(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 360 T2** 2008.05.29

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 872 979 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 360.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 300 435.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **21.01.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.10.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **05.09.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.05.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***H04L 12/28*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
839836 **17.04.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Advanced Micro Devices, Inc., Sunnyvale, Calif., US

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
Fisher, Matthew J., Mountain View, CA 94040-3009, US; Kern, William F., Palo Alto, CA 94303, US

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zur Leistungsüberwachung eines drahtlosen lokalen Netzwerkes und zum dynamischen Einstellen seiner Betriebsparameter**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die drahtlose bzw. kabellose Datenkommunikation und betrifft insbesondere ein System, das das Leistungsverhalten eines drahtlosen lokalen Netzwerkes (WLAN) überwacht, um in dynamischer Weise dessen Betriebsparameter einzustellen.

[0002] In einem WLAN werden kabellose Kommunikationsverbindungen als Übertragungsmedien eingesetzt, um Daten zwischen diversen Stationen auszutauschen. Auf Grund der Natur der drahtlosen Kommunikation ist es schwierig, ein Kollisionsereignis physikalisch zu erkennen, wenn mehrere Stationen Datenblöcke bzw. Datenrahmen gleichzeitig übertragen. Folglich erfordert ein typisches WLAN-Protokoll, dass jede Bockübertragung bzw. Rahmenübertragung vom Empfänger bestätigt wird. In Reaktion auf einen empfangenen Datenblock übermittelt der Empfänger einen Bestätigungs- (ACK) Block, der den ursprünglichen Sender mitteilt, dass der Datenblock fehlerfrei empfangen wurde. Folglich nimmt der Sender an, dass kein nennenswertes Kollisionsereignis während der Übertragung des Datenblocks stattfand. Wenn der ACK-Block nicht empfangen wird, nimmt der Sender an, dass ein gewisses Kollisionsereignis den Verlust des Datenblocks verursacht hat.

[0003] Fig. 1 zeigt das erfolgreiche Übertragen eines Datenblocks von einer Station A zu einer Station B, die den Empfang durch Senden eines ACK-Blocks bestätigt. Fig. 2 zeigt ein Kollisionsereignis, das durch eine gleichzeitig Übertragung von Datenblöcken durch die Station A und die Station C hervorgerufen wurde. Als Folge davon empfängt die Station B keine Daten. Die Station A und die Station C nehmen an, dass eine Kollision stattgefunden hat, da keine von ihnen einen ACK-Block von ihrem jeweiligen beabsichtigten Empfängern erhält.

[0004] Wie in Fig. 3 gezeigt ist, kann die Station A erneut versuchen, ihren Datenblock an die Station B zu senden. Jedoch kann eine Kollision mit einem Datenblock aus der Station C wiederum verhindern, dass die Station B Informationen erhält. Wenn keine Bestätigung gesendet wird, muss die Station A erneut ihren Datenblock wiederholen. Diese Übertragung kann erfolgreich sein, und die Station B antwortet mit einem ACK-Block.

[0005] Ein Kollisionsereignis, das durch mehrere konkurrierende Stationen in einem gemeinsam genutzten Netzwerk hervorgerufen wird, tritt für gewöhnlich zu Beginn der Übertragung auf. Da das Mediumzugriffsprotokoll Stationen auf dem Netzwerk ungefähr zur gleichen Zeit angibt, dass das Medium frei ist, beginnen Stationen mit anhängigen Übertragungen ungefähr gleichzeitig mit dem Senden. Wenn dies auftritt, weisen die sich ergebenden Sendungen ein Kollisionsereignis auf, das physikalisch beim oder nahe beim Beginn des Sendens eintritt. Jedoch ist sich die sendende Einheit nicht darüber bewusst, dass das Kollisionsereignis auftritt, bis es seinen Versuch beendet hat, den Datenblock zu senden, und der erwartete ACK-Block nicht empfangen wird.

[0006] Somit kann das Kollisionsereignis nicht erkannt werden, bis der Sendeversuch beendet ist. Je länger der Datenblock ist, desto länger benötigt die sendende Station, um zu bestimmen, dass das Kollisionsereignis stattgefunden hat.

[0007] Wenn ferner ein Kollisionsereignis zu Beginn oder in der Nähe des Beginns eines langen Datenblocks stattfindet, führen die meisten Protokolle und physikalischen Implementierungen dazu, dass der ganze Datenblock nicht empfangen werden kann. Somit verbraucht der Teil des Datenblocks nach dem Beginn des Kollisionsereignisses wertvolle Netzwerkbandbreite. Je früher eine Kollision von einem Sender erkennt werden kann, desto früher kann der Sender die fehlerhafte Sendung beenden und das Verbrauchen von Netzwerkbandbreite unterbinden.

[0008] Um die Wahrscheinlichkeit einer Kollision zu minimieren, werden in einigen WLAN's kurze „Sendeanforderungs"- (RTS) Blöcke vor dem eigentlichen Datenübertragen gesendet, um eine Funkzeitreservierung anzufordern. Beispielsweise beschreibt US-Patent 5,231,634, Giles et al. das Senden eines RTS-Blocks von einer sendenden Station, um andere WLAN-Stationen darüber zu informieren, dass die sendende Station das Medium für eine Datenübertragung benutzen will. Der RTS-Block enthält ein Zeitdauerfeld, das allen empfangenden Stationen den Betrag der Funkzeit angibt, die für eine Datenübertragung angefordert wird. Die angeforderte Funkzeit entspricht dem zeitlichen Intervall, das zum Senden des Datenblocks erforderlich ist, plus der Zeit, die zum Senden des ACK-Blocks erforderlich ist, plus der Zeit, die zum Empfangen einer Bestätigung für die Funkzeitreservierungsanforderung erforderlich ist, plus einer gewissen zusätzlichen Zeitdauer, die zur Bereitstellung eines Zwischenblockabstands erforderlich ist.

[0009] Da der RTS-Block selbst eine Kollision antreffen kann, wird eine Bestätigung für den RTS-Block von einer empfangenden Station gesendet. Ein „bereit zum Senden"- (CTS) Block kann in Reaktion auf den RTS-Block gesendet werden, um die Sendezeitreservierung zu bestätigen. Der CTS-Block wiederholt die Information über die Sendezeitreservierungsdauer.

[0010] Wenn daher ein RTS/CTS-Blockaustauschmechanismus verwendet wird, findet die folgende Sequenz aus Ereignissen statt die Übertragung des RTS-Blocks durch die sendende Station A

zur Anforderung einer Funkzeitreservierung, das Übertragen des CTS-Blocks durch die empfangende Station B, um eine Bestätigung der Sendezeitreservierung bereitzustellen, das Übertragen des Datenblocks durch die Station A und anschließend das Übertragen des ACK-Blocks durch die Station B, um den Empfang des Datenblocks zu bestätigen.

[0011] Wenn dieser Austausch von Blöcken auf eine Kollision trifft, sollte diese normalerweise zu Beginn oder in der Nähe des Beginns des Datenaustausches stattfinden, d. h. während der Übertragung des RTS-Blockes oder des CTS-Blockes. Beispielsweise zeigt Fig. 4 zwei Übertragungsversuche, wenn die RTS-Blöcke, die von der Station A gesendet werden, von der Station B nicht empfangen wurden, da Kollisionen mit Daten auftraten, die gleichzeitig von der Station C gesendet wurden. Jedoch wird der dritte RTS-Block von der Station A durch die Station B empfangen, die mit dem CTS-Block antwortet. Nach dem Empfangen des CTS-Blocks sendet die Station A ihren Datenblock, der durch den ACK-Block bestätigt wird, der von der Station B gesendet wird. Die Sendezeitreservierung, die von der Station A angefordert und von der Station B bestätigt wurde, stellt ein Zeitintervall für das Übertragen des Datenblocks und des ACK-Blocks bereit.

[0012] Wenn der RTS-Block und der CTS-Block als kurze Blöcke gestaltet sind, führt eine Kollision, die während des Übertragens dieser Blöcke auftritt, zu einer Unterbrechung des Sendens nach einer kurzen Zeitdauer. Somit verhindert der RTS/CTS-Blockaustauschmechanismus, dass wertvolle Netzwerkbandbreite unnötig verbraucht wird.

[0013] Sobald der RTS/CTS-Austausch erfolgreich ist, wird die Sendezeitreservierungsinformation, die in dem RTS- und CTS-Blöcken enthalten ist, von anderen Stationen in dem Netzwerk verwendet, um ein Senden von Daten während des angeforderten Sendezeitereservierungsintervalls zu vermeiden. Folglich können Datenblock- und ACK-Block-Übertragungen mit einer stark reduzierten Wahrscheinlichkeit des Antreffens eines Kollisionsereignisses von statten gehen.

[0014] Es sollte beachtet werden, dass der RTS/CTS-Blockaustauschmechanismus erfordert, dass eine gewisse Netzwerkbandbreite geopfert wird. In einem WLAN mit vielen konkurrierenden Aktionen ist die durch RTS/CTS-Blockaustausch verlorene Bandbreite geringer als die vergeudete Bandbreite, die sich bei Kollisionen während langer Datenblockübertagungen ergäbe. Wenn jedoch die Anzahl der konkurrierenden Stationen in dem WLAN gering ist, können die relativ seltenen langen Datenverluste auf Grund der Kollisionen zu einem geringeren Anteil an Gesamtnetzwerkbandbreitenverlust führen als der Verlust auf Grund des Einbaus des RTS/CTS-Blockaustausches, der jedem Datenblock vorausgeht. Daher werden in einigen WLAN's RTS/CTS-Schwellwerte verwendet, die die minimale Länge eines Datenblocks angeben, für den ein RTS/CTS-Blockaustauschmechanismus verwendet wird. Wenn die Länge eines Datenblocks, der auf eine Sendezeit wartet, diese minimale Länge übersteigt, dann wird der RTS/CTS-Blockaustausch für diese Blockübertragung aktiviert, und ansonsten wird der RTS/CTS-Austauschmechanismus nicht verwendet. Im Falle, dass eine sendende Station einen Bestätigungsblock nicht empfangen kann (d. h. einen CTS-Block oder einen ACK-Block), nimmt die sendende Station an, dass ein Kollision stattfand. Jedoch kann der Übertragungsfehler beispielsweise durch einen durch Rauschen hervorgerufenen Bitfehler bewirkt worden sein oder durch eine andere Störungsquelle, etwa einen Sender, der nicht zu dem WLAN gehört. Auch kann der beabsichtigte Empfänger außerhalb der Reichweite der sendenden Station sein.

[0015] Im Falle eines Bitfehlers auf Grund von Rauschen ist die Bitfehlerrate (BER) des Systems für ein gegebenes Signal/Rauschen-Verhältnis relativ festgelegt. Wenn sich dieses Verhältnis ändert, kann die BER zunehmen oder abnehmen. Auf Grund der sich ändernden Natur der Funkumgebung kann sich das Rauschen (und damit das Signal/Rausch-Verhältnis) ständig ändern. Wenn das Rauschen starker wird, steigt auch die Wahrscheinlichkeit an, dass eine Blockübertragung einen Fehler aufweist.

[0016] Auf Grund des Vorhandenseins eines sich ändernden Rauschfaktors wird in vielen WLAN's ein weiterer Mechanismus angewendet, der beabsichtigt, das Leistungsverhalten zu verbessern. Dieser Mechanismus ist die Fähigkeit, Blöcke aufzuteilen.

[0017] Wie in Fig. 5 gezeigt ist, kann vor dem Senden ein größerer Datenblock in kleinere Datenblöcke aufgeteilt werden, die dann nacheinander gesendet werden. Der Empfänger muss die kleineren Datenblöcke wieder zurück in den ursprünglichen Datenblock zusammensetzen. Jeder der kleineren Datenblöcke wird ein Datenfragment genannt. Der Grund, dass der Netzwerkdurchsatz verbessert wird, wenn die Fragmentierung ausgeführt wird, besteht darin, dass wenn die BER hoch ist, ein längerer Datenblock eine größere Wahrscheinlichkeit besitzt, dass mindestens ein Fehler enthalten ist. In den meisten WLAN-Systemen gibt es keine Wiederherstellung bei Vorhandensein selbst eines einzelnen Bitfehlers, und somit muss der gesamte Datenblock verworfen werden, und es wird kein ACK-Block vom Empfänger erzeugt, und der Sender muss annehmen, dass eine Kollision stattgefunden hat und geht zurück und disponiert erneut einen Datenblocksendeversuch. Die nicht erfolgreiche Datenblocksendung repräsentiert vergeudete Netzwerkbandbreite. Des weiteren ist es wahrscheinlich, dass der lange Datenblock einen ein-

zelnen Bitfehler bei aufeinanderfolgenden Versuchen antrifft und damit noch mehr Bandbreite verschwendet wird.

[0018] Wenn ein Datenblock in kleinere Fragmente unterteilt wird, beinhaltet lediglich eines der Fragmente einen einzelnen Bitfehler, und nur dieses Fragment muss erneut gesendet werden. Damit wird der Verlust an Netzwerkbandbreite deutlich verringert.

[0019] Im Falle von Datenblockfragmentierung wird jedes Datenfragment, das von der sendenden Station A gesendet wird, durch einen ACK-Block, der von der empfangenden Station B erzeugt wird, bestätigt. Jedes Datenfragment und jeder ACK-Block enthalten längere Reservierungszeitdauerinformationen, die es der Station, die die Datenblockfragmente sendet, ermöglichen, andere Stationen davon abzuhalten, Daten und der angegebenen Sendezeitreservierungsdauer zu übertragen.

[0020] Die Datenblockfragmentierung kann zusammen mit dem RTS/CTS-Austauschmechanismus verwendet werden. Der mögliche Blockaustausch, der in Fig. 5 gezeigt ist, kann bestehen aus dem RTS-Block, der durch den CTS-Block bestätigt wird, dem Datenfragment Nr. 1, das von dem ACK-Block bestätigt wird, dem Datenfragment Nr. 2, das von dem ACK-Block bestätigt wird, dem Datenfragment Nr. 3, das von dem ACK-Blockb bestätigt wird, etc.

[0021] Die gesamte Zeit, die zum Senden eines fragmentierten Datenblocks erforderlich ist, ist größer als die Zeit, die zum Senden eines einzelnen langen Datenblocks erforderlich ist, da jedes Datenfragment Kopfbereiche und einen Anhang enthält, die die physikalische Schicht und seine Medienzugriffssteuerprotokollschicht enthalten. Ferner wird jeden Datenfragment individuell bestätigt, und es treten zeitliche Abstände zwischen den Blöcken bei jedem Fragment und jedem ACK-Block auf.

[0022] Wenn jedoch ein langer Datenblock eine vernünftige Wahrscheinlichkeit für ein erneutes Senden aufweist, dann ist die gesamte Zeit, die zum Ausführen der mehreren Sendeversuche des einzelnen langen Datenblocks erforderlich ist, unter Umständen größer als die Gesamtzeit, die für das Übertragen aller kürzeren Datenfragmente einschließlich des zusätzlichen Aufwand, die zusätzlichen ACK-Blöcke und die Blockzwischenzeiten erforderlich ist, selbst wenn einige der Datenfragmente erneut zu senden sind.

[0023] Ein typisches WLAN besitzt die Fähigkeit, einen Fragmentierungsschwellwert fest zu legen, der gleich der minimalen Länge eines Datenblocks ist, der einer Fragmentierung unterzogen wird. Ein Datenblock mit eine Länge, die diesen Fragmentierungsschwellwert übersteigt, wird in Fragmente mit einer Länge unterteilt, die kleiner ist als der Fragmentierungsschwellwert.

[0024] Es ist daher wünschenswert, den RTS/CTS-Schwellwert und den Fragmentierungsschwellwert dynamisch einzustellen, um damit den höchst möglichen WLAN-Durchsatz für die aktuellen Betriebsbedingungen bereitzustellen.

[0025] Ferner wäre es wünschenswert, WLAN-Parameter zu überwachen, die zum Einstellen des RTS/CTS-Schwellwerts und des Fragmentierungsschwellwerts verwendet werden, um den WLAN-Durchsatz für die aktuellen Betriebsbedingungen zu maximieren.

[0026] US-Patent 5,012,469 offenbart ein Zeitaufteilungssystem für Kommunikation mit mehrfachem Zugriff, wobei mehrere Stationen einen einzelnen Übertragungskanal gemeinsam benutzen. Insbesondere offenbart dieses Dokument ein adaptives Hybridkommunikationssystem, in welchem zwei oder mehr Inhaltsreservierungsprotokolle und festgelegte Zuordnungsprotokolle verwendet werden.

[0027] US-Patent 5,425,051 offenbart ein Datenkommunikationssystem, in welchem Radiofrequenz-Kommunikationsverbindungen zwischen Leitrechner und Basis/Sende-Empfänger-Einheiten aufrecht erhalten werden, wobei jede Basissende/Empfänger-Einheit mit vielen tragbaren Sende/Empfänger-Einheiten in Verbindung steht.

[0028] Es wäre wünschenswert, ein System zum dynamischen Einstellen von RTS-CTS-Schwellwerten und Fragmentierungsschwellwerten vorzusehen, um damit den höchst möglichen WLAN-Durchsatz für die aktuellen Betriebsbedingungen bereitzustellen.

[0029] Es wäre auch vorteilhaft, ein System bereitzustellen, das WLAN-Parameter überwacht, die zum Einstellen des RTS-CTS-Schwellwertes und des Fragmentierungsschwellwerts verwendet werden, um den WLAN-Duchsatz für die aktuellen Betriebsbedingungen zu maximieren.

[0030] Gemäß einem Aspekt stellt die Erfindung eine WLAN-Steuerung bereit mit einer Datenverarbeitungseinheit, die in einer sendenden Station angeordnet ist, die Blöcke bzw. Rahmen erzeugt, die zu einer Zielstation zu senden sind, und die Bestätigungen überprüft, die angeben, dass die Blöcke von der Zielstation empfangen werden. Eine Steuereinheit ist mit der Datenverarbeitungseinheit verbunden, um die Anzahl der Versuche zu überwachen, die zum Senden jedes Blockes unternommen wurden, und um die Anzahl der Versuche zu überwachen, um eine Bestätigung in Reaktion auf das Senden des Blockes empfangen, um damit in dynamischer Weise das Senden von Sendereservierungsanforderungen, die von der

Zielstation gesendet werden, zu steuern.

[0031] Des weiteren ist die Steuereinheit funktionsmäßig mit der Datenverarbeitungseinheit verbunden, um dynamisch die Fragmentierung von Datenblöcken, die von der Zielstation verwendet werden, zu steuern, und ist ausgebildet, auf die Datenverarbeitungseinheit zu reagieren, um zu bestimmen, ob eine Sendereservierung für das Übertragen jedes der Blöcke gestellt ist.

[0032] Die Steuereinheit zeichnet sich dadurch aus, dass sie dynamisch einen Schwellwertpegel für die Fragmentierung der zu der Zielstation gesendeten Datenblöcke einstellt auf der Grundlage der Anzahl der Versuche, die zum Senden eines Blockes zur Zielstation unternommen wurden, und auf der Grundlage der Anzahl der Fehlversuche, eine Bestätigung zu empfangen, wenn die Sendereservierung für das Senden des Blockes bereitgestellt wird.

[0033] Gemäß einem Aspekt der Erfindung stellt die Steuereinheit dynamisch einen Schwellwertpegel für das Senden der Sendereservierungsanforderungen zu der Zielstation auf der Grundlage der Anzahl der Versuche, die zum Senden eines Blockes zu der Zielstation unternommen wurden, und auf der Grundlage von Fehlversuchen, eine Bestätigung zu empfangen, ein, wenn die Sendereservierung für das Senden des Blockes nicht bereitgestellt ist.

[0034] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung bestimmt die Steuereinheit die mittlere Anzahl der Versuche, die zum Senden der Blöcke zu Zielstationen unternommen wurden, und die mittlere Anzahl an Fehlversuchen, eine Bestätigung für das WLAN zu empfangen, um eine Abweichung von Betriebsbedingungen für jede der Zielstationen in Bezug auf gemittelte Betriebsbedingungen für das WLAN zu bestimmen. Es kann eine Warteschlangeneinheit verwendet werden, um Prioritäten von zu einer Zielstation gesendeten Blöcken entsprechend der Abweichung der Betriebsbedingungen für die Zielstation von den gemittelten Betriebsbedingungen für das WLAN zu steuern.

[0035] Gemäß einem Verfahren der vorliegenden Erfindung werden die folgenden Schritte ausgeführt, um Betriebsparameter eines WLAN's dynamisch einzustellen:
Überwachen der Übertragung jedes Blockes zu Zielstationen in dem WLAN,
Überprüfen, ob eine Sendereservierung zum Schützen der Übertragung jedes Blockes erhalten wird oder nicht,
Überwachen, ob eine Bestätigung in Reaktion auf jeden gesendeten Block erhalten wird,
dadurch gekennzeichnet, dass für jede Zieladresse des WLAN's eine Anzahl an konkurrierenden Versuch bewahrt wird, die die Anzahl an Versuchen angibt, den Block an jede Zielstation zu senden, wenn keine Sendezeitreservierung verfügbar ist, dass für jede Zieladresse des WLAN's eine Anzahl von konkurrierenden Fehlversuchen bewahrt wird, die die Anzahl an Fehlversuchen angibt, die Bestätigung zu empfangen, wenn keine Sendereservierung verfügbar ist,
dass für jede Zieladresse des WLAN ein Sendereservierungsschwellwertpegel zum Senden einer Sendereservierungsanforderung vor einem Datenblock erzeugt wird, wenn ein Parameter des Datenblocks den Sendereservierungsschwellwertpegel übersteigt,
die Anzahl der konkurrierenden Versuche für eine erste Zieladresse erhöht wird, jedes mal, wenn ein Block, der durch die Sendereservierung nicht geschützt ist, zu einer ersten Zielstation übertragen wird, die der ersten Zieladresse entspricht,
die Anzahl der konkurrierenden Fehlversuche für die erste Zieladresse erhöht wird, jedes mal, wenn keine Bestätigung in Reaktion auf den ungeschützten Block empfangen wird, und
für die erste Zieladresse der Sendereservierungsschwellwert entsprechend dem Verhältnis aus der erhöhten Anzahl an konkurrierenden Fehlversuchen zu der erhöhten Anzahl an konkurrierenden Versuchen eingestellt wird.

[0036] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung werden die folgenden Schritte ausgeführt:
für jede Zieladresse des WLAN's wird eine Anzahl geschützter Versuche bewahrt, die die Anzahl an Versuchen angibt, den Block zu jeder Zielstation zu übertragen, wenn die Sendereservierung verfügbar ist,
für jede Zieladresse des WLAN's Bewahren einer Anzahl der geschützten Fehlversuche, die die Anzahl an Fehlversuchen angibt, die Bestätigung zu empfangen, wenn die Sendereservierung verfügbar ist,
für jede Zieladresse des WLAN Erzeugen eines Fragmentierungsschwellwertpegels für das Fragmentieren eines Datenblocks, wenn ein Parameter des Datenblocks den Fragmentierungsschwellwertspegel übersteigt,
Erhöhen der Anzahl der geschützten Versuche für die erste Zieladresse jedes mal, wenn ein durch die Sendereservierung geschützter Datenblock zu der ersten Zielstation, die der ersten Zieladresse entspricht, übertragen wird,
Erhöhen der Anzahl der geschützten Fehlversuche, für die erste Zieladresse jedes mal, wenn keine Bestätigung in Reaktion auf den geschützten Block empfangen wird, und
Einstellen des Fragmentierungsschwellwertpegels für das Bereitstellen einer Fragmentierung von Datenblöcken, die zu der ersten Zielstation zu übertragen sind, entsprechend dem Verhältnis der erhöhten Anzahl an geschützten Fehlversuchen zu der erhöhten Anzahl an geschützten Versuchen.

[0037] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine mittlere Anzahl an konkurrierenden Versuchen und eine mittlere Anzahl an konkurrierenden Fehlversuchen für das WLAN bestimmt. Die mittleren Anzahlen können auf der Grundlage der erhöhten Anzahlen an konkurrierenden Versuchen und konkurrierenden Fehlversuchen modifiziert werden. Es wird ein mittlerer Sendereservierungsschwellwertpegel für das WLAN entsprechend dem Verhältnis der modifizierten mittleren Anzahl an konkurrierenden Fehlversuchen zu der modifizierten mittleren Anzahl an konkurrierenden Versuchen eingestellt.

[0038] Der eingestellte Sendereservierungsschwellwertpegel für die erste Zieladresse wird mit dem eingestellten mittleren Sendereservierungsschwellwertpegel verglichen, um eine Priorität eines zu der ersten Zielstation zu sendenden Blockes zu steuern.

[0039] Des weiteren wird eine mittlere Anzahl geschützter Versuche und eine mittlere Anzahl geschützter Fehlversuche für das WLAN bestimmt. Diese mittleren Zahlen können auf der Grundlage der erhöhten Anzahl der geschützten Fehlversuche und der geschützten Versuche modifiziert werden. Es wird ein mittlerer Fragmentierungsschwellwertpegel für das WLAN entsprechend dem Verhältnis der modifizierten mittleren Anzahl geschützter Fehlversuche zu der modifizierten mittleren Anzahl geschützter Versuche eingestellt.

[0040] Der eingestellte Fragmentierungsschwellwertpegel für die erste Zieladresse wird mit dem eingestellten mittleren Fragmentierungsschwellwertpegel verglichen, um eine Priorität eines zu der ersten Zielstation zu sendenden Blockes zu steuern.

[0041] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst eine Steuerung für eine drahtlose Kommunikationsstation:
eine erste Einrichtung zum Überwachen des Übertragens von Blöcken zu Zielstationen,
eine zweite Einrichtung zum Bestimmen, ob eine Sendereservierung zum Schützen der Übertragung der Blöcke erhalten wird oder nicht,
eine dritte Einrichtung zum Bestimmen, ob Bestätigungen in Reaktion auf die gesendeten Blöcke empfangen werden,
gekennzeichnet durch:
eine vierte Einrichtung, die auf die erste, die zweite und die dritte Einrichtung reagiert, um eine Anzahl geschützter Versuche zu bewahren, die die Anzahl an Versuchen zum Senden der Blöcke zu der Zielstation angibt, wenn die Sendereservierung verfügbar ist, eine fünfte Einrichtung, die auf die erste, die zweite und dritte Einrichtung reagiert, um eine Anzahl geschützter Fehlversuche zu bewahren, die die Anzahl an Fehlversuchen angibt, die Bestätigungen zu empfangen, wenn die Sendereservierung verfügbar ist, und
eine erste Steuereinrichtung, die auf die vierte und die fünfte Einrichtung funktionsmäßig reagiert, um eine Fragmentierung von Daten zu steuern, die zu den Zielstationen zu senden sind.

[0042] Die Steuerung kann ferner umfassen:
eine sechste Einrichtung, die funktionsmäßig auf die erste, zweite und dritte Einrichtung reagiert, um damit eine Anzahl ungeschützter Versuche zu bewahren, die die Anzahl der Versuche wiedergibt, die Blöcke zu der Zielstation zu senden, wenn keine Sendereservierung verfügbar ist,
eine siebente Einrichtung, die funktionsmäßig auf die erste, zweite und die dritte Einrichtung reagiert, um damit eine Anzahl ungeschützter Fehlversuche zu bewahren, die die Anzahl an Fehlversuchen angibt, um die Bestätigungen zu empfangen, wenn keine Sendereservierung verfügbar ist, und
eine zweite Steuereinrichtung, die funktionsmäßig auf die sechste und die siebente Einrichtung reagiert, um Sendereservierungsanforderungen vor dem Senden der Daten zu den Zielstationen zu ermöglichen.

[0043] Weitere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden für den Fachmann auf der Grundlage der folgenden detaillierten Beschreibung ersichtlich, wobei lediglich die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung gezeigt und beschrieben ist, um damit einfach die Art und Weise darzustellen, wie die gegenwärtig als beste Art erachtete Weise zum Ausführen der Erfindung praktiziert wird. Man erkennt, dass die Erfindung in anderen unterschiedlichen Ausführungsformen angegeben werden kann, und dass diverse Details im Hinblick auf diverse Aspekte modifiziert werden kann, ohne von der Erfindung abzuweichen. Daher sollen die Zeichnungen und die Beschreibung als lediglich anschaulich und nicht als einschränkend betrachtet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0044] Fig. 1 bis Fig. 3 zeigen diverse Ereignisse während der Datenübertragung von der Station A zur Station B.

[0045] Fig. 4 zeigt einen RTS/CTS-Austauschmechanismus.

[0046] Fig. 5 zeigt ein Datenfragmentierungsschema.

[0047] Fig. 6 ist eine vereinfachte Blockdarstellung der WLAN-Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0048] Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das die Funktion der WLAN-Steuerung darstellt.

Beste Art zum Ausführen der Erfindung

[0049] Obwohl die Erfindung eine generelle Anwendbarkeit auf dem Gebiet der drahtlosen Datenkommunikation besitzt, wird die beste Art zum Praktizieren der Erfindung auf der Grundlage einer anschaulichen WLAN-Steuerung **100**, wie sie in Fig. 6 gezeigt ist, angegeben.

[0050] Die WLAN-Steuerung **100** kann in jeder Station vorgesehen werden, die in einem WLAN mit einer verteilten oder zentralen Architektur eingebunden ist. Die WLAN-Steuerung **100** umfasst eine Datenverarbeitungseinheit **102**, die mit einem lokalen oder entfernten Leitrechner bzw. Host-Computer **200** verbunden ist, der die Datenverarbeitungseinheit mit Daten versorgt, die über das WLAN zu senden sind, und der aus dem WLAN eintreffende Daten empfängt.

[0051] Die Datenverarbeitungseinheit **102** kann Daten in einen Sende- (TX) Block anordnen, der gemäß den Protokollerfordernissen eines speziellen WLAN formatiert ist und eine Zieladresse (DA) besitzt, die die Station oder Stationen des Blocks angibt, an die der Block zu übermitteln ist. Dies kann eine einzigartige Adresse einer Zielstation oder einer Gruppe aus Zielstationen sein oder dies kann eine globale Adresse für eine allgemein adressierte Datensendung sein.

[0052] TX-Blöcke können zu einer TX-Warteschlangeneinheit **104** gesendet werden, die diese in einer TX-Warteschlange anordnet, die die Reihenfolge definiert, in der die TX-Blöcke zu dem WLAN gesendet werden. Die TX-Warteschlangeneinheit **104** kann diverse Prioritäten wie Blockübertragung erstellen. Prioritäten können auf Basis der Verbindung zugeordnet werden. Beispielsweise können den unterschiedlichen DA's bzw. Zieladressen unterschiedliche Prioritäten zugeordnet werden. Wie nachfolgend detaillierter erläutert ist, erlaubt die vorliegende Erfindung, dass Prioriäten von DA's im folgenden auch ZA (Zieladresse) genannt, dynamisch entsprechend den aktuellen oder erwarteten WLAN-Bedingungen geändert werden, etwa im Hinblick auf den Datenverkehr, die Funkwellenausbreitungsbedingungen und der aktuellen oder erwarteten Position einer empfangenden Station.

[0053] Ferner können Prioritäten auch auf Basis von Nachrichten zugeordnet werden. Beispielsweise können gewisse Kategorien an Nachrichten, etwa Steuerungsnachrichten, mit einer höheren Priorität versehen werden im Vergleich zu anderen Kategorien.

[0054] Die TX-Warteschlangeneinheit **104** kann Blöcke zu einer TX-Fragmentierungseinheit **106** übertragen, die Datenblöcke in kleinere Stücke fragmentiert bzw. aufteilt. Ein Datenblock, der einen Fragmentierungsschwellwert übersteigt, wird in Datenfragmente (Fig. 5) unterteilt, um den WLAN-Durchsatz zu erhöhen. Wie nachfolgend erläutert ist, ermöglicht die vorliegende Erfindung, dass der Fragmentierungsschwellwert dynamisch entsprechend den aktuellen WLAN-Bedingungen eingestellt wird.

[0055] TX-Blöcke einschließlich von Datenfragmenten und Datenblöcken, die keine Fragmentierung erfordern, werden einer TX-Einheit **108** zugeführt, eine drahtlose Datenübertragung zu einer Zielstation in dem WLAN ermöglicht.

[0056] Wie in Fig. 4 gezeigt ist, kann ein Austausch von Steuerblöcken für „Sende/Anforderung" (RTS) und „Bereit zum Senden" (CTS) vor dem eigentlichen Datenübertragen verwendet werden, um eine Sendereservierung bereitzustellen. Wenn die Länge eines Datenblocks oder eines Datenfragments, das auf die Übertragung wartet, einen RTS/CTS-Schwellwertpegel übersteigt, aktiviert die TX-Einheit **108** einen RTS/CTS-Austauschmechanismus, der bewirkt, dass RTS-Blöcke vor dem Senden dieses Datenblocks oder dieses Datenfragments gesendet werden. Wie nachfolgend detaillierter erläutert ist, ermöglicht die vorliegende Erfindung, dass der RTS/CTS-Schwellwert gemäß den aktuellen WLAN-Bedingungen dynamisch eingestellt wird.

[0057] Eine Empfangs- (RX) Einheit **110** ist ausgebildet, Daten zu empfangen, die von anderen Stationen in dem WLAN übermittelt werden. Insbesondere empfängt die RX-Einheit **110** einen CTS-Block, der von der Zielstation in Reaktion auf einen RTS-Block gesendet wird, um die angeforderte Sendereservierung für das Übertragen des Datenblocks oder der Datenfragmente, die auf dem RTS-Block folgen, zu bestätigen. Ferner empfängt die RTS-Einheit **110** einen ACK-Block, der von der Zielstation gesendet wird, um zu bestätigen, dass der gesendete Datenblock oder das Datenfragment empfangen ist.

[0058] Die RX-Einheit **110** versorgt die Datenverarbeitungseinheit **102** mit einer Angabe, dass der CTS-Block und/oder der ACK-Block empfangen ist. Auf der Grundlage dieser Angabe bestimmt die Datenverarbeitungseinheit **102** den Status der aktuellen Übertragung (TX-Status) und den Status der aktuellen Medienreservierung (Medienreservierungsstatus).

[0059] Wenn beispielsweise der CTS-Block empfangen wird, schließt die Datenverarbeitungseinheit **102**, dass die Medienreservierung bereitgestellt ist. Folglich wird die Übertragung des Datenblocks oder des Datenfragments, das auf den RTS-Block folgt, initiiert. Der Empfang des ACK-Blocks informiert die Datenverarbeitungseinheit **102**, dass der übertragene Datenblock oder das Datenfragment von der Zielstation empfangen wird.

[0060] Eine Überwachungs- und Einstelleinheit **112** empfängt Information über den TX-Status und den Medienreservierungsstatus von der Datenverarbeitungseinheit **102** und bestimmt dynamisch eingestellte Werte von RTS/CTS-Schwellwerten und dem Fragmentierungsschwellwert. Insbesondere überwacht die Einheit **112** die Datenübertragung zu jeder von n + 1 Zieladressen in dem WLAN, um DA (0 ... n)_RTS_Schwellwerte und DA (0 ... n)_Frag_Schwellwerte zu berechnen, die entsprechend dynamisch eingestellte RTS/CTS- und Fragmentierungsschwellwerte für jede Zieladresse in dem WLAN repräsentieren.

[0061] Über n + 1 Leitungen werden die DA (0 ... n)_RTS_Schwellwerte zu der TX-Warteschlangeneinheit **104** übertragen, um eine Priorität für die Datenübertragung zu erstellen und zu der TX-Einheit **108** übertragen, um den RTS/CTS-Austauschmechanismus zu aktivieren, wenn die Länge eines Datenblocks, der auf die Übertragung zu einer Zieladresse wartet, den eingestellten RTS/CTS-Schwellwertpegel für diese Zieladresse übersteigt. Wie nachfolgend erläutert ist, wird ein separter RTS/CTS-Schwellwertpegel für jede Zieladresse bestimmt, um zu verhindern, dass eine Zieladresse, die außerhalb der Reichweite liegt, eine falsche Erscheinungsform hervorruft derart, dass das WLAN mit konkurrierenden Stationen gefüllt ist. Ferner liefert die Überwachungs- und Einstelleinheit **102** einen STA_RTS_Schwellwert an die TX-Warteschlangenheit **104** und die TX-Einheit **108**, der einer gemittelten eingestellten RTS-CTS-Schwellwertpegel für das WLAN als ganzes repräsentiert.

[0062] Die DA (0 ... n)_Frag_Schwellwerte, die von der Überwachungs- und Einstelleinheit **112** berechnet werden, werden über n + 1 Leitungen der TX-Warteschlangeneinheit **104** zum Erstellen einer Priorität für die Datenübertragung und der TX-Fragmentierungseinheit **106** zum Fragmentieren eines Datenblocks, der zu einer Zieladresse zu übertragen ist, zugeführt, wenn die Länge des Datenblocks den eingestellten Fragmentierungsschwellwertpegel für diese Zieladresse übersteigt. Ferner erhalten die TX-Warteschlangeneinheit **104** und die TX-Fragmentierungseinheit **106** einen STA_Frag_Schwellwert, der einen mittleren eingestellten Fragmentierungschwellwert für das WLAN als ganzes repräsentiert.

[0063] Die Funktionsweise der Überwachungs- und Einstelleinheit **111** ist wie folgt. Gemäß Fig. 7 wird für jeden zu übertragenen Block der Schritt **302** ausgeführt, um zu bestimmen, ob der Block für die Übertragung bereit ist. Wenn dies der Fall ist, wird die Übertragung des Blocks im Schritt **304** initiiert und im Schritt **306** ausgeführt.

[0064] Die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** prüft die TX-Statusinformation für den übertragenen Block, um zu bestimmen, ob die Übertragung vollständig ist (Schritt **308**). Wenn die Übertragung des Blockes abgeschlossen ist, bestimmt die Einheit **112**, ob eine Bestätigung von der Zielstation erwartet wird (Schritt **310**). Wenn nicht, geht die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** zur Überwachung des nächstes Blockes, der zu senden ist, weiter.

[0065] Wenn die Bestätigung erwartet wird, überprüft die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** die Information über den Medienreservierungsstatus für den übertragenen Block, um zu prüfen, ob die Übertragung dieses Blockes durch eine bestehende anhängige Sendereservierung geschützt war (Schritt **312**). Wenn ein RTS-Block oder ein Datenblock ohne eine bestehende anhängige Sendereservierung übertragen wurde und keine CTS-Antwortblock oder ACK-Antwortblock empfangen wurde, ist es sehr wahrscheinlich, dass eine Kollision stattfand. Es ist auch möglich, dass ein durch Rauschen hervorgerufener Bitfehler auftrat, wobei dies jedoch weniger wahrscheinlich ist auf Grund der relativ kleinen Größe der übertragenen Blöcke.

[0066] Somit kann der Fehlversuch zum Empfangen eines Antwortblockes für Übertragungsversuche, die nicht durch eine Sendereservierung geschützt sind, als durch eine Medienkonkurenzsituation hervorgerufen angenommen werden, wenn zwei oder mehr Stationen in dem WLAN-Versuchen, Daten gleichzeitig zu übertragen. Folglich überwacht die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** das Auftreten von Sendeversuchen, die nicht durch eine Sendereservierung geschützt sind, und speichert bzw. bewahrt die Anzahl derartiger Versuche als eine Anzahl konkurrierender Versuche. Die Anzahl der Fehlversuche, einen CTS-Block oder ACK-Block in Reaktion auf derartige Versuche zu empfangen, wird als eine Anzahl „konkurrierender Fehlerversuche" bewahrt.

[0067] Es werden separate Zahlen „DA_konkurrierende Fehlversuche" für jede Zieladresse bewahrt, um die Anzahl an Versuchen anzugeben, die zum Übertragen eines Blockes ohne eine Sendereservierung zu einer speziellen Station in dem WLAN durchgeführt wurden. Des weiteren zählt die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** die Anzahl an Fehlversuchen, einen CTS-Block oder ACK-Block von einer speziellen Station in Reaktion auf derartige ungeschützte Übertragungsversuche zu empfangen, um damit separate Zahlen „DA_konkurrierende Fehlversuche" für jede Zieladresse zu bewahren.

[0068] Auf der Grundlage der Zahlenwerte für „DA_konkurrierende Versuche" und der Zahlenwerte „DA_konkurrierende Fehlversuche" berechnet die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** die mittlere Anzahl an Versuchen, die Daten ohne Sendereservierung zu jeder Station in dem WLAN zu übertragen,

und die mittlere Anzahl an Fehlversuchen, einen Antwortblock von jeder Station in dem WLAN zu empfangen, nachdem derartige ungeschützte Übertragungsversuche unternommen wurden. Eine Anzahl von „STA_konkurrierenden Versuchen" und eine Anzahl von „STA_konkurrierenden Fehlversuchen" werden entsprechend bewahrt, um die mittlere Anzahl der ungeschützten Übertragungsversuche und die mittlere Anzahl der Fehlversuche zum Empfangen eines Antwortblockes nach dem ungeschützten Übertragungsversuchen für das WLAN als ganzes anzugeben.

[0069] Wenn der Schritt **312** angibt, dass der Block ohne eine bestehende anhängige Sendereservierung übertragen wurde, erhöht die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** den Zahlenwert für „DA_konkurrierende Versuche" für die Zieladresse des Blockes und modifiziert die Anzahl „STA_konkurrierende Versuche" im Hinblick auf diese Erhöhung (Schritt **314**).

[0070] Danach wird der Schritt **316** ausgeführt, um zu bestimmen, ob eine Bestätigung in Reaktion auf den übertragenen Block empfangen wurde oder nicht. Wenn eine Bestätigung erkannt wird, kehrt das System zum Schritt **302** zurück, um den nächst zu sendenden Block zu überwachen. Wenn kein ACK-Block oder CTS-Block in Reaktion auf den gesendeten Block empfangen wird, erhöht die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** den Zahlenwert „DA_konkurrierende Fehlversuche" für die Zieladresse des Blockes und modifiziert den Zahlenwert „STA_konkurrierende Fehlversuche" im Hinblick auf diese Erhöhung (Schritt **318**).

[0071] Die Anzahl der Kollisionen, die während des ungeschützten Übertragungsversuch angetroffen werden, ist ein wichtiger Faktor beim Bestimmen, ob es effizient ist oder nicht, den RTS/CTS-Austauschmechanismus anzuwenden. Der Zahlenwert „DA_konkurrierende Versuche" und der Zahlenwert „DA_konkurrierende Fehlversuche", die in den Schritten **314** und **318** erzeugt wurden, werden verwendet, um die aktuelle Bandbreitenauslastung der Station entsprechend der Zieladresse des übertragenen Blocks abzuschätzen.

[0072] Das Verhältnis des Zahlenwerts „DA_konkurrierende Fehlversuche", der im Schritt **318** erhöht wurde, zu dem Zahlenwert „DA_konkurrierende Versuche", der im Schritt **314** erhöht wurde, ist proportional zu einer Einstellung, die an den bestehenden RTS/CTS-Schwellwertpegel für eine gegebene Zieladresse durchgeführt werden sollte, um diesen Pegel entsprechend der aktuellen Bandbreitenauslastung der Station entsprechend dieser Zieladresse zu modifizieren. Auf der Grundlage dieses Verhältnisses stellt die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** den aktuellen RTS/CTS-Schwellwertpegel für die Zieladresse des gesendeten Blockes ein und erzeugt einen eingestellten RTS/CTS-Schwellwertpegel „DA(i)_RTS_Schwellwert" für diese Zieladresse, wobei $0 \geq i \geq n$ für $n + 1$ Zieladressen in dem WLAN ist.

[0073] Der eingestellte Wert „DA(i)_RTS_Schwellwert" wird der TX-Warteschlangeneinheit **104** zugeführt, um eine Priorität für die Datenübertragung zu erstellen, und wird auch der TX-Einheit **108** zugeführt, um zu bestimmen, ob der RTS/CTS-Austauschmechanismus für eine gegebene Zieladresse aktiviert werden sollte oder nicht. Folglich kann der RTS/CTS-Austauschmechanimus für die Blockübertragung zu jeder Zieladresse des WLAN's dynamisch aktiviert und deaktiviert werden entsprechend der aktuellen Bandbreitenauslastung der Station, die der Zieladresse entspricht.

[0074] Der Zahlenwert „STA_konkurrierernde Versuche" und der Zahlenwert „STA_konkurrierende Fehlversuche", die in den Schritten **314** und **318** erzeugt werden, werden verwendet, um die aktuelle Bandbreitenauslastung des WLAN's als ganzes abzuschätzen. Ein Verhältnis des Zahlenwerts „STA_konkurrierende Fehlversuche" zu dem Zahlenwert „STA_konkurrierende Versuche" kann verwendet werden, um den mittleren RTS/CTS-Schwellwertpegel (STA_RTS_Schwellwert) zu erzeugen, der gemäß der aktuellen Bandbreiteauslastung des WLAN eingestellt ist. Der eingestellte Wert „STA_RTS_Schwellwert" wird der TX-Warteschlangeneinheit **104** und der TX-Einheit **108** zusammen mit den erzeugten Werten „DA (0 ... n)_RTS_Schwellwert" für jede Zieladresse zugeführt.

[0075] Die TX-Warteschlangeneinheit **104** vergleicht jeden der Werte „DA (0 ... n)_RTS_Schwellwert" mit dem mittleren Wert „STA_RTS_Schwellwert" für das WLAN, um zu bestimmen, ob die abgeschätzte Bandbreitenauslastung für eine gegebene Zieladresse unter oder über dem mittleren Wert für das WLAN liegt. Wenn die Bandbreitenauslastung einer Zieladresse deutlich über dem Durchschnitt liegt, bestimmt die TX-Warteschlangeneinheit **104**, dass die Zieladresse in einem gestörten Empfangsbereich oder außerhalb des Bereichs der Sendestation liegt. Folglich kann die Priorität von Blöcken, die zu dieser Zielstation zu senden sind, im Vergleich zu der Priorität von Blöcken, die zu Zielstationen mit einer geringer geschätzten Bandbreitenauslastung zu übertragen sind, reduziert werden. Die Werte „DA (0 ... n)_RTS_Schwellwert" für unterschiedliche Zieladressen können in der Reihenfolge ihrer Zahlenwerte bewahrt werden.

[0076] Somit können die Blöcke, die zu den diversen Stationen in dem WLAN übertragen werden, dynamisch zugewiesene Prioritäten entsprechend den aktuellen Bandbreitenauslastungen der Stationen er-

halten.

[0077] Alternativ können die Zahlenwerte „DA_konkurrierende Fehlversuche" und „STA_konkurrierende Fehlversuche" durch Zahlenwerte „DA_konkurrierende erfolgreiche Versuche" und „STA_konkurrierende erfolgreiche Versuche" ersetzt werden, um die Anzahl der erfolgreichen Übertragungsversuche, die ohne Sendereservierung für jede Zieladresse und für das Fehlen als ganzes ausgeführt wurden, anzugeben. In diesem Falle wird der Zahlenwert „DA_konkurrierende erfolgreiche Versuche" erhöht, wenn eine Bestätigung empfangen wird.

[0078] Wenn das WLAN ohne einen RTS/CTS-Austauschmechanismus arbeitet, aber ein Datenfragmentierungsschema einsetzt, wird der eingestellte RTS/CTS-Schwellwert, der von der Überwachungs- und Einstelleinheit **112** erzeugt wird, der TX-Fragmentierungseinheit **106** zugeführt, um die Datenfragmentierung zu steuern.

[0079] Wenn ein Block mit einer bestehenden anhängigen Sendereservierung, die durch einen CTS- oder einen ACK-Block bestätigt wird, übertragen wird, und kein ACK-Block in Reaktion auf den übertragenen Block empfangen wird, kann eine sendende Station annehmen, dass der Übertragungsfehler auf Grund eines Bitfehlers auftrat. Die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** zählt die Anzahl der Übertragungsversuche (BER_Versuche), die durch eine bestehende anhängige Sendereservierung für jede Zieladresse geschützt sind, und bewahrt diese Anzahl als einen Zahlenwert „DA_BER_Versuche". Ferner zählt die Einheit **112** die Anzahl der Fehlversuche, einen Antwortblick von jeder Zieladresse zu empfangen, nachdem der ungeschützte Block übertragen wurde, und bewahrt diese Anzahl als einen Zahlenwert „DA_BER_Fehlversuche".

[0080] Die Bitfehlerrate für eine Zieladresse gibt das Signal/Rauschen-Verhältnis für den Kommunikationsweg zwischen der sendenden Station und der Station, die der Zieladresse entspricht, wieder. Da das Signal/Rauschen-Verhältnis für einen vorliegenden Kommunikationsweg in dem WLAN deutlich von diesem Verhältnis für einen anderen Kommunikationsweg in dem WLAN abweichen kann, werden separate Zahlenwerte „DA_BER_Versuche" und „DA_BER_Fehlversuche" für jede Zieladresse bewahrt.

[0081] Auf der Grundlage der Zahlenwerte „DA_BER_Versuche" und „DA_BER_Fehlversuche" kann die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** die mittlere Anzahl an Versuchen berechnen, Blöcke, die durch eine anhängige Reservierung geschützt sind, zu jeder Station in dem WLAN zu senden, und kann die mittlere Anzahl an Fehlversuchen berechnen, einen Antwortblock von jeder Station in dem WLAN zu empfangen, nachdem derartige geschützte Übertragungsversuche erfolgt sind. Ein Zahlenwert „STA_BER_Versuche" und ein Zahlenwert „STA_BER_Fehlversuche" werden entsprechend bewahrt, um die mittlere Anzahl der geschützten Übertragungsversuche und die mittlere Anzahl der Fehlversuche zum Empfangen eines Antwortblockes nach den geschützten Übertragungsversuchen für das WLAN als ganzes anzugeben.

[0082] Wenn der Schritt **312** angibt, dass der Block mit einer bestehenden anhängigen Sendereservierung übertragen wurde, erhöht die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** den Zahlenwert „DA_BER_Versuche" für die Zieladresse des Blockes und modifiziert den Zahlenwert „STA_BER_Versuche" im Hinblick auf dieses Erhöhen der vorhergehende Zahl (Schritt **320**).

[0083] Danach wird der Schritt **322** ausgeführt, um zu bestimmen, ob eine Bestätigung in Reaktion auf den gesendeten Block erhalten wird oder nicht. Wenn eine Bestätigung erkannt wird, kehrt das System zum Schritt **302** zurück, um das Senden des nächsten Blockes zu überwachen. Wenn kein ACK-Block in Reaktion auf den gesendeten Block empfangen wird, erhöht die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** den Zahlenwert „DA_BER_Fehlversuche" für die Zieladresse des Blockes und modifiziert den Zahlenwert „STA_BER_Fehlversuche" im Hinblick auf die Erhöhung des vorhergehenden Zahlenwerts (Schritt **324**).

[0084] Die Zahlenwerte „DA_BER_Versuche" und „DA_BER_Fehlversuche" für eine gegebene Zieladresse geben eine Bitfehlerrate für den Ausbreitungsweg zwischen der sendenden Station und der Station, die der Zieladresse entspricht, an. Diese Bitfehlerrate gibt eine Abschätzung über die Qualität des Ausbreitungswegs zwischen diesen Stationen an.

[0085] Die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** berechnet ein Verhältnis dieses Zahlenwertes „DA_BER_Fehlversuche", der im Schritt **324** erhöht wurde, zu dem Zahlenwert „DA_BER_Versuche", der im Schritt **320** erhöht wurde, um eine Einstellung zu bestimmen, die an dem bestehenden Fragmentierungsschwellwertpegel für eine gegebene Zieladresse durchgeführt werden sollte, um den Fragmentierungsschwellwertpegel gemäß der aktuellen Bitfehlerrate zwischen der Sendestation und der Station zu modifizieren, die dieser Zieladresse entspricht. Auf der Grundlage dieses Verhältnisses stellt die Überwachungs- und Einstelleinheit **112** den aktuellen Fragmentierungsschwellwertpegel für die Zieladresse des gesendeten Rahmens ein und erzeugt einen eingestellten Fragmentierungsschwellwertpegel „DA(i)_Frag_Schwellwert" für diese Zieladresse, wobei $0 \geq i \geq n$ für $n + 1$ Zieladressen in dem WLAN ist.

[0086] Der eingestellte Wert „DA(i)_Frag_Schwellwert" wird der TX-Warteschlangeneinheit **104** zum Erzeugen einer Priorität für die Datenübertragung und der TX-Fragmentierungseinheit **106** zugeführt, um zu bestimmen, ob der Fragmentierungsmechanismus für eine gegebene Zieladresse aktiviert werden soll. Folglich kann der Fragmentierungsmechanismus für eine Blockübertragung zu jeder Zieladresse des WLAN's dynamisch aktiviert und deaktiviert werden gemäß der aktuellen Bitfehlerrate zwischen der sendenden Station und der Station, die der Zieladresse entspricht.

[0087] Der Zahlenwert „STA_BER_Versuche" und der Zahlenwert „STA_BER_Fehlversuche", die in den Schritten **320** bzw. **324** erzeugt werden, werden verwendet, um die aktuelle Bitfehlerrate des WLAN's als ganzes abzuschätzen. Ein Verhältnis des Zahlenwerts „STA_konkurrierende Fehlversuche" zu dem Zahlenwert „DA_konkurrierende Versuche" kann verwendet werden, um den mittleren Fragmentierungsschwellwertpegel „STA_Frag_Schwellwert", der gemäß der aktuellen Bitfehlerrates des WLAN's eingestellt ist, zu erzeugen. Der eingestellte Wert „STA_BER_Schwellwert" wird der TX-Warteschlangeneinheit **104** und der TX-Fragmentierungseinheit **106** zusammen mit dem erzeugten Werten „DA (0 ... n)_Frag_Schwellwert" für jede Zieladresse zugeführt.

[0088] Die TX-Warteschlangeneinheit **104** vergleicht jeden der Werte „DA (0 ... n)_BER_Schwellwert" mit dem mittleren Wert „STA_BER_Schwellwert" für das WLAN, um zu bestimmen, ob die abgeschätzte Bifehlerrate für eine gegebene Zieladresse unter oder über dem Mittelwert für das WLAN liegt. Wenn die Bitfehlerrate für eine Zielstation deutlich über dem Mittelwert liegt, nimmt die TX-Warteschlangeneinheit **104** an, dass das Signal/Rauschen-Verhältnis für den Kommunikationsweg zwischen der sendenden Station und der Zielstation wesentlich geringer ist als der Mittelwert. Folglich kann die Priorität von Blöcken, die zu dieser Zielstation zu übermitteln sind, im Vergleich zu der Priorität von Blöcken, die zu Zielstationen zu übermitteln sind, die ein höheres Signal/Rauschen-Verhältnis besitzen, verringert werden. Die Zahlenwerte „DA (0 ... n)_Frag_Schwellwert" für unterschiedliche Zieladressen können in der Reihenfolge ihrer Zahlenwerte bewahrt werden.

[0089] Somit können die Blöcke, die zu den diversen Stationen in dem WLAN zu übermitteln sind, dynamisch mit Prioritäten gemäß den aktuellen Bitfehlerraten für die Stationen belegt werden.

[0090] Alternativ können die Zahlenwerte „DA_BER_Fehlversuche" und „STA_BER_Fehlversuche" durch die Zahlenwerte „DA_BER_erfolgreiche Versuche" und „STA_BER_erfolgreiche Versuche" ersetzt werden, um die Anzahl der erfolgreichen Übertragungsversuche anzugeben, die unter Anwendung einer Sendereservierung für jede Zieladresse und für das WLAN als ganzes durchgeführt wurden. In diesem Falle wird der Zahlenwert „DA_BER_erfolgreicher Versuch" erhöht, wenn eine Bestätigung empfangen wird.

[0091] Es wird somit ein System und ein Verfahren beschrieben, um das Leistungsverhalten eines WLAN's zu überwachen und dynamisch seine Betriebsparameter entsprechend den aktuellen Bedingungen einzustellen. Jede Station in dem WLAN überwacht jeden gesendeten Block, um zu bestimmen, ob die Blockübertragung durch eine bestehende anhängige Sendereservierung geschützt war. Wenn ein Block ohne eine Sendereservierung übertragen wird und kein Antwortblock empfangen wird, nimmt die Station an, dass die Übertragung auf Grund der Konkurrenzsituation fehlgeschlagen ist, und überwacht die Anzahl der konkurrierenden Versuche, die zum Senden jedes Blockes durchgeführt wird, und überwacht die Anzahl an Fehlversuchen, eine Bestätigung zu empfangen. Auf der Grundlage dieser Information stellt die Station dynamisch einen RTS-CTS-Schwellwert ein, der verwendet wird, um zu bestimmen, ob ein RTS/CTS-Austauschmechanismus aktiviert werden sollte oder nicht. Wenn ein Block während eines Zeitintervalls übertragen wird, das durch eine anhängige Sendereservierung geschützt ist, und es wird kein Antwortblock empfangen, nimmt die Station an, dass die Übertragung auf Grund eines Bitfehlers fehlgeschlagen ist, und überwacht die Anzahl der Bitfehlerraten- (BER) Versuche, die zum Übertragen jedes Blockes durchgeführt wurden, und überwacht die Anzahl an BER-Fehlversuchen, eine Bestätigung zu empfangen. Auf der Grundlage dieser Information stellt die Station dynamisch einen Fragmentierungsschwellwert ein, der verwendet wird, um zu bestimmen, ob ein Datenblockfragmentierungsmechanismus aktiviert werden sollte oder nicht.

Patentansprüche

1. Steuerung für ein drahtloses Nahbereichsnetzwerk WLAN mit:
einer Datenverarbeitungseinheit (**102**), die in einer Sendestation für die Bereitstellung von zu einer Zielstation zu sendenden Datenblöcken und zum Empfangen von Bestätigungen, dass die Datenblöcke in der Zielstation empfangen wurden, angeordnet ist;
einer Steuereinheit (**112**), die ausgebildet ist, auf die Datenverarbeitungseinheit zu reagieren, um die Anzahl der Versuche, die zum Senden jedes Datenblocks unternommen wurden, und die Anzahl an Fehlversuchen zum Empfangen einer Bestätigung in Reaktion auf das Übertragen des Datenblocks zu überwachen, um Übertragszeitreservierungsanforderungen, die zu der Zielstation gesendet werden, dynamisch zu steuern,

wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, auf die Datenverarbeitungseinheit zu reagieren, um eine Unterteilung von Datenblöcken, die zu der Zielstation gesendet werden, dynamisch zu steuern, und ferner ausgebildet ist, auf die Datenverarbeitungseinheit zu reagieren, um zu bestimmen, ob eine Übertragungszeitreservierung für das Senden jedes der Datenblöcke vorliegt; und

dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ferner ausgebildet ist, einen Schwellwertpegel für die Unterteilung der zu der Zielstation übertragenen Datenblöcke auf der Grundlage der Anzahl der zum Senden eines Datenblocks zu der Zielstation unternommenen Versuche und der Anzahl an Fehlversuchen für das Empfangen einer Bestätigung dynamisch einzustellen, wenn die Übertragungszeitreservierung für das Senden des Datenblocks bereitgestellt ist.

2. Steuerung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, einen Schwellwertpegel für das Übertragen der Übertragungszeitreservierungsanforderungen an die Zielstation auf der Grundlage der Anzahl der zum Senden eines Datenblocks zu der Zielstation unternommenen Versuche und der Anzahl an Fehlversuchen zum Empfangen einer Bestätigung dynamisch einzustellen, wenn die Übertragungszeitreservierung für das Übertragen des Datenblocks nicht bereitgestellt ist.

3. Steuerung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, die mittlere Anzahl an Versuchen, die zum Übertragen der Datenblöcke zu den Zielstationen unternommen wurden, und die mittlere Anzahl an Fehlversuchen für das Empfangen einer Bestätigung für das WLAN zu bestimmen, um damit eine Abweichung von Betriebsbedingungen für jede der Zielstationen von gemittelten Betriebsbedingungen für das WLAN zu bestimmen.

4. Steuerung nach Anspruch 3, die ferner eine Warteschlangeneinheit (**104**) aufweist, die ausgebildet ist, auf die Steuereinheit zu reagieren, um Prioritäten der zu der Zielstation gesendeten Datenblöcke entsprechend der Abweichung der Betriebsbedingungen der Zielstation von gemittelten Betriebsbedingungen für das WLAN zu steuern.

5. Verfahren zum dynamischen Einstellen von Betriebsparametern eines WLAN's mit den Schritten:
Überwachen der Übertragung jedes Datenblocks zu Zielstationen in dem WLAN,
Überprüfen (**312**), ob eine Übertragungszeitreservierung zum Schutz der Übertragung jedes Datenblocks erhalten wird,
Überwachen (**322**, **316**), ob eine Bestätigung in Reaktion auf jeden übertragenen Datenblock empfangen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass für jede Zieladresse des WLAN's eine Anzahl (**314**) von konkurrierenden Versuchen, die die Anzahl an Versuchen zum Übertragen des Datenblocks zu jeder Zielstation, wenn keine Übertragungszeitreservierung verfügbar ist, angibt, bewahrt wird,
für jede Zieladresse des WLAN's eine Anzahl an konkurrierenden Fehlversuchen, die die Anzahl an Fehlversuchen zum Empfangen der Bestätigung angibt, wenn keine Übertragungszeitreservierung verfügbar ist, bewahrt wird,
für jede Zieladresse des WLAN's ein Übertragungszeitreservierungsschwellwertpegel zum Übertragen einer Übertragungszeitreservierungsanforderung vor einem Datenblock erzeugt wird, wenn ein Parameter des Datenblocks den Übertragungszeitreservierungsschwellwertpegel übersteigt,
die Anzahl an konkurrierenden Versuchen für eine erste Zieladresse jedes mal erhöht wird, wenn ein durch die Übertragungszeitreservierung nicht geschützter Datenblock zu einer ersten Zielstation entsprechend der ersten Zieladresse übertragen wird,
die Zahl der konkurrierenden Fehlversuche für die erste Zieladresse jedes mal erhöht wird, wenn keine Bestätigung in Reaktion auf den ungeschützten Datenblock empfangen wird, und
für die erste Zieladresse der Übertragungszeitreservierungsschwellwertpegel entsprechend dem Verhältnis der erhöhten Anzahl der konkurrierenden Fehlversuche und der erhöhten Anzahl der konkurrierenden Versuche eingestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, das ferner die Schritte umfasst:
für jede Zieladresse des WLAN's Bewahren einer Anzahl an geschützten Versuchen, die die Anzahl an Versuchen zum Übertragen des Datenblocks zu jeder Zieladresse angibt, wenn die Übertragungszeitreservierung verfügbar ist,
für jede Zieladresse des WLAN's Bewahren einer Anzahl an geschützten Fehlversuchen, die die Anzahl an Fehlversuchen zum Empfangen der Bestätigung angibt, wenn die Übertragungszeitreservierung verfügbar ist,
für jede Zieladresse des WLAN's Erzeugen eines Unterteilungsschwellwertpegels zum Unterteilen eines Datenblocks, wenn ein Parameter des Datenblocks den Unterteilungsschwellwertpegel übersteigt,
Erhöhen der Anzahl der geschützten Versuche für die erste Zieladresse jedes mal, wenn ein durch die Übertragungszeitreservierung geschützter Datenblock zu der ersten Zielstation entsprechend der ersten Zieladresse übertragen wird,
Erhöhen der Anzahl der geschützten Fehlversuche für die erste Zieladresse jedes mal, wenn keine Bestätigung in Reaktion auf den geschützten Datenblock empfangen wird, und
Einstellen des Unterteilungsschwellwertpegels zum Bereitstellen einer Unterteilung an Datenblöcken, die zu der ersten Zielstation zu übertragen sind, entsprechend dem Verhältnis der erhöhten Anzahl der geschützten Fehlversuche und der erhöhten Anzahl der

geschützten Versuche.

7. Verfahren nach Anspruch 6, das ferner die Schritte umfasst:
Bestimmen einer mittleren Anzahl an konkurrierenden Versuchen und einer mittleren Anzahl an konkurrierenden Fehlversuchen für das WLAN;
Modifizieren der mittleren Anzahl an konkurrierenden Versuchen und konkurrierenden Fehlversuchen auf der Grundlage der erhöhten Anzahlen an konkurrierenden Versuchen und konkurrierenden Fehlversuchen, und
Einstellen eines mittleren Übertragungszeitreservierungsschwellwertspegels für das WLAN entsprechende dem Verhältnis der modifizierten mittleren Anzahl an konkurrierenden Fehlversuchen und der modifizierten mittleren Anzahl an konkurrierenden Versuchen.

8. Verfahren nach Anspruch 7, das ferner den Schritt umfasst: Vergleichen des eingestellten Übertragungszeitreservierungsschwellwertpegels für die erste Zieladresse mit dem eingestellten mittleren Übertragungszeitreservierungsschwellwertpegel, um die Priorität eines Datenblocks zu steuern, der zu der ersten Zielstation zu senden ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, das ferner die Schritte umfasst:
Bestimmen einer mittleren Anzahl angeschützten Versuchen und einer mittleren Anzahl an geschützten Fehlversuchen für das WLAN,
Modifizieren der mittleren Anzahlen der geschützten Versuche und geschützten Fehlversuche auf der Grundlage der erhöhten Anzahlen geschützter Versuche und geschützter Fehlversuche, und
Einstellen eines mittleren Unterteilungsschwellwertspegels für das WLAN entsprechend dem Verhältnis der modifizierten mittleren Anzahl an geschützten Fehlversuchen und der modifizierten mittleren Anzahl an geschützten Versuchen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, das ferner den Schritt umfasst: Vergleichen des eingestellten Unterteilungsschwellwertspegels für die erste Zieladresse mit dem eingestellten mittleren Unterteilungsschwellwertpegel, um eine Priorität eines Datenblocks zu steuern, der zu der ersten Zielstation zu senden ist.

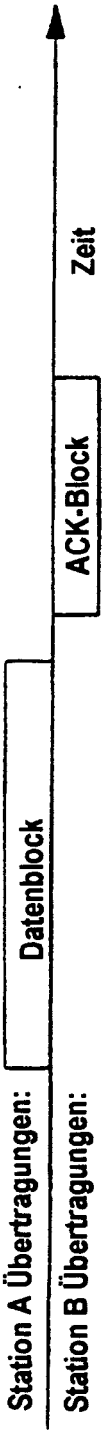
11. Steuerung nach Anspruch 1, die ferner umfasst:
für eine erste Zieladresse eine Einrichtung zum Einstellen des Übertragungszeitreservierungsschwellwertpegels gemäß dem Verhältnis einer erhöhten Anzahl an konkurrierenden Fehlversuchen und einer erhöhten Anzahl an konkurrierenden Versuchen, und
eine erste Steuereinrichtung, die ausgebildet ist, auf die Einrichtung für die Anzahl der konkurrierenden Versuche und konkurrierenden Fehlversuche zu reagieren, um eine Unterteilung von Daten zu steuern, die zu den Zielstationen zu senden sind.

12. Steuerung nach Anspruch 11, die ferner umfasst:
eine Einrichtung, die ausgebildet ist, auf die Einrichtung zum Bestimmen und zum Überwachen zu reagieren, um eine Anzahl ungeschützter Versuche, die die Anzahl an Versuchen zum Senden der Datenblöcke zu der Zielstation angibt, wenn keine Übertragungszeitreservierung verfügbar ist, zu bewahren,
eine Einrichtung, die ausgebildet ist, auf die Einrichtung zum Bestimmen und Überwachen zu reagieren, um eine Anzahl ungeschützter Fehlversuche, die die Anzahl an Fehlversuchen zum Empfangen der Bestätigungen angibt, wenn keine Übertragungszeitreservierung verfügbar ist, zu bewahren, und
eine zweite Steuereinrichtung, die ausgebildet ist, auf die Einrichtung für die Anzahl der ungeschützten Versuche und ungeschützten Fehlversuche zu reagieren, um Übertragungszeitreservierungsanforderungen vor dem Senden der Daten zu den Zielstationen zu ermöglichen.

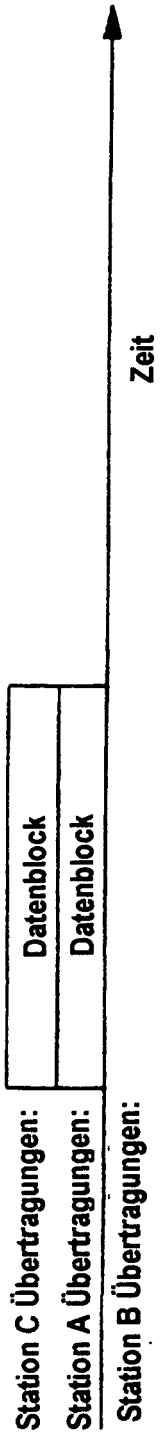
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

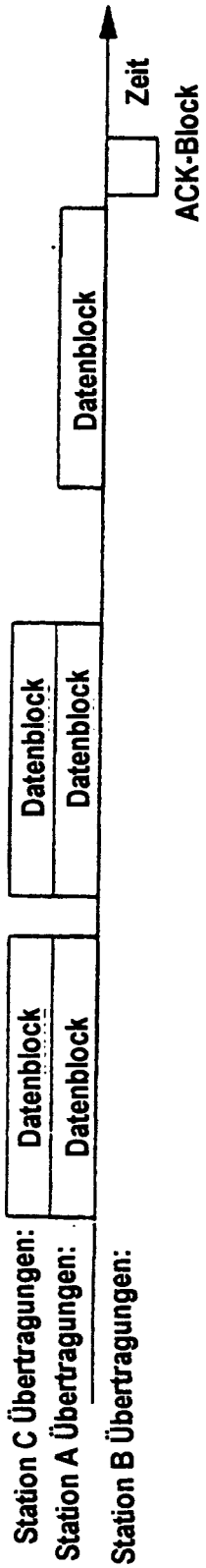
FIGUR 1



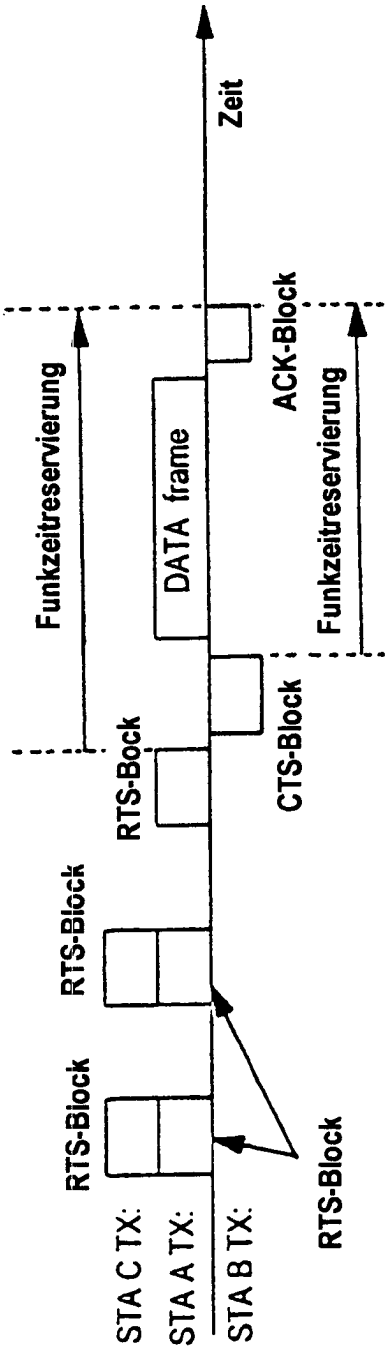
FIGUR 2



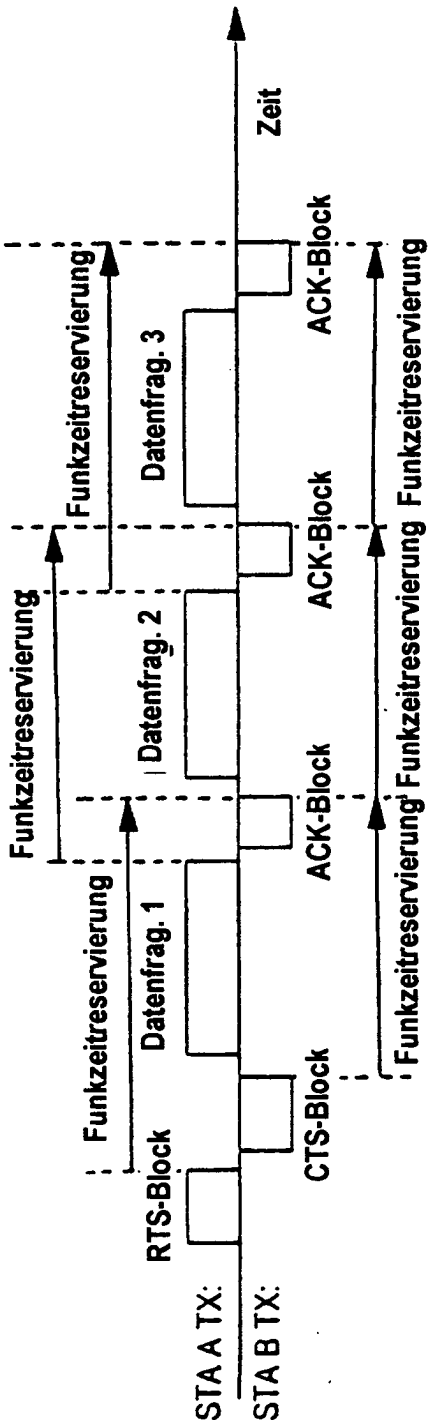
FIGUR 3



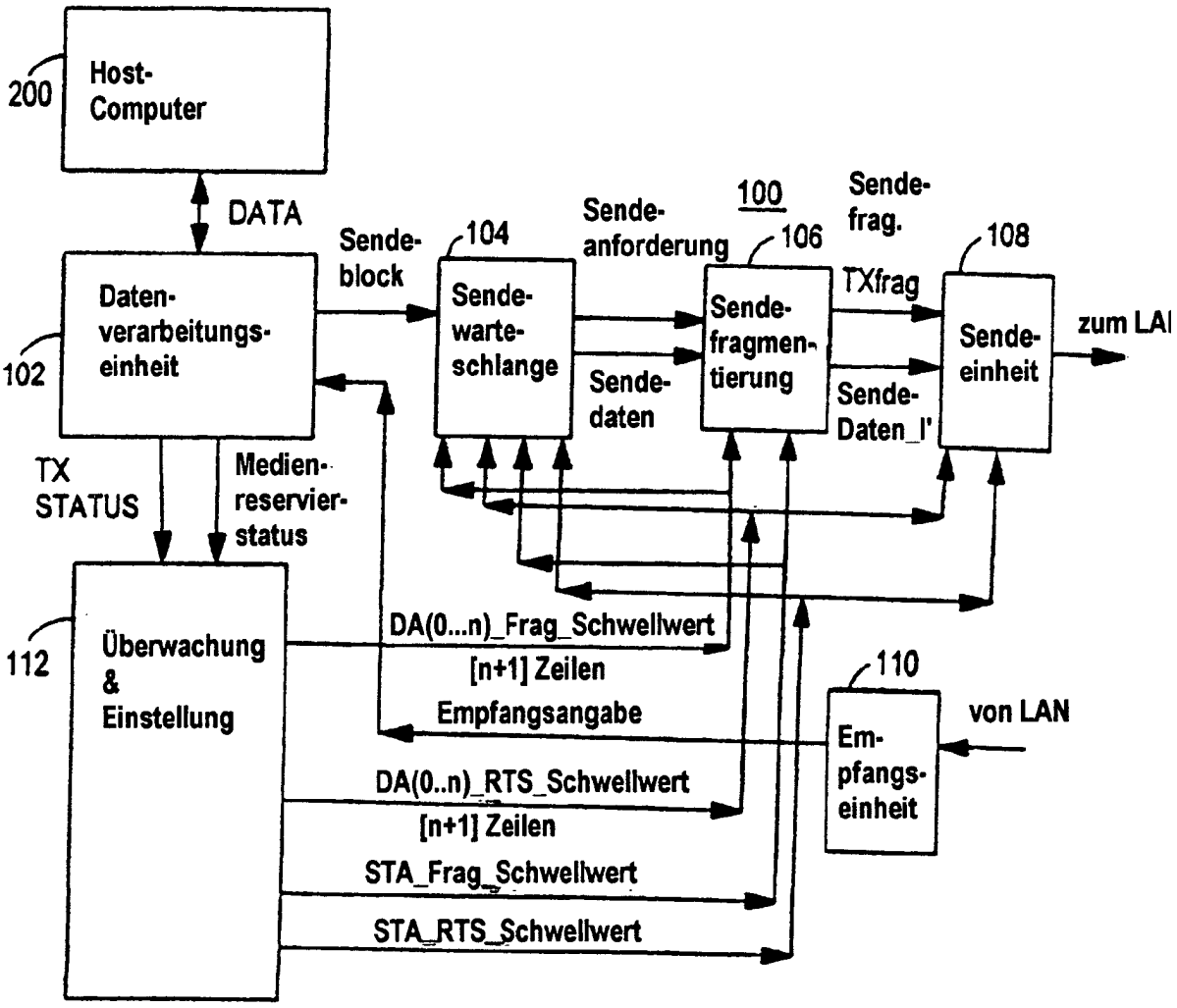
FIGUR 4



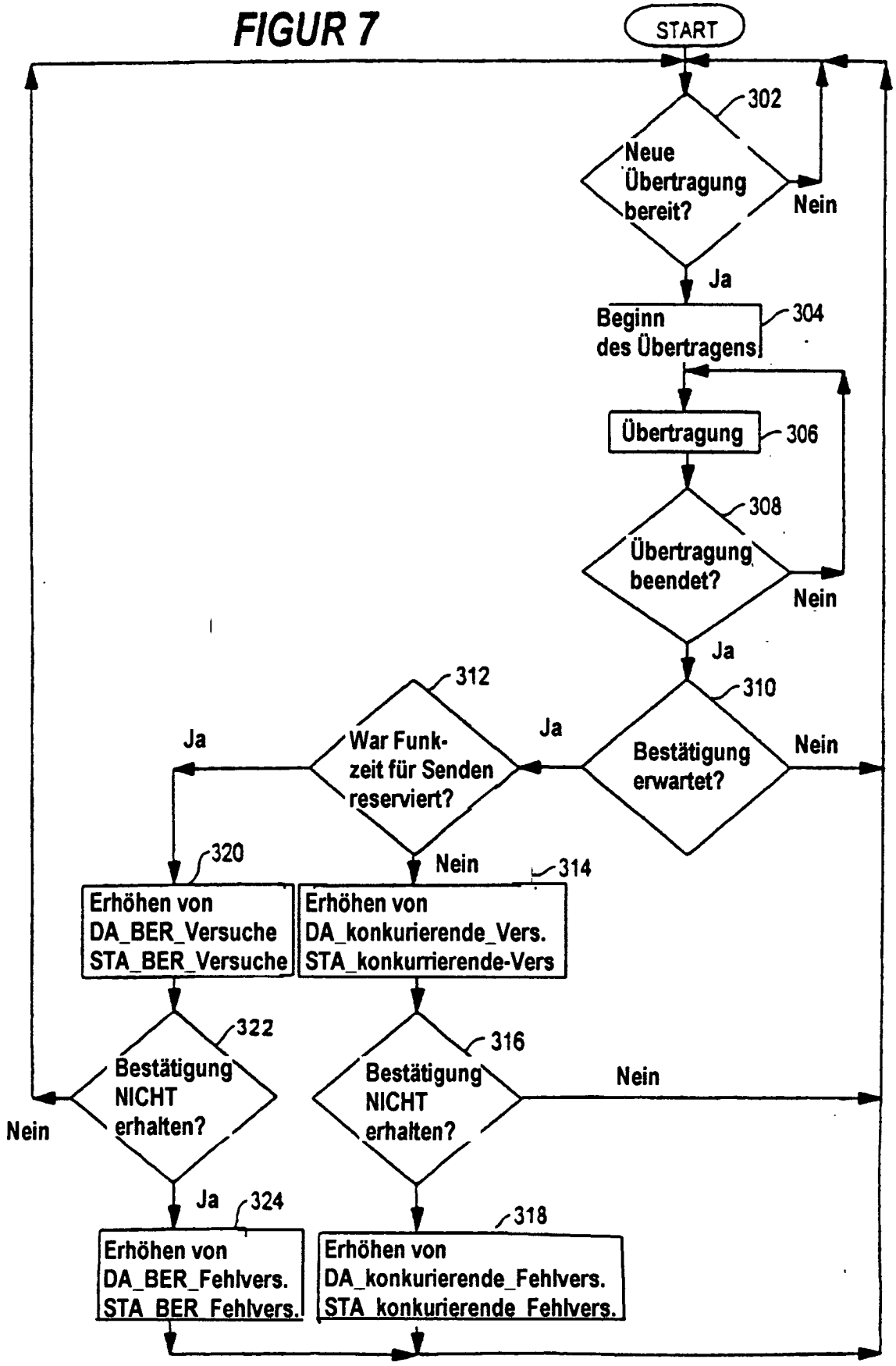
FIGUR 5



FIGUR 6


200
Host-Computer
DATA
102
Daten-verarbeitungs-einheit
TX STATUS
Medien-reservier-status
Sende-block
104
Sende-warte-schlange
100
Sende-anforderung
106
Sende-fragmen-tierung
Sende-frag.
TXfrag
Sende-Daten_I'
Sende-daten
108
Sende-einheit
zum LAI
112
Überwachung & Einstellung
DA(0...n)_Frag_Schwellwert
[n+1] Zeilen
Empfangsangabe
110
Em-pfangs-einheit
von LAN
DA(0..n)_RTS_Schwellwert
[n+1] Zeilen
STA_Frag_Schwellwert
STA_RTS_Schwellwert

FIGUR 7


START
302
Neue Übertragung bereit?
Nein
Ja
Beginn des Übertragens
304
Übertragung
306
308
Übertragung beendet?
Nein
Ja
310
Bestätigung erwartet?
Ja
312
War Funk-zeit für Senden reserviert?
Ja
Nein
Nein
320
Erhöhen von DA_BER_Versuche STA_BER_Versuche
314
Erhöhen von DA_konkurierende_Vers. STA_konkurrierende-Vers
322
Bestätigung NICHT erhalten?
Nein
316
Bestätigung NICHT erhalten?
Nein
Ja
324
Erhöhen von DA_BER_Fehlvers. STA_BER_Fehlvers.
318
Erhöhen von DA_konkurierende_Fehlvers. STA_konkurierende_Fehlvers.