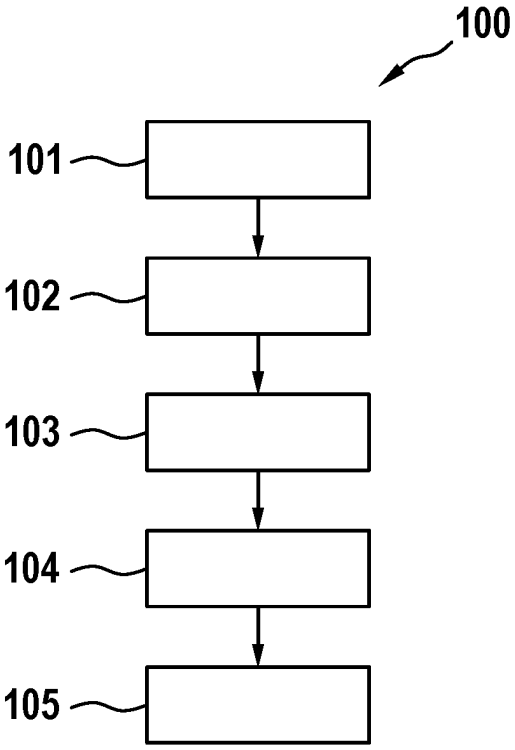
10. Computerprogramm (20), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms (20) durch eine Netzwerkfunktion (10) diesen veranlassen, das Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

11. Computerlesbares Speichermedium (15), umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch eine Netzwerkfunktion (10), insbesondere gemäß Anspruch 9, diese veranlassen, die Schritte des Verfahrens (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1



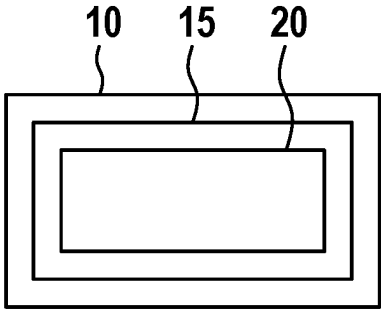


Fig. 2

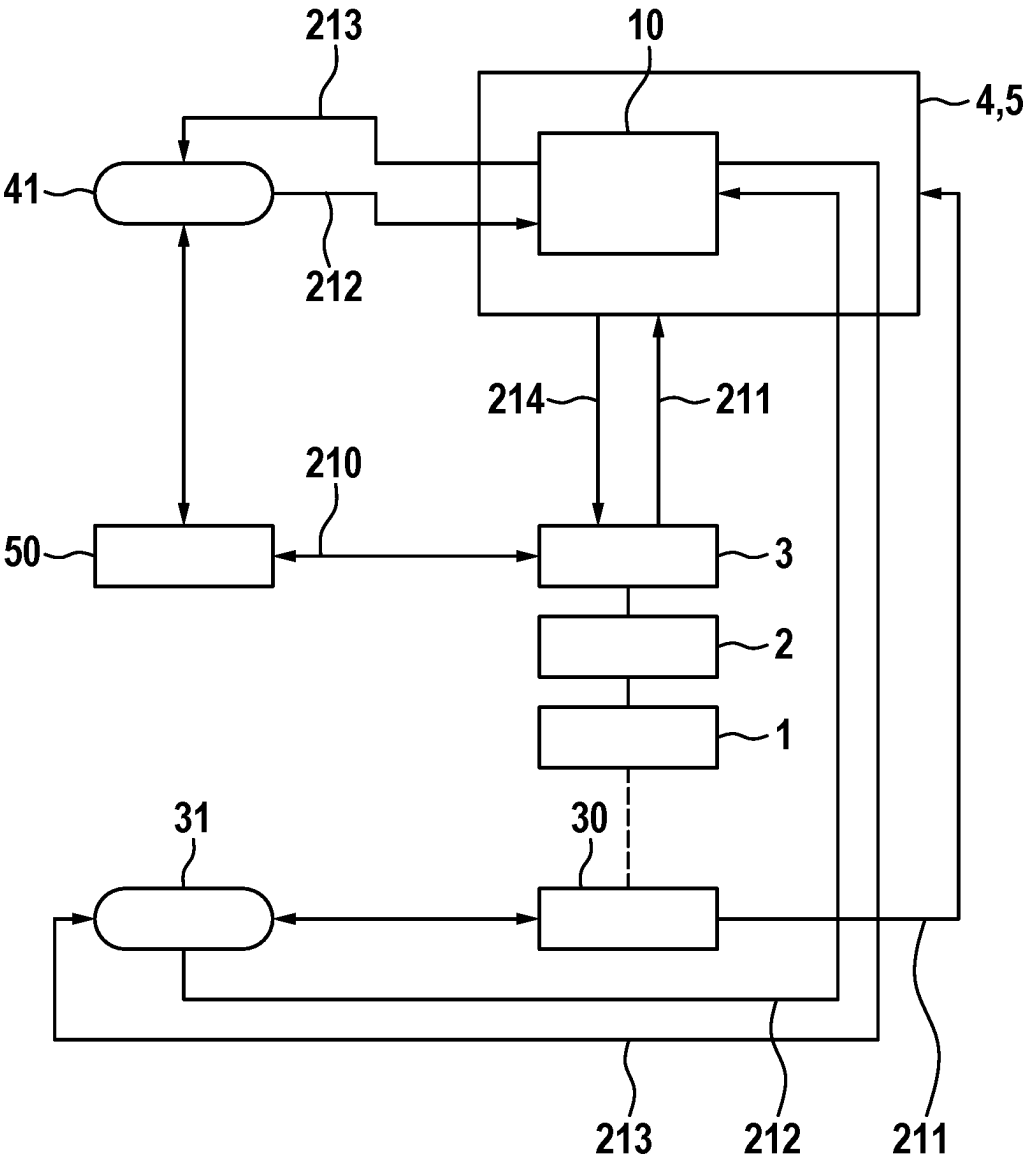
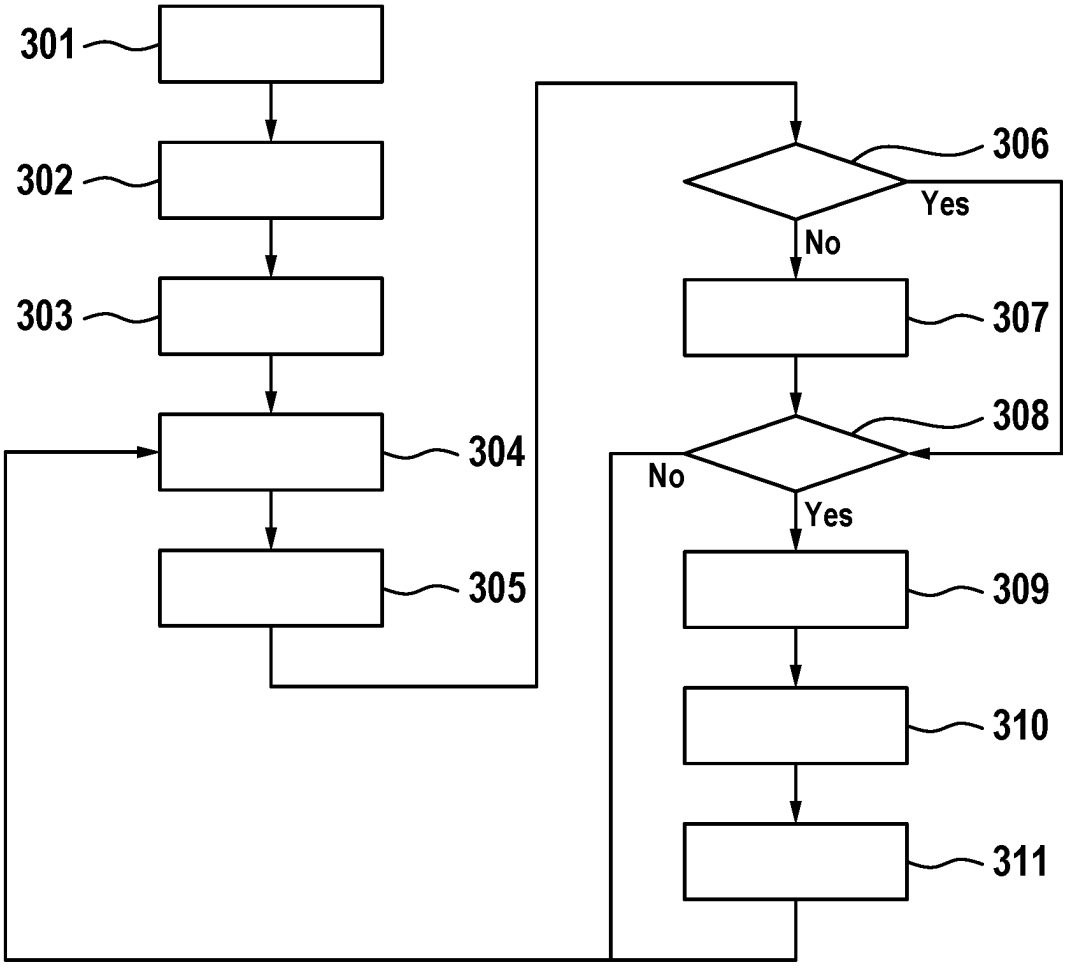


Fig. 3



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.