(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 526211 A1 2023-12-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50365/2022
(22) Anmeldetag: 24.05.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2023

(51) Int. Cl.: ***G08G 5/00*** (2006.01)
G10L 21/0208 (2013.01)
H04B 7/185 (2006.01)
H04R 25/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 2337024 A1
US 9230549 B1
US 2017061978 A1
US 2017236531 A1
EP 3846356 A1
US 2007189328 A1
EP 3664065 A1

(71) Patentanmelder:
Frequentis AG
1100 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Sobtzick Christian Dipl.-Ing.
1170 Wien (AT)
Neuhaus Alexander
1170 Wien (AT)
Poiger Michael Ing.
3421 Höflein (AT)

(74) Vertreter:
WILDHACK & JELLINEK PATENTANWÄLTE OG
1030 Wien (AT)

AT 526211 A1 2023-12-15

(54) **Verfahren zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen, sowie Kommunikationssystem zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Es wird ein Verfahren (100) zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen (5), welche über Funk von einem Luftfahrzeug (1) als Sprechfunkmeldung (2) ausgesendet wurden, gezeigt, bei dem zumindest ein Audiosignal (5) von einem Kommunikationssystem (4) empfangen wird, wobei das empfangene Audiosignal (5) ein Nutzsignal und ein Störsignal aufweist, wobei das Störsignal durch mehrere Störsignalanteile gebildet ist, das empfangene Audiosignal (5) in Echtzeit an einem, mit dem Kommunikationssystem (4) verbundenen Fluglotsenarbeitsplatz (6) an einen Fluglotsen (7) wiedergegeben wird, das empfangene Audiosignal (10) parallel zur Wiedergabe am Fluglotsenarbeitsplatz (6) in zumindest einer Aufnahme (20) aufgezeichnet wird, und das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) an dem Fluglotsenarbeitsplatz (6) nach Anforderung (12) durch den Fluglotsen (7) zumindest teilweise um Störsignalanteile reduziert wiedergegeben wird.

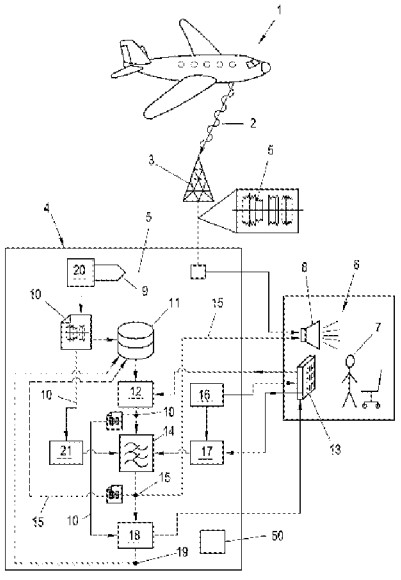


Fig. 1

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren (100) zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen (5), welche über Funk von einem Luftfahrzeug (1) als Sprechfunkmeldung (2) ausgesendet wurden, gezeigt, bei dem zumindest ein Audiosignal (5) von einem Kommunikationssystem (4) empfangen wird, wobei das empfangene Audiosignal (5) ein Nutzsignal und ein Störsignal aufweist, wobei das Störsignal durch mehrere Störsignalanteile gebildet ist, das empfangene Audiosignal (5) in Echtzeit an einem, mit dem Kommunikationssystem (4) verbundenen Fluglotsenarbeitsplatz (6) an einen Fluglotsen (7) wiedergegeben wird, das empfangene Audiosignal (10) parallel zur Wiedergabe am Fluglotsenarbeitsplatz (6) in zumindest einer Aufnahme (20) aufgezeichnet wird, und das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) an dem Fluglotsenarbeitsplatz (6) nach Anforderung (12) durch den Fluglotsen (7) zumindest teilweise um Störsignalanteile reduziert wiedergegeben wird.

Verfahren zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen, sowie Kommunikationssystem zur Durchführung des Verfahrens

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen, welche über Funk von einem Luftfahrzeug als Sprechfunkmeldung ausgesendet wurden.

Zudem betrifft die vorliegende Erfindung ein Kommunikationssystem zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Stand der Technik

Im Rahmen der Flugverkehrskontrolle („air traffic control" – ATC) wird zur Luft-Boden Kommunikation zwischen Luftfahrzeugen und Empfängern am Boden, insbesondere zwischen Piloten und Fluglotsen an einem Fluglotsenarbeitsplatz, traditionell ein analoger VHF-Sprechfunk eingesetzt. Alternativ oder zusätzlich können auch digitale Kommunikationskanäle („voice over ip" – VOIP) zwischen Luftfahrzeugen und dem Boden bestehen, beispielsweise unter Verwendung von Satellitenkommunikation (SATCOM).

Der im Bereich der ATC im Zuge der Flugverkehrslenkung und -überwachung verwendete analoge, amplitudenmodulierte (AM) VHF-Funk führt allerdings zu einer deutlichen Limitierung der Audio-Qualität der übertragenen Sprachsignale. Insbesondere bedingt durch die geringen Kanalabstände von 8,33 kHz, wird die Bandbreite der übertragbaren Sprachsignale auf etwa 300 Hz bis 3 kHz eingeschränkt. Zudem sind die analogen Signale bei der Übertragung äußeren Einflüssen ausgesetzt, und können etwa unterbrochen oder mit Störsignalen (insbesondere Rauschen) überlagert werden.

Aus Sicherheitsgründen wird das analoge Sprechfunk-Signal vor der Wiedergabe an einen Fluglotsen im Fluglotsenarbeitsplatz nicht verändert, beispielsweise um die Störsignale herauszufiltern und die Audioqualität zu verbessern, da stets sichergestellt werden muss, dass es zu keinen Informationsverlusten in der Übertragung des Signals zum Fluglotsen kommt.

Aus dem Stand der Technik (EP 3 846 356 A1) ist bekannt, neben dem analogen VHF Sprechfunk-Signal zusätzlich ein digitales Signal mittels VOIP über ein Satelliten-Kommunikationsnetzwerk (SATCOM) von dem Luftfahrzeug an einen Empfänger am Boden bzw. vice-versa zu übertragen. Aus den beiden Signalen kann dann wahlweise, zur Erreichung einer höheren Übertragungsqualität bzw. einer besseren Audioqualität, jenes

Signal zur Wiedergabe ausgewählt werden, welches die höhere Signalstärke oder das höhere Signal-zu-Rausch Verhältnis (SNR) aufweist.

Die Übertragung eines zusätzlichen digitalen Signals stellt aber nachteilig einen hohen technischen Aufwand, insbesondere hinsichtlich der Vereinheitlichung von Übertragungsstandards und Empfangsgeräten, dar, da die Luftfahrtbehörden der verschiedenen Länder unterschiedliche Standards und Voraussetzungen vorgeben können, während jedes Luftfahrzeug gleichermaßen zum Senden und zum Empfang von analogen VHF-Funksignalen ausgerüstet ist. Insbesondere in Notfällen ist somit der analoge VHF-Sprechfunk weiterhin von großer Bedeutung.

Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art dahingehend zu verbessern, dass die Verständlichkeit von Sprechfunkmeldungen bei der Wiedergabe an einem Fluglotsenarbeitsplatz erhöht wird.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe durch ein Verfahren zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen gemäß Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen bereitgestellt, welche über Funk von einem Luftfahrzeug als Sprechfunkmeldung ausgesendet wurden, bei dem

a) zumindest ein Audiosignal von einem Kommunikationssystem empfangen wird, wobei das empfangene Audiosignal ein Nutzsignal und ein Störsignal aufweist, wobei das Störsignal durch mehrere Störsignalanteile gebildet ist,
b) das empfangene Audiosignal in Echtzeit an einem, mit dem Kommunikationssystem verbundenen Fluglotsenarbeitsplatz an einen Fluglotsen wiedergegeben wird,
c) das empfangene Audiosignal parallel zur Wiedergabe am Fluglotsenarbeitsplatz in zumindest einer Aufnahme aufgezeichnet wird, und
d) das in der zumindest einen Aufnahme aufgezeichnete Audiosignal an dem Fluglotsenarbeitsplatz nach Anforderung durch den Fluglotsen zumindest teilweise um Störsignalanteile reduziert wiedergegeben wird.

Gemäß dem oben dargestellten erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst von einem Luftfahrzeug eine Sprechfunkmeldung abgesetzt und via Funk ausgesendet. Zwischen Aussendung der Sprechfunkmeldung und Empfang der Sprechfunkmeldung durch ein Kommunikationssystem als Audiosignal, wird die Sprechfunkmeldung verschiedenen

äußeren Einflüssen ausgesetzt, so dass das vom Kommunikationssystem empfangene Audiosignal ein Störsignal aufweist.

Als Störsignal bzw. Rauschsignal wird dabei insbesondere jener Anteil des Audiosignals bezeichnet, welcher nicht dem Nutzsignal, also dem eigentlichen Signal der Sprechfunkmeldung, zuzuordnen ist. Das Störsignal setzt sich aus allen Signalanteilen bzw. Störungen zusammen, welche durch äußere Störquellen bei der Übertragung der Sprechfunkmeldung zwischen Luftfahrzeug und Boden dem Nutzsignal überlagert wurden.

Solche Störquellen können etwa Gase in der Erdatmosphäre sein, welche den Signalweg beeinträchtigen. Dabei kommt es zu einer Vielzahl von Effekten, die von der benutzten Frequenz, der Dichte des Gases, der Ionisation und der Schichtung im Signalweg abhängig ist. Zudem können auch andere Funksignale als Störquellen fungieren, indem sie das Nutzsignal der Sprechfunkmeldung überlagern oder mit diesem interferieren. Weiters treten insbesondere bei Frequenzen im Bereich von 100 MHz oder darüber zunehmend Störungen durch Reflexionen auf, etwa durch Gebäude, Drähte oder sonstige Objekte. Solche Reflexionen können zu zeitlich versetztem Doppelempfang mit Signalverfälschungen und Gruppenlaufzeitverzerrungen führen und mit teilweiser oder vollständiger Auslöschung gegenphasiger Signalanteile einhergehen. Auch können Bewegungen von Sende- oder Empfangsantenne oder anderen Objekten im Signalweg die Übertragung beeinträchtigen. Auch können Störsignale durch akustische Geräusche im Cockpit entstehen und die Verständlichkeit des Sprechfunks negativ beeinflussen.

Das empfangene Audiosignal kann dann in einem weiteren Schritt an einem, mit dem Kommunikationssystem verbundenen Fluglotsenarbeitsplatz wiedergegeben werden. Die Wiedergabe erfolgt dabei insbesondere im Wesentlichen unverändert und in Echtzeit nach dem Empfang des Audiosignals, d.h. samt dem Störsignal. Durch die Wiedergabe des Audiosignals unmittelbar nach dem Empfang in Echtzeit und im Wesentlichen unverändert kann sichergestellt werden, dass sämtliche empfangenen Informationen an den Fluglotsen am Fluglotsenarbeitsplatz schnellstmöglich wiedergegeben werden und dass keine Informationen durch Veränderung des Nutzsignals (bspw. durch Filtern) verloren gehen. Eine Wiedergabe ohne Manipulationen oder Veränderungen ist notwendig, da jederzeit garantiert werden muss, dass der Fluglotse alle zur Verfügung stehenden Informationen erhält und diese auch im Nachhinein rekonstruiert bzw das Audiosignal unverändert wiedergegeben werden kann.

Unter einer Wiedergabe des Audiosignals in Echtzeit wird im Sinne der vorliegenden Erfindung die im Wesentlichen verzögerungsfreie Wiedergabe des Audiosignals nach dem Empfang verstanden, wobei die Wiedergabe jedenfalls innerhalb einer vorgegebenen

Zeitspanne (Reaktionszeit) von wenigen Millisekunden durch die Signalweiterleitung, insbesondere bei einer Digitalen Signalweiterleitung von kleiner 130 Millisekunden, verzögert verfügbar ist (vgl. EUROCAE ED-136).

Unter einer im Wesentlichen unveränderten Wiedergabe des Audiosignals wird im Sinne der vorliegenden Erfindung die Wiedergabe des Audiosignals ohne beabsichtigte Veränderungen (wie etwa Filterung) innerhalb des Kommunikationssystems verstanden, wobei marginale Veränderungen des Audiosignals durch den Empfang, die Verarbeitung oder den Transport im Kommunikationssystem nicht ausgeschlossen werden können.

Erfindungsgemäß wird das Audiosignal parallel zur Wiedergabe am Fluglotsenarbeitsplatz in zumindest einer Aufnahme aufgezeichnet. Insbesondere wird dabei – wie zuvor im Zusammenhang mit der Wiedergabe des Audiosignals am Fluglotsenarbeitsplatz – auch das unveränderte Audiosignal, also samt dem Störsignal, in der Aufnahme aufgezeichnet.

Schließlich wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens, das in der zumindest einen Aufnahme aufgezeichnete Audiosignal an dem Fluglotsenarbeitsplatz nach Anforderung durch den Fluglotsen zumindest teilweise um Störsignalanteile reduziert wiedergegeben.

Erfindungsgemäß kann so durch die direkte Wiedergabe des empfangenen Audiosignals am Fluglotsenarbeitsplatz und die gleichzeitige Aufzeichnung des empfangenen Audiosignals und durch die anschließende um Störsignalanteile reduzierte Wiedergabe des aufgezeichneten Audiosignals nach Anforderung durch den Fluglotsen einerseits sichergestellt werden, dass keine Informationen aus dem Audiosignal – wie empfangen – verloren gehen und andererseits die Sprachverständlichkeit des Audiosignals bei Bedarf verbessert werden. Der Fluglotse kann so insbesondere im Falle von mangelnder Verständlichkeit des Audiosignals nach dessen direkter Wiedergabe, die erneute Wiedergabe des gesamten Audiosignals oder von Teilen des Audiosignals anfordern, wobei bei der erneuten Wiedergabe die Verständlichkeit der Sprechfunkmeldung durch die Reduktion von Störsignalanteilen erhöht wird.

Ein besonders sicheres und flexibel einsetzbares Verfahren mit verbesserter Verständlichkeit bei der Wiedergabe von empfangenen Sprechfunksignalen kann so bereitgestellt werden.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann das Kommunikationssystem ein bodenbasiertes System zur Flugverkehrskontrolle (ATC-System) sein. Die Sprechfunksignale können dabei insbesondere durch eine Bodenstation in dem Kommunikationssystem empfangen und an einen mit dem Kommunikationssystem

verbundenen Fluglotsenarbeitsplatz zur Wiedergabe weitergeleitet werden. Insbesondere in bodenbasierten Systemen zur Flugverkehrskontrolle kann das erfindungsgemäße Verfahren einfach ohne umfangreiche technische Anpassungen des Kommunikationssystem implementiert werden. Eine Anpassung des Kommunikationssystems der Luftfahrzeuge zur Verbesserung der Sprachqualität und Verständlichkeit von Sprechfunkmeldungen kann somit unterbleiben. Folglich wird hierdurch eine hohe Kompatibilität im gesamten internationalen Flugverkehr erreicht.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann das empfangene Audiosignal direkt in dem Kommunikationssystem aufgezeichnet werden und die Wiedergabe des Audiosignals in Schritt d) durch den Fluglotsen in dem Kommunikationssystem angefordert werden und durch das Kommunikationssystem an dem Fluglotsenarbeitsplatz erfolgen. Insbesondere kann das Kommunikationssystem ein Computersystem aufweisen, welches dazu ausgebildet und/oder programmiert ist, die Schritte a) bis d) des Verfahrens auszuführen.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann das zumindest eine empfange Audiosignal ein analoges, insbesondere über VHF-Sprechfunk gesendetes Audiosignal sein. Analog übertragene amplitudenmodulierte (AM) VHF-Sprechfunk-Signale leiden im Gegensatz zu digitalen Übertragungstechnologien besonders an der Anfälligkeit gegenüber übertragungsbedingten Störungen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann sich daher besonders für die Verbesserung der Sprachqualität von derartigen analogen Sprechfunk-Signalen eignen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vor der Wiedergabe des in der zumindest einen Aufnahme aufgezeichneten Audiosignals an dem Fluglotsenarbeitsplatz, ein Filter zur Reduzierung von Störsignalanteilen in dem Störsignal auf das in der zumindest einen Aufnahme aufgezeichnete Audiosignal angewendet werden. Insbesondere kann die Reduzierung von Störsignalanteilen in dem Störsignal dabei eine teilweise oder vollständige Reduzierung der Störsignalanteile, also ein Abschwächen oder Entfernen bzw. Auslöschen der Störsignalanteile durch das Filter sein. Durch das Anwenden eines Filters auf das Audiosignal, bzw. auf das Störsignal des Audiosignals, können Störsignalanteile auf verfahrenstechnisch einfache Weise zielgerichtet reduziert oder entfernt werden, so dass die Verständlichkeit der Sprechfunkmeldung verbessert wird.

Als Filter im Sinne der vorliegenden Erfindung werden sowohl analoge als auch digitale Filter verstanden. Im mathematischen Sinne bildet das Filter dabei einen Operator, welcher bei Anwendung auf ein Audiosignal dieses frequenzabhängig in seiner Amplitude und/oder Phase verändert.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann das Filter ein analoges Filter sein, welches insbesondere durch einen elektrischen Schaltkreis realisiert sein kann, welcher eine frequenzabhängige Veränderung der Amplitude des Audiosignals vor der Ausgabe an dem Fluglotsenarbeitsplatz bewirkt. Ein analoges Filter kann im Gegensatz zu einem digitalen Filter ein Audiosignal zeit- und amplitudenkontinuierlich verarbeiten.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann das Filter ein digitales Filter sein, welches insbesondere durch einen mathematischen Algorithmus gebildet sein kann, welcher das digitalisierte (zeit- und wertdiskrete) Audiosignal frequenzabhängig in seiner Amplitude und/oder Phase verändert. Der Algorithmus des digitalen Filters kann dabei sowohl als Computerprogramm (softwaremäßig) oder als Logikschaltung (hardwaremäßig) realisiert werden.

Ist das Filter ein digitales Filter, so wird das in der zumindest einen Aufnahme aufgezeichnete Audiosignal vor dessen Wiedergabe in ein digitales Audiosignal umgewandelt. Eine solche Umwandlung in ein digitales Audiosignal kann bspw. durch gängige Analog-Digital-Wandler (ADC) erfolgen, wobei das digitale Audiosignal nach der Umwandlung einem Computersystem, insbesondere einem Computersystem des Kommunikationssystems, zur weiteren Verarbeitung zugeführt wird.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann die Umwandlung des Audiosignals in ein digitales Audiosignal bereits während oder vor der Aufzeichnung des empfangenen Audiosignals erfolgen. Die Aufzeichnung des Audiosignals kann dabei digital erfolgen, so dass lediglich ein digitales Audiosignal gespeichert wird. Auf diese Weise kann die Wiedergabe nach Anforderung durch den Fluglotsen und die Anwendung von Filtern auf besonders einfache und zuverlässige Weise, insbesondere innerhalb eines Computersystems, erfolgen.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann das digitale Filter ein Rauschunterdrückungsverfahren oder -algorithmus sein. Das Rauschunterdrückungsverfahren kann dabei derart ausgestaltet sein, dass zur Verbesserung der Verständlichkeit von Sprache im Audiosignal bestimmte Frequenzanteile unterdrückt oder verstärkt werden, und so ein Rauschen als Störsignalanteil in dem Audiosignal reduziert wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann das digitale Filter ein adaptives Rauschunterdrückungsverfahren sein, wobei die Parameter des Filters während dessen Anwendung wiederholt angepasst werden, um die Rauschunterdrückung an das Störsignal anzupassen.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann das digitale Audiosignal nach Anwendung des Filters gespeichert werden. Insbesondere kann das gefilterte digitale Audiosignal in einem Computersystem, bevorzugt in dem Computersystem des Kommunikationssystems gespeichert werden. So kann das gefilterte digitale Audiosignal zu einem späteren Zeitpunkt erneut wiedergegeben werden, ohne dass das Filter wiederholt auf das Audiosignal angewendet werden muss. Ein effizienteres und sichereres Verfahren kann so geschaffen werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann das in der zumindest einen Aufnahme aufgezeichnete Audiosignal durch Anwendung des Filters unverändert bleiben. Das Filter wird dabei lediglich auf das Audiosignal vor der Wiedergabe angewendet, das ursprünglich aufgezeichnete Audiosignal bleibt dabei allerdings unberührt. Vorteilhaft können hierdurch eine Folge von unterschiedlichen Filtern auf das aufgezeichnete Audiosignal angewendet werden, ohne sich gegenseitig zu beeinflussen. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn dem Fluglotsen eine Wahl zwischen unterschiedlichen Filtern gegeben werden soll, welche auf das Audiosignal zur Verbesserung der Verständlichkeit der Sprechfunkmeldung angewendet werden können.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann bei Anforderung der Wiedergabe des aufgezeichneten Audiosignals, die Art und/oder die Parameter des Filters am Fluglotsenarbeitsplatz ausgewählt werden. Die Auswahl der Art und/oder der Parameter des Filters direkt am Fluglotsenarbeitsplatz bei Anforderung der Wiedergabe ermöglicht ein flexibles Anwenden von unterschiedlichen Filtern, in Abhängigkeit der zu reduzierenden Störsignalanteile.

Die Art des Filters kann dabei etwa ein Filtertyp, wie etwa Hochpass, Tiefpass, Bandpass, etc., oder der Typ des Filteralgorithmus, wie etwa ein Rauschunterdrückungsalgorithmus oder dgl. sein.

Die Parameter des Filters können etwa zu filternde Frequenzbereiche, Intensität bzw. Stärke der Filterung bzw. der Rauschunterdrückung, oder dgl. sein.

Besonders bevorzugt kann die Auswahl der Art und/oder der Parameter des Filters durch den Fluglotsen am Fluglotsenarbeitsplatz erfolgen. Der Fluglotse kann dabei nach dem Anhören des empfangenen Audiosignals, bzw. der darin enthaltenen Sprechfunkmeldung feststellen, dass dieses insgesamt oder teilweise nicht verständlich war, und unter Anwendung eines Filters zur Verbesserung der Verständlichkeit erneut wiedergegeben werden soll. Zudem kann der Fluglotse je nach Art der im Audiosignal enthaltenen Störungen ein passendes Filter auswählen, beziehungsweise die Parameter des Filters

derart auswählen, dass eine bestmögliche Verbesserung der Verständlichkeit des Audiosignals erreicht wird. Ein besonders flexibles Verfahren kann so geschaffen werden.

Alternativ oder zusätzlich kann gemäß einer weiteren Ausführungsvariante das Störsignal während der Aufzeichnung analysiert werden und anhand der Analyse die Art und/oder die Parameter des Filters ausgewählt werden. So kann beispielsweise vor der Anforderung der Wiedergabe durch den Fluglotsen eine Vorauswahl des Filters getroffen werden, wobei die Vorauswahl auf der Analyse des Störsignals basiert. Ebenso kann eine automatische Auswahl der Art und/oder der Parameter des Filters anhand der Analyse erfolgen, so dass eine Auswahl des Filters durch den Fluglotsen unterbleiben kann und der Fluglotse lediglich die Wiedergabe des aufgezeichneten Audiosignals anfordert. Der Bedienkomfort bzw. die Durchführung des Verfahrens kann für den Fluglotsen so weiter verbessert werden.

Gemäß einer Ausführungsvariante kann das Audiosignal einem Computersystem, insbesondere einem Computersystem des Kommunikationssystems, zugeführt werden, um das Störsignal zu analysieren. Somit kann die Analyse durch einen in dem Computersystem implementierten Algorithmus erfolgen, wobei das Computersystem zugleich die Auswahl der Art und/oder Parameter des Filters automatisiert vornehmen kann. Ein besonders zuverlässiges Verfahren zur Verbesserung der Verständlichkeit von empfangenen Sprechfunkmeldungen kann so geschaffen werden.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann die Wiedergabe des in der zumindest einen Aufnahme aufgezeichneten Audiosignals zusammen mit dem Grad der Störungsreduktion während der Wiedergabe im Kommunikationssystem angezeigt und/oder gespeichert werden. So kann insbesondere auf einer Anzeigeeinheit bzw. einem Anzeigegerät (wie etwa eines Displays) des Kommunikationssystems angezeigt werden, dass das Audiosignal gerade wiedergegeben wird, bzw. welcher Abschnitt des Audiosignals wiedergegeben wird. Zusätzlich kann das Anzeigegerät auch darstellen, welches Filter auf das Audiosignal angewendet wird und welche Parameter das Filter aufweist. Insbesondere kann auf der Anzeigeeinheit auch der Grad der Störungsreduktion, also das Verhältnis des Pegels des ungefilterten Störsignals/Audiosignals zu dem Pegel des Störsignals/Audiosignals nach Anwendung des Filters, angezeigt werden, wobei der Grad der Störungsreduktion bevorzugt in dB (Dezibel) angezeigt wird.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann die Differenz zwischen dem in der zumindest einen Aufnahme aufgezeichneten Audiosignal und dem am Fluglotsenarbeitsplatz wiedergegebenen, zumindest teilweise um Störsignalanteile reduzierten, Audiosignal berechnet und optional gespeichert werden. Ein solches Differenzsignal kann insbesondere als Maß bzw. als Grad für die Störungsreduktion dienen.

Zudem kann es aus rechtlichen Gründen vorteilhaft sein, die nicht an den Fluglotsen wiedergegebenen Signalanteile aufzuzeichnen, bspw. um regulatorische Vorgaben zu erfüllen.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung können sämtliche empfangenen Audiosignale innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne in dem Kommunikationssystem aufgezeichnet werden, und der Fluglotse kann jederzeit eines der aufgezeichneten Audiosignale zur Wiedergabe am Fluglotsenarbeitsplatz auswählen. Insbesondere kann die Zeitspanne dabei zumindest 30 Minuten betragen, so dass der Fluglotse stets alle empfangenen Audiosignale der letzten 30 Minuten angezeigt bekommt und zur Wiedergabe unter Anwendung eines Filters auswählen kann. Funksprüche können so über eine längere Zeit zur Wiedergabe zur Verfügung stehen, insbesondere wenn der Fluglotse mit mehreren Luftfahrzeugen gleichzeitig kommunizieren muss. Die Sicherheit des Verfahrens kann so weiter verbessert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante können dem Fluglotsen von dem Kommunikationssystem sämtliche empfangenen Audiosignale innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne von dem Kommunikationssystem angezeigt werden, wobei die Anzeige mit einer Frequenz der Sprechfunkmeldung und/oder einer Flugnummer verknüpft werden kann. So kann der Fluglotse bei der Auswahl eines aufgezeichneten Audiosignals stets den zugehörigen Absender und/oder die empfangende Bodenstation erkennen, was die Kommunikation mit den Luftfahrzeugen weiter vereinfacht und Fehlkommunikationen reduziert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante kann der Fluglotse auch die teilweise Wiedergabe eines aufgezeichneten Audiosignals unter Anwendung eines Filters auswählen. So kann der Fluglotse beispielsweise lediglich die Wiedergabe eines bestimmten Ausschnitts des Audiosignals, welcher bei der Wiedergabe in Echtzeit nicht verständlich war, anfordern, und somit eine höhere Flexibilität und einen Zeitgewinn erreichen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante kann eine Verzögerung zwischen Anforderung und Wiedergabe des zumindest teilweise um Störsignalanteile reduzierten Audiosignals weniger als 50ms, insbesondere weniger als 25ms, bevorzugt weniger als 15ms, besonders bevorzugt weniger als 10ms, betragen. Beispielsweise durch computergestützte Implementierung des Filters bzw. der Filteralgorithmen können besonders niedrige Verzögerungen bzw. Delays bei der Wiedergabe erreicht werden, und das Audiosignal in Echtzeit unter Anwendung eines Filters ausgegeben werden. Die Zuverlässigkeit des Verfahrens kann dadurch weiter verbessert werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird zudem durch ein Kommunikationssystem zum Empfangen von Audiosignalen, welche über Funk von einem Luftfahrzeug als Sprechfunkmeldung ausgesendet wurden, gelöst, wobei das Kommunikationssystem ein Computersystem aufweist, welches dazu programmiert und/oder eingerichtet ist ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 auszuführen.

Kurzbeschreibung der Figuren

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsvarianten der Erfindung anhand einer Zeichnung näher dargestellt.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Diagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens und des erfindungsgemäßen Kommunikationssystems gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante.

Wege zur Ausführung der Erfindung

In Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm des Verfahrens 100 gezeigt, bei dem von einem Luftfahrzeug 1 Sprechfunkmeldungen 2 per Funk ausgesendet werden und in einer Bodenstation 3 empfangen werden. Die Bodenstation 3 ist dabei mit einem Kommunikationssystem 4, insbesondere einem bodenbasierten Kommunikationssystem zur Flugverkehrskontrolle (ATC-System), verbunden und leitet die als Audiosignal 5 empfangene Sprechfunkmeldung 2 an dieses weiter.

Das Audiosignal 5 weist nach dem Empfang durch die Bodenstation 3 ein Nutzsignal und ein Störsignal auf, wobei Nutzsignal und Störsignal überlagert sind, was in den Figuren jedoch nicht näher dargestellt wurde. Das Nutzsignal wird dabei im Wesentlichen durch die Sprechfunkmeldung 2 des Luftfahrzeugs 1 gebildet, während das Störsignal durch die Störsignalanteile gebildet wird, welche bei der Funk-Übertragung der Sprechfunkmeldung 2 von dem Luftfahrzeug 2 zu der Bodenstation 3 durch äußere Störquellen entstanden sind.

Da die Sprechfunkmeldung 2 im vorliegenden Ausführungsbeispiel als analoges VHF-Funksignal ausgesendet wird, kommt es bei der Übertragung der Sprechfunkmeldung 2, beispielsweise durch die wechselnde Dichte, die Ionisation der Gase oder die Gaszusammensetzung der Erdatmosphäre zu Beeinträchtigungen in der Übertragung des Signals, welche sich als Störsignalanteile in dem empfangenen Audiosignal 5 manifestieren. Auch Wetterereignisse können sich als Störsignalanteile in dem Audiosignal 5 zeigen. Ebenso können Überlagerungen bzw. Interferenzen mit anderen Signalen im selben Frequenzbereich oder durch Reflexionen an Hindernissen auftreten.

Unmittelbar nach dem Empfang des Audiosignals 5, wird dieses in Echtzeit an einem, mit dem Kommunikationssystem 4 verbundenen Fluglotsenarbeitsplatz 6 an einen Fluglotsen 7 über ein Ausgabegerät 8 wiedergegeben. Das Ausgabegerät 8 kann dabei ein Kopfhörer oder Lautsprecher am Fluglotsenarbeitsplatz 6 sein, über welchen der Fluglotse 7 das Audiosignal 5 anhören kann.

Wie in dem Ausführungsbeispiel in Fig. 1 gezeigt, wird das Audiosignal 5 parallel zur Wiedergabe an den Fluglotsen 7 in dem Kommunikationssystem 4 in einer Aufnahme 20 aufgezeichnet. Hierzu wird das Audiosignal 5 zunächst über einen Wandler 9 digitalisiert, so dass innerhalb des Kommunikationssystems 4 das Audiosignal 5 als digitales Audiosignal 10 aufgezeichnet bzw. verarbeitet wird. Das digitalisierte Audiosignal 10 aus der Aufnahme 20 wird in dem Kommunikationssystem 4 aufgezeichnet, indem es dem Speicher 11 zugeführt wird und dort zur späteren Wiedergabe bzw. für den Abruf zu einem späteren Zeitpunkt gespeichert wird. Alternativ kann das Audiosignal 5 bereits auch vor der Verarbeitung als digitalisiertes Audiosignal zur Verfügung stehen oder der Wandler 9 bereits vor der Wiedergabe des Signals an den Fluglotsen das Audiosignal 5 in ein digitales Audiosignal 10 umwandeln.

Gemäß einer alternativen Ausführungsvariante, welche in den Figuren nicht näher dargestellt wurde, kann das analoge Audiosignal 5 auch in dem Kommunikationssystem 4 analog aufgezeichnet und weiterverarbeitet werden, ohne dass dieses zunächst digitalisiert wird, bzw. in ein digitales Audiosignal 10 umgewandelt wird. Die im Folgenden beschriebenen Ausführungsvarianten des Verfahrens 100 können dann anhand des analogen Audiosignals 5 statt des digitalen Audiosignals 10 ausgeführt werden.

Das aufgezeichnete Audiosignal 10 wird dann nach Anforderung 12 durch den Fluglotsen 7 von dem Kommunikationssystem 4 abgerufen und aus dem Speicher 11 zur Wiedergabe am Fluglotsenarbeitsplatz 6 bereitgestellt. Die Anforderung 12 erfolgt dabei über ein Anzeige- und Eingabegerät 13 am Fluglotsenarbeitsplatz 6, welches mit dem Kommunikationssystem 4 verbunden ist. Das Anzeige- und Eingabegerät 13 kann dabei ein Computer mit Ein- und Ausgabemöglichkeit sein, wie etwa ein Touchscreen, über das der Fluglotse 7 Informationen von dem Kommunikationssystem 4 angezeigt bekommt und Eingaben an dieses vornehmen kann, bzw. dieses steuern kann.

In einer alternativen Ausführungsvariante, welche in den Figuren nicht gezeigt ist, kann das Anzeige- und Eingabegerät 13 auch Teil des Kommunikationssystems 4 sein. In wieder einer weiteren Ausführungsvariante kann das Anzeige- und Eingabegerät 13 ein Computersystem sein, in welchem das Kommunikationssystem 4 integriert ist.

Nach der Anforderung 12 zur Wiedergabe des aufgezeichneten Audiosignals 10, wird das Audiosignal 10 einem Filter 14 zugeführt, bzw. der Filter 14 auf das Audiosignal 10 angewendet, welcher das Audiosignal 10 zumindest teilweise um Störsignalanteile reduziert als gefiltertes Audiosignal 15 ausgibt.

Gemäß einer Ausführungsvariante, wie in Fig. 1 gezeigt, erhält der Fluglotse 7 vom Kommunikationssystem 4 eine Aufforderung 16 zur Auswahl eines Filters 14 für das Audiosignal 10, wobei vorzugsweise eine Liste an möglichen Filtern 14 mit auswählbarer Art und/oder Parametern am Anzeige- und Eingabegerät 13 angezeigt wird. Der Fluglotse 7 kann dann ein zum ausgewählten Audiosignal 10 passendes Filter 14 mit entsprechenden Parametern auswählen, so dass durch Filterung des Audiosignals 10 die Wiedergabequalität und Verständlichkeit der darin enthaltenen Sprechfunkmeldung 2 verbessert wird – vorzugsweise zur Reduktion bzw. Entfernung von Störsignalanteilen.

Der Fluglotse 7 trifft dann eine Filterauswahl 17, wodurch das ausgewählte Filter 14 im Kommunikationssystem 4 eingestellt wird und das Audiosignal 5 wie zuvor beschrieben zu dem gefilterten Audiosignal 15 gefiltert wird. Das aufgezeichnete Audiosignal 10 bleibt dabei durch das Filter 14 unverändert und kann zu einem späteren Zeitpunkt erneut zur Wiedergabe – auch unter Verwendung eines anderen Filters 14 – angefordert werden.

Wie in Fig. 1 gezeigt, wird das Audiosignal 10 während der Aufnahme 20 einer Analyse 21 auf Störsignalanteile unterzogen. Anhand der Analyse 21 wird dann eine entsprechende Vorauswahl des Filters 14 getroffen; es wird also ein Filter 14 ausgewählt, welcher anhand der Analyse 21 eine bestmögliche Reduzierung der Störsignalanteile verspricht. Die Vorauswahl des Filters 14 als Ergebnis der Analyse 21 wird dem Fluglotsen 7 dann bei der Aufforderung 16 zur Auswahl eines Filters 14 am Anzeige- und Ausgabegerät 13 angezeigt. Der Fluglotse 7 kann dann die Art und/oder die Parameter des Filters 14 anpassen oder die Vorauswahl anhand der Analyse 21 unverändert übernehmen und als Auswahl 17 wählen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante, die in den Figuren nicht näher dargestellt ist, kann die Auswahl 17 des Filters 14 gänzlich von dem Kommunikationssystem 4 selbst erfolgen, ohne dass der Fluglotse 7 zur Auswahl 16 des Filters 14 aufgefordert wird. So kann das Kommunikationssystem 4 das Audiosignal 10 auf das darin enthaltene Störsignal analysieren und entsprechend ein passendes Filter 14 zur bestmöglichen Reduzierung der Störsignalanteile auswählen.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel werden als Filter 14 bevorzugt digitale Filter eingesetzt, welche als Filteralgorithmus bzw. Rauschreduzierungsalgorithmus die Störsignalanteile im Audiosignal 5, bzw. im digitalen Audiosignal 10, reduzieren. In dem

oben angeführten alternativen Ausführungsbeispiel, in welchem das Kommunikationssystem 4 ein vollständig analoges Audiosignal 5 verarbeitet und aufzeichnet, wird als Filter 14 ein analoges Filter eingesetzt.

Wie in Fig. 1 gezeigt, kann das gefilterte Audiosignal 15 nach der Anwendung des Filters 14 ebenso in dem Speicher 11 gespeichert bzw. aufgezeichnet werden (als strichlierte Linie dargestellt), so dass dieses zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgerufen werden kann.

Das gefilterte Audiosignal 15 wird schließlich wieder dem Ausgabegerät 8 am Fluglotsenarbeitsplatz 6 zugeführt und an den Fluglotsen 7 wiedergegeben. Zudem wird dem Fluglotsen 7 auf dem Anzeige- und Eingabegerät 13 das aktuell angeforderte Audiosignal 5, sowie das ausgewählte Filter 14 angezeigt.

Während der Wiedergabe des gefilterten Audiosignals 15 wird auch ein Grad der Störungsreduktion des Filters 14 am Anzeige- und Eingabegerät 13 angezeigt. Die Berechnung 18 des Grads der Störungsreduktion erfolgt aus dem gefilterten Audiosignal 15 und optional zusätzlich aus dem aufgezeichneten Audiosignal 5 und dient dem Fluglotsen als Maß für die Verringerung bzw. Reduktion des Pegels des Störsignals im Audiosignal 5 durch Anwendung des Filters 14.

Alternativ oder zusätzlich kann auch ein Differenzsignal 19 zwischen dem aufgezeichneten Audiosignal 5 und dem gefilterten Audiosignal 15 errechnet werden und in dem Speicher 11 gespeichert werden. Dieses Differenzsignal 19 enthält dabei die aus dem Audiosignal 5 entfernten Signalanteile.

Gemäß der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsvariante weist das Kommunikationssystem 4 ein Computersystem 50 auf, welches dazu programmiert ist, das Verfahren 100 gemäß der oben beschriebenen Ausführungsvarianten auszuführen. Der Speicher 11 ist dabei Teil des Computersystems, und die Verfahrensschritte, sowie die Berechnungen der Algorithmen des Filters 14 erfolgen durch Ausführung eines Computerprogramms auf dem Computersystem 50. Das Computersystem 50 ist dabei mit dem Anzeige- und Eingabegerät 13 am Fluglotsenarbeitsplatz 6 zur Eingabe und Ausgabe von Information und mit dem Ausgabegerät 8 zur Ausgabe der Audiosignale 5, 15 verbunden, wobei die Verbindungen in der Figur nicht näher dargestellt sind. Die Verbindungen können sowohl drahtlos oder über Kabelverbindungen erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen (5), welche über Funk von einem Luftfahrzeug (1) als Sprechfunkmeldung (2) ausgesendet wurden, bei dem

a) zumindest ein Audiosignal (5) von einem Kommunikationssystem (4) empfangen wird, wobei das empfangene Audiosignal (5) ein Nutzsignal und ein Störsignal aufweist, wobei das Störsignal durch mehrere Störsignalanteile gebildet ist,

b) das empfangene Audiosignal (5) in Echtzeit an einem, mit dem Kommunikationssystem (4) verbundenen Fluglotsenarbeitsplatz (6) an einen Fluglotsen (7) wiedergegeben wird,

c) das empfangene Audiosignal (5) parallel zur Wiedergabe am Fluglotsenarbeitsplatz (6) in zumindest einer Aufnahme (20) aufgezeichnet wird, und

d) das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) an dem Fluglotsenarbeitsplatz (6) nach Anforderung (12) durch den Fluglotsen (7) zumindest teilweise um Störsignalanteile reduziert wiedergegeben wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine empfange Audiosignal (5) ein analoges, insbesondere über VHF-Sprechfunk gesendetes Audiosignal (5) ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das empfangene Audiosignal (5) in dem Kommunikationssystem (4) aufgezeichnet wird und dass die Wiedergabe des Audiosignals (10) in Schritt d) in dem Kommunikationssystem (4) angefordert wird und durch das Kommunikationssystem (4) erfolgt.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Wiedergabe des Audiosignals (10) an dem Fluglotsenarbeitsplatz in Schritt d), ein Filter (14) zur Reduzierung von Störsignalanteilen in dem Störsignal auf das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) angewendet wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Filter (14) ein digitales Filter (14) ist, und dass das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) vor dessen Wiedergabe in ein digitales Audiosignal (10) umgewandelt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das digitale Audiosignal (10) nach Anwendung des Filters (14) gespeichert wird.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) durch Anwendung des Filters (14) in der Aufzeichnung unverändert bleibt.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei Anforderung (12) der Wiedergabe des aufgezeichneten Audiosignals (10), die Art und/oder die Parameter des Filters (14) am Fluglotsenarbeitsplatz (6), insbesondere durch den Fluglotsen (7), ausgewählt werden.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal während der Aufnahme (20) analysiert wird und anhand der Analyse (21) die Art und/oder die Parameter des Filters (14) ausgewählt werden.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Wiedergabe des in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichneten Audiosignals (10) zusammen mit dem Grad der Störungsreduktion während der Wiedergabe im Kommunikationssystem (4) angezeigt und/oder gespeichert wird.

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Differenzsignal (19) zwischen dem in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichneten Audiosignal (10) und dem am Fluglotsenarbeitsplatz (6) wiedergegebenen, teilweise um Störsignalanteile reduzierten, Audiosignal (10) berechnet und optional gespeichert wird.

12. Kommunikationssystem (4) zum Empfangen von Audiosignalen (5), welche über Funk von einem Luftfahrzeug (1) als Sprechfunkmeldung (2) ausgesendet wurden, aufweisend ein Computersystem, wobei das Computersystem dazu programmiert und/oder ausgebildet ist ein Verfahren (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 auszuführen.

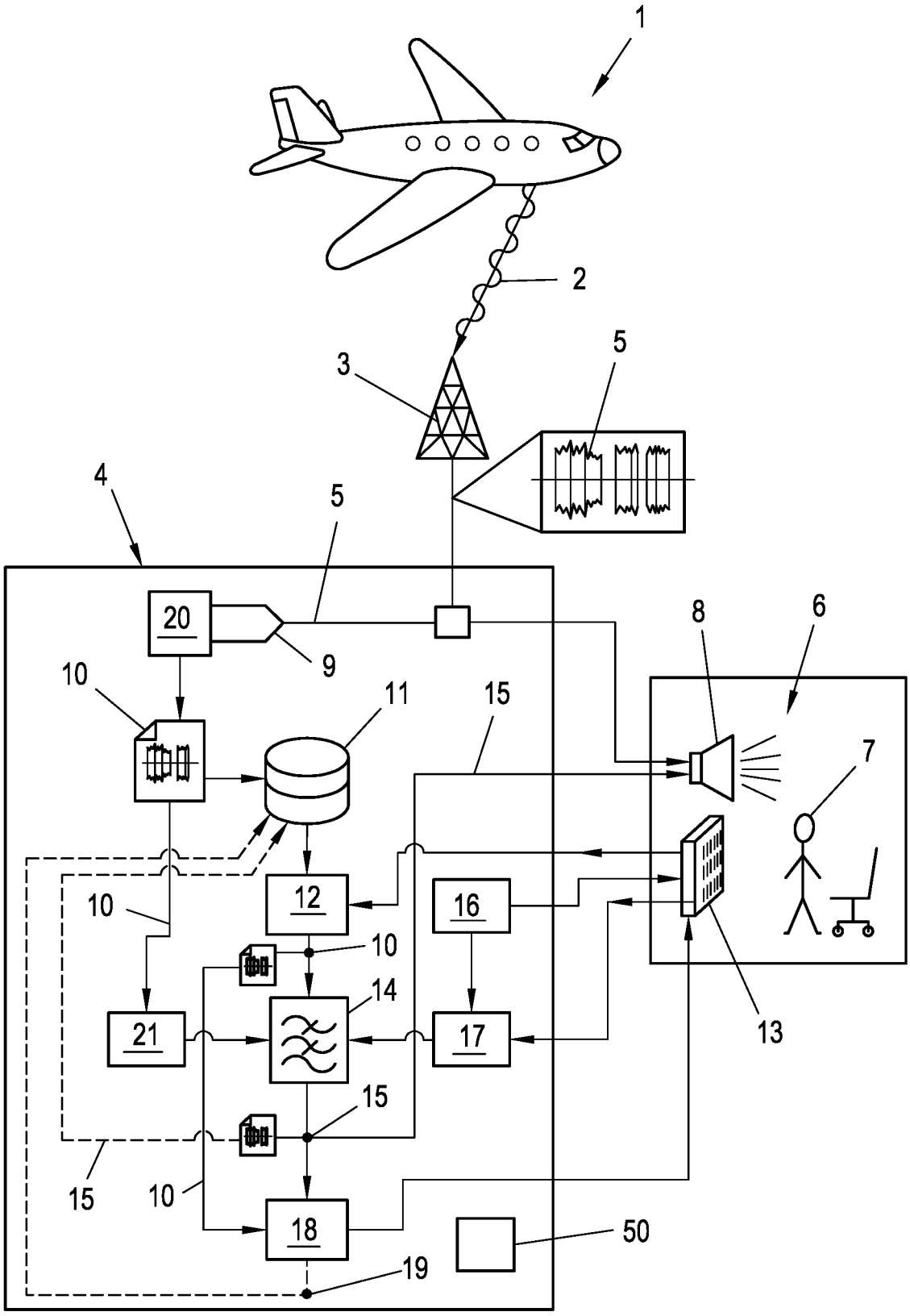


Fig. 1

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
G08G 5/00 (2006.01); ***G10L 21/0208*** (2013.01); ***H04B 7/185*** (2006.01); *H04R 25/00* (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
G08G 5/0013 (2013.01); ***G08G 5/0026*** (2013.01); ***G10L 21/0208*** (2013.01); ***H04B 7/18506*** (2013.01); *H04L 63/30* (2022.02); *H04R 25/50* (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
G08G, G10L, H04B, H04R, H04L

Konsultierte Online-Datenbank:
WPIAP, EPODOC, PATENW, PATDEW, IEEEXplore, ScienceDirect

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **25.05.2022** eingereichten Ansprüchen **1-12** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 2337024 A1 (HONEYWELL INTERNATIONAL) 22. Juni 2011 (22.06.2011) Zusammenfassung; Paragrafen 0014, 0015, 0029	1-10, 12
X	US 9230549 B1 (POPIK et al.) 05. Januar 2016 (05.01.2016) Figuren; Zusammenfassung; Spalte 10, Zeilen 22-53; Spalte 14, Zeilen 15-62	1-10, 12
X	US 2017061978 A1 (WANG et al.) 02. März 2017 (02.03.2017) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0003, 0005	1-10, 12
X	US 2017236531 A1 (KORETZKY et al.) 17. August 2017 (17.08.2017) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0003, 0087, 0094	1-10, 12
X	EP 3846356 A1 (ROHDE & SCHWARZ) 07. Juli 2021 (07.07.2021) Figuren; Zusammenfassung; Paragraf 0018	1-10, 12
A	US 2007189328 A1 (JUDD) 16. August 2007 (16.08.2007) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0012, 0025	1-12
A	EP 3664065 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 10. Juni 2020 (10.06.2020) Figuren; Zusammenfassung; Paragrafen 0002, 0084	1-12

Datum der Beendigung der Recherche:	Seite 1 von 1	Prüfer(in):
25.11.2022		MESA PASCASIO Johannes

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.

P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**" hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).

& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Audiosignalen (5), welche über Funk von einem Luftfahrzeug (1) als Sprechfunkmeldung (2) ausgesendet wurden, bei dem

a) zumindest ein Audiosignal (5) von einem Kommunikationssystem (4) empfangen wird, wobei das empfangene Audiosignal (5) ein Nutzsignal und ein Störsignal aufweist, wobei das Störsignal durch mehrere Störsignalanteile gebildet ist,

b) das empfangene Audiosignal (5) in Echtzeit an einem, mit dem Kommunikationssystem (4) verbundenen Fluglotsenarbeitsplatz (6) an einen Fluglotsen (7) wiedergegeben wird,

c) das empfangene Audiosignal (5) parallel zur Wiedergabe am Fluglotsenarbeitsplatz (6) in zumindest einer Aufnahme (20) aufgezeichnet wird, und

d) das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) an dem Fluglotsenarbeitsplatz (6) nach Anforderung (12) durch den Fluglotsen (7) zumindest teilweise um Störsignalanteile reduziert wiedergegeben wird,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Differenzsignal (19) zwischen dem in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichneten Audiosignal (10) und dem am Fluglotsenarbeitsplatz (6) wiedergegebenen, teilweise um Störsignalanteile reduzierten, Audiosignal (10) berechnet und optional gespeichert wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine empfange Audiosignal (5) ein analoges, insbesondere über VHF-Sprechfunk gesendetes Audiosignal (5) ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das empfangene Audiosignal (5) in dem Kommunikationssystem (4) aufgezeichnet wird und dass die Wiedergabe des Audiosignals (10) in Schritt d) in dem Kommunikationssystem (4) angefordert wird und durch das Kommunikationssystem (4) erfolgt.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Wiedergabe des Audiosignals (10) an dem Fluglotsenarbeitsplatz in Schritt d), ein Filter (14) zur Reduzierung von Störsignalanteilen in dem Störsignal auf das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) angewendet wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Filter (14) ein digitales Filter (14) ist, und dass das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

Audiosignal (10) vor dessen Wiedergabe in ein digitales Audiosignal (10) umgewandelt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das digitale Audiosignal (10) nach Anwendung des Filters (14) gespeichert wird.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichnete Audiosignal (10) durch Anwendung des Filters (14) in der Aufzeichnung unverändert bleibt.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei Anforderung (12) der Wiedergabe des aufgezeichneten Audiosignals (10), die Art und/oder die Parameter des Filters (14) am Fluglotsenarbeitsplatz (6), insbesondere durch den Fluglotsen (7), ausgewählt werden.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal während der Aufnahme (20) analysiert wird und anhand der Analyse (21) die Art und/oder die Parameter des Filters (14) ausgewählt werden.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Wiedergabe des in der zumindest einen Aufnahme (20) aufgezeichneten Audiosignals (10) zusammen mit dem Grad der Störungsreduktion während der Wiedergabe im Kommunikationssystem (4) angezeigt und/oder gespeichert wird.

11. Kommunikationssystem (4) zum Empfangen von Audiosignalen (5), welche über Funk von einem Luftfahrzeug (1) als Sprechfunkmeldung (2) ausgesendet wurden, aufweisend ein Computersystem, wobei das Computersystem dazu programmiert und/oder ausgebildet ist ein Verfahren (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 auszuführen.

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE