



(11) **EP 1 768 070 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.03.2007 Patentblatt 2007/13**

(51) Int Cl.:  
**G07B 15/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06118632.6**

(22) Anmeldetag: **09.08.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Petroczi, Julius 1230, Wien (AT)**

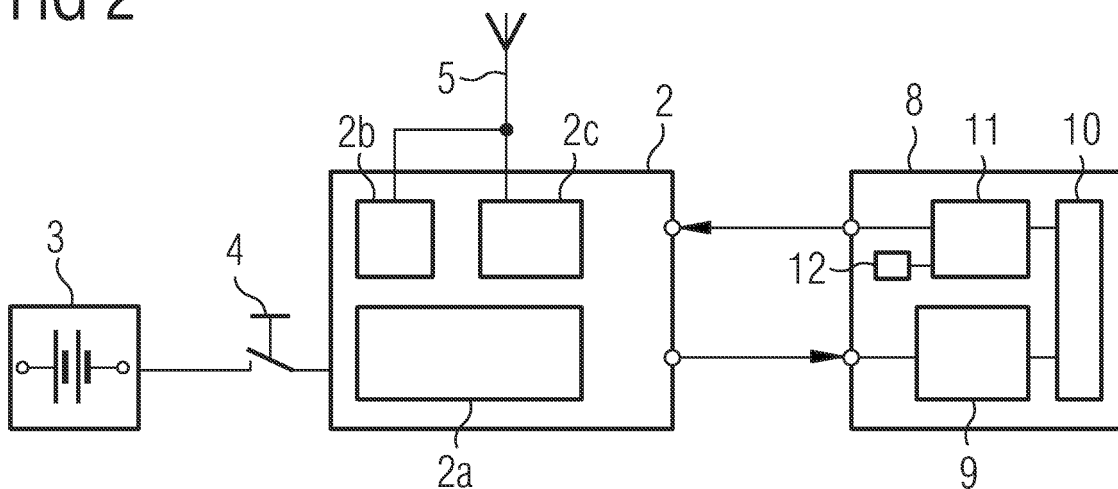
(30) Priorität: **27.09.2005 DE 102005046185**

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von einer in einem Fahrzeug (1) angeordneten, phasenweise betriebenen Bordeinheit (2) zu einem Hintergrundsystem (7) eines Mautsystems, bei dem der Zeitpunkt des Verbindungsaufbaus während einer aktuellen Betriebsphase in Abhängigkeit von einer Dauer (14) einer vorhergehenden Betriebsphase der Bordeinheit bestimmt wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von einer in einem

Fahrzeug (1) angeordneten, phasenweise betriebenen Bordeinheit (2) zu einem Hintergrundsystem (7) eines Mautsystems mit einer Betriebszeitermittlungseinrichtung (9), einer Speichereinrichtung (10) zur Speicherung der Werte der zeitlichen Dauer der Betriebsphasen der Bordeinheit (2) und einer Zeitpunktberechnungseinheit (11) zur Berechnung des Zeitpunktes des Verbindungsaufbaus in Abhängigkeit von einer Dauer einer vorhergehenden Betriebsphase der Bordeinheit (2). Außerdem betrifft die Erfindung eine Fahrzeug-Bordeinheit (2) für ein Mautsystem mit einer derartigen Einrichtung.

**FIG 2**



**EP 1 768 070 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von einer in einem Fahrzeug angeordneten, phasenweise betriebenen Bordeinheit zu einem Hintergrundsystem eines Mautsystems sowie eine Bordeinheit mit einer derartigen Einrichtung.

**[0002]** Mautsysteme, insbesondere automatische Mautsysteme, sind davon getragen, dass eine Erfassung der befahrenen und mautpflichtigen Wegstrecken erfolgt und die mit der Erfassung ermittelten Daten einer Mautabrechnung zugrunde gelegt werden. Mit der Mautabrechnung wird schließlich eine Gebühr ermittelt, die für das Befahren der mautpflichtigen Wege in Summe erhoben wird. Bei automatischen Mautsystemen erfolgt die Erfassung der befahrenen Wege auf eine automatische, das heißt auf eine selbständige Art und Weise, die im Allgemeinen vom Mautsystem abhängt. Fahrzeuge, deren Fahrten mautpflichtig sind, sind zum Zwecke der automatischen Fahrtwegerfassung mit einer Bordeinheit ausgestattet, die die gefahrenen Wege erfasst und die gesammelten Daten an ein Hintergrundsystem des Mautsystems übermittelt. Im Folgenden werden diese Bordeinheiten auch als "OBU" bezeichnet, OBU steht dabei für den Begriff "On Board Unit". Dieser Begriff und damit auch seine Abkürzung OBU ist für einen Fachmann für automatische Mautsysteme mittlerweile ein feststehender Fachbegriff.

**[0003]** Automatische Mautsysteme bestehen somit aus den oben genannten OBUs und einem Hintergrundsystem, das einen Datenaustausch mit den OBUs betreibt. Der Datenaustausch erfolgt auf eine drahtlose Art und Weise. Es hat sich dazu ein funkgestützter Übertragungsweg aufgrund seiner Vorteile gegenüber datenträgergestützten oder gar drahtgebundenen Übertragungswegen durchgesetzt. Einer der Vorteile der funkgestützten Übertragungswege ist deren räumliche Unabhängigkeit. Mit den Vorteilen sind aber auch Nachteile verbunden, die zum Beispiel in der Reichweite der Funksignale liegen. Daher wird zur Übertragung der Daten ein Funkübertragungsweg gewählt, der in vielen Ländern der Welt verfügbar ist. Dies ist zum Beispiel bei einem Mobilfunknetz der Fall. So ist inzwischen von verschiedenen Mobilfunkbetreibern ein nahezu flächendeckendes Mobilfunknetz in Europa nach dem GSM-Standard (GSM = Global System for Mobile Communication) aufgebaut worden. Mittels eines solchen Funknetzes ist es auch weit vom Hintergrundsystem entfernten OBUs möglich, die gesammelten Daten über befahrene Wegstrecken an das Hintergrundsystem zu übermitteln.

**[0004]** Die Datenübermittlung erfolgt dabei nicht ständig in einer während der Fahrt gehaltenen Verbindung. Es hat sich vielmehr als vorteilhaft erwiesen, die Datenübermittlung während einer von Zeit zu Zeit aufgebauten Verbindung durchzuführen. Nach der erfolgreichen Datenübertragung erfolgt eine Beendigung der Verbindung.

Der Zeitpunkt und die zeitliche Abfolge des Verbindungsaufbaus sind dabei grundsätzlich variabel.

**[0005]** Eine Teilfunktion der OBUs besteht folglich darin, zu einem vorbestimmten Zeitpunkt, zum Beispiel einmal während eines Tages, die Verbindung zum Hintergrundsystem aufzubauen und die Daten zu übermitteln. Um bei dem Hintergrundsystem und auch bei dem zum Verbindungsaufbau verwendeten Mobilfunksystem Belastungsspitzen zu vermeiden, sind die OBUs so konfiguriert, dass die Zeitpunkte zum Verbindungsaufbau nicht für alle OBUs gleich sind, beispielsweise die Verbindungsaufbau-Zeitpunkte einer statistischen Gleichverteilung unterliegen. Damit soll erreicht werden, dass die Belastungen des Hintergrundsystems und des Mobilfunksystems gleichmäßig verteilt sind. Nicht immer kann jedoch zum vorbestimmten Zeitpunkt eine Verbindung aufgebaut werden, entweder, weil keine Mobilfunkverbindung möglich ist oder weil die OBU außer Betrieb ist, da das Fahrzeug ebenfalls außer Betrieb ist. Kann die OBU zum vorbestimmten Zeitpunkt keine Verbindung aufbauen, so baut die OBU die Verbindung dann auf, wenn dies technisch wieder möglich ist, das heißt, wenn wieder eine ausreichende Netzabdeckung zum Aufbau einer Mobilfunkverbindung besteht oder wenn das Fahrzeug wieder in Betrieb gesetzt wurde.

**[0006]** Manche Fahrzeugtypen unterliegen im Rahmen von Verkehrsregeln einem zeitlich begrenzten Fahrverbot. Ein solches Fahrverbot existiert zum Beispiel in Deutschland für Lastkraftwagen des Güternah- und Güterfernverkehrs. Es gilt in der Zeit von Samstag Abend 22.00 Uhr bis Sonntag Abend 22.00 Uhr und auch an Feiertagen bis 22.00 Uhr. Das heißt, während dieses Zeitraums ist eine große Zahl von mautpflichtigen Fahrzeugen außer Betrieb. Damit sind auch deren OBUs außer Betrieb und bauen keine Verbindung zum Hintergrundsystem des Mautsystems auf. Mit dem Ende des Fahrverbots am Sonntag Abend um 22.00 Uhr werden eine große Zahl von Fahrzeugen und OBUs wieder in Betrieb gesetzt. Damit ist die angestrebte statistische Gleichverteilung der Auslastung des Hintergrundsystems ebenso wie die statistische Gleichverteilung der Auslastung des Mobilfunknetzes nicht mehr gegeben. Eine Spitzenbelastung steht somit für beide Systeme an.

**[0007]** Ein solche Spitzenbelastung ist auch für einzelne Tage zu beobachten. Am Morgen nehmen viele Fahrzeuglenker ihre Arbeit auf und nehmen Fahrzeuge und OBUs in Betrieb. Gleiches gilt für den frühen Nachmittag, an dem viele Fahrzeuglenker ihre mittägliche Pause beendet haben und die Fahrzeuge ebenfalls wieder in Betrieb nehmen. OBUs, deren vorbestimmter Zeitpunkt zum Verbindungsaufbau in den Zeitfenstern liegen, die durch Stillstand gekennzeichnet sind, stellen nach einer Wiederaufnahme des Betriebes die Verbindung zum Hintergrundsystem her. Somit entstehen auch an Wochentagen Zeiten mit Spitzenlasten. Das ist nachteilig, da das Hintergrundsystem und auch das Mobilfunksystem so dimensioniert sein sollten, dass diese Spitzenbelastungen ohne Störungen oder Verzögerungen ab-

gearbeitet werden. Dies führt zu einem hohen Investitionsvolumen bei der Herstellung des Hintergrundsystems und des Mobilfunksystems.

**[0008]** Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, die Zeitpunkte zum Verbindungsaufbau zu streuen. So kann z. B. der Verbindungsaufbau zu einem zufällig ausgewählten Zeitpunkt nach Inbetriebnahme der Bordeinheit erfolgen. Dabei tritt jedoch ein Problem auf. Lässt man auch Zeitpunkte relativ spät in Bezug auf den Betriebsbeginn der OBU zu, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass viele Fahrzeuge die hierfür erforderliche Fahrdauer unterschreiten, sehr groß. Für diese Fahrzeuge wird in diesem Fall keine Verbindung zum Hintergrundsystem des Mautsystems aufgebaut. Lässt man andererseits nur Zeitpunkte für einen Verbindungsaufbau relativ kurz nach dem Betriebsbeginn der OBU zu, ist zwar die Wahrscheinlichkeit eines Verbindungsaufbaus mit dem Hintergrundsystem sehr groß, aber man belastet nach wie vor sowohl das Hintergrundsystem als auch das zum Verbindungsaufbau verwendete Kommunikationsnetz in Spitzenlastzeiten relativ stark.

**[0009]** Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von der OBU zum Hintergrundsystem eines Mautsystems sowie eine entsprechende Bordeinheit zu schaffen, womit die Spitzenbelastungen des Hintergrundsystems des Mautsystems vermieden werden.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und durch eine Einrichtung gemäß Patentanspruch 12 beziehungsweise durch eine Fahrzeug-Bordeinheit gemäß Patentanspruch 13 gelöst.

**[0011]** Das erfindungsgemäße Verfahren beruht dabei auf den im Folgenden beschriebenen Merkmalen.

**[0012]** Eine in einem Fahrzeug angeordnete Bordeinheit, im Folgenden weiterhin OBU genannt, muss systembedingt in zeitlichen Abständen voneinander entweder regelmäßig oder unregelmäßig eine Verbindung zum Hintergrundsystem des Mautsystems aufbauen. Dies sollte innerhalb vorbestimmter Zeitperioden erfolgen. Erfindungsgemäß wird dabei ein geeigneter Zeitpunkt zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von der Bordeinheit mit dem Hintergrundsystem bestimmt. Dies erfolgt in der Weise, dass der Zeitpunkt des Verbindungsaufbaus während einer aktuellen Betriebsphase in Abhängigkeit von einer Dauer einer vorhergehenden Betriebsphase der OBU bestimmt wird. Damit wird in vorteilhafter Weise statistisch ein Wert ermittelt, der einerseits einer Zeit entspricht, zu der die OBU mit großer Wahrscheinlichkeit noch in Betrieb ist und der andererseits nicht zu kurz nach dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der OBU liegt. Somit wird die Wahrscheinlichkeit verringert, dass der nächstmögliche Zeitpunkt eines Verbindungsaufbaus zeitgleich mit anderen OBUs zusammenfällt. Damit werden Spitzenbelastungen eines Hintergrundsystems eines Mautsystems vermieden. Selbst wenn z. B. eine Vielzahl von OBUs an einem Sonntag Abend um 22.00 Uhr oder am Morgen eines Werktages

in Betrieb gesetzt werden, so sind doch die vorhergehenden Betriebszeiten der OBUs unterschiedlich. Damit ergibt sich aufgrund der Abhängigkeit der Bestimmung des Zeitpunktes des Verbindungsaufbaus für jede OBU ein anderer Zeitpunkt zum Aufbau der Verbindung mit dem Hintergrundsystem des Mautsystems.

**[0013]** Die zur Durchführung eines solchen Verfahrens benötigte OBU umfasst eine Einrichtung zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von einer in einem Fahrzeug angeordneten, phasenweise betriebenen Bordeinheit zu einem Hintergrundsystem eines Mautsystems. Weiter umfasst eine derart ausgestaltete OBU eine Betriebszeitermittlungseinrichtung, die beispielsweise als Timer bzw. Uhr ausgebildet und mit einer Schnittstelle versehen ist, um die Ereignisse des Ein- und Ausschaltens, und somit die Betriebszeit, der Bordeinheit zu erfassen. Weiter umfasst eine solchermaßen ausgestaltete OBU eine Speichereinrichtung zur Speicherung der Werte der zeitlichen Dauer der Betriebsphasen der Bordeinheit und eine Zeitpunktberechnungseinheit zur Berechnung des Zeitpunktes des Verbindungsaufbaus in Abhängigkeit von einer Dauer einer vorhergehenden Betriebsphase der Bordeinheit.

**[0014]** Die abhängigen Ansprüche sowie die weitere Beschreibung enthalten jeweils besonders vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung.

**[0015]** In der Regel stimmen die Betriebszeiten der OBU mit den Betriebszeiten beziehungsweise den Betriebsphasen des jeweiligen Fahrzeugs überein. So sind meist die Betriebsphasen der OBU mit dem Einschalten der Zündung des Fahrzeugs gekoppelt. Damit hat ein Einschalten der Zündung ein Einschalten der OBU zur Folge und ein Ausschalten der Zündung beendet demzufolge auch den Betrieb der OBU. Zumindest aber sollten die Betriebszeiten der OBU mit den Fahrzeiten des Fahrzeugs übereinstimmen, das heißt, dass bei einem in Bewegung befindlichen Fahrzeug die OBU sicher in Betrieb sein sollte.

**[0016]** Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, bei der Bestimmung des Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau der Verbindung mehrere vorhergehende Betriebsphasen zu berücksichtigen. Dazu weist die OBU eine Speichereinrichtung zur Speicherung der Werte der zeitlichen Dauer mehrerer Betriebsphasen auf. "Mehrere" heißt dabei, dass nicht nur die letzte Betriebsphase Berücksichtigung findet, sondern zum Beispiel eine Anzahl von n vorhergehenden Betriebsphasen zur Bestimmung des Zeitpunktes zum Verbindungsaufbau mit dem Hintergrundsystem verwendet wird. Idealerweise ist die Speichereinrichtung so gestaltet, dass der neueste Wert, d. h. die Betriebsdauer der letzten Betriebsphase, den ältesten Wert aus der Speichereinrichtung verdrängt, so dass stets aktuelle Werte in der Speichereinrichtung gespeichert sind. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn sich die Betriebszeiten eines Fahrzeugs durch unterschiedliche Verwendungen von langen Betriebszeiten auf kurze Betriebszeiten ändern.

**[0017]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Er-

findung sieht vor, aus der Menge der ermittelten und gespeicherten Betriebsphasen einen statistischen Wert zu bilden. Als statistische Werte können vorzugsweise der arithmetische Mittelwert, aber auch andere Werte, wie der Median der Menge aller in der Speichereinrichtung gespeicherten Betriebsdauern, sinnvoll Verwendung finden.

**[0018]** Bei der Ermittlung eines statistischen Wertes, insbesondere eines Mittelwertes, ist es vorteilhaft, sogenannte "Ausreißer" einer Wertemenge aus der Berechnung des statistischen Wertes auszugrenzen. Die Erfindung sieht dazu vor, eine vorbestimmbare Anzahl von Maximal- und/oder Minimalwerten, d.h. minimalen und maximalen Betriebsdauern, aus der Berechnung auszugrenzen. Für die Ermittlung der mittleren Dauer der Betriebsphasen sind z. B. die oberen und unteren Extremwerte als Ausreißer zu bezeichnen. Dabei kann die Anzahl der aus der Berechnung auszuschließenden Extremwerte entweder in der OBU vorbestimmt oder durch einen Systemadministrator des Hintergrundsystems für alle OBUs vorbestimmbar sein. Dadurch ist dem Systemadministrator eine Einflussnahme auf die Berechnung der Mittelwerte der Betriebsphasen und somit auch auf die Verteilung der Zeitpunkte der Verbindungen zur Datenübertragung der OBUs gegeben.

**[0019]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, den exakten Zeitpunkt zum selbständigen Aufbau der Verbindung mit dem Hintergrundsystem nach einer statistischen Verteilung zu bestimmen, die von der Dauer der vorhergehenden Betriebsphase, vorzugsweise von mehreren vorhergehenden Betriebsphasen, abhängt. Dazu eignet sich zum Beispiel bevorzugt eine Gaußsche Normalverteilung.

**[0020]** Besonders bevorzugt liegt der Zeitpunkt zum selbständigen Aufbau der Verbindung innerhalb eines Zeitfenster innerhalb der laufenden Betriebsphase, welche in Abhängigkeit von der Dauer der vorhergehenden Betriebsphase(n) gemäß einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Regel bestimmt wird.

**[0021]** Dabei können sowohl vorbestimmbare Regeln zur Bestimmung des Zeitpunktes innerhalb eines solchen Zeitfensters, als auch vorbestimmbare Regeln vorgesehen sein, wie ein solches Zeitfenster zu bestimmen ist. Zur Bestimmung des Zeitpunktes nach der eben beschriebenen Art und Weise muss die o. g. Zeitpunktberechnungseinheit entsprechend aufgebaut sein, um anhand vorgegebener Regeln das Zeitfenster festzulegen und im Zeitfenster einen Zeitpunkt zu ermitteln. Die Berechnungsregeln sind durch den Systemadministrator des Hintergrundsystems vorbestimmbar und werden während einer bestehenden Funkverbindung z. B. für die nächste Kontaktaufnahme an die OBU übertragen. Alternativ sind die Berechnungsregeln im Hintergrundsystem oder in jeder Einrichtung zur Bestimmung des Verbindungsaufbau-Zeitpunktes bzw. der OBU fest vorgegeben. Ein Beispiel für die letzte Variante ist, den Zeitpunkt des Verbindungsaufbaus mit dem Hintergrundsystem in ein Fenster zu legen, welches das dritte Viertel der mitt-

leren Betriebsdauer umfasst. Ebenso ist vorgesehen, den Systemadministrator des Hintergrundsystems solche Festeinstellungen für alle OBUs gemeinsam oder jeweils für einzelne ausgewählte OBUs vornehmen zu lassen, um dem Systemadministrator eine Möglichkeit zu geben, auf die Berechnung des Verbindungszeitpunktes zumindest in statistischer Weise Einfluss zu nehmen.

**[0022]** Innerhalb dieses Zeitfensters kann die Wahl des Verbindungszeitpunktes prinzipiell gemäß einer beliebigen Verteilung erfolgen. Vorzugsweise erfolgt sie jedoch nach einer Gleichverteilung. D. h. es bestimmt jede Zeitpunktberechnungseinheit für die jeweilige OBU den Zeitpunkt des Verbindungsaufbaus innerhalb dieses Zeitfensters nach einem Zufallsprinzip, dem eine statistische Gleichverteilung zugrunde gelegt ist. Über die Menge aller OBUs kann somit dennoch eine Absenkung der Spitzenlasten für das Hintergrundsystem erreicht werden, auch wenn eine große Zahl von OBUs ähnliche Startzeiten und Betriebsdauern aufweisen.

**[0023]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Zeitpunkt des Verbindungsaufbaus in Abhängigkeit von einer aktuellen Tageszeit und/oder einem aktuellen Kalendertag und/oder einer aktuellen Position und/oder Fahrtroute bestimmt. So wird das relative Zeitfenster des statistischen Werts oder des arithmetischen Mittelwerts der zeitlichen Dauer der Betriebsphasen und/oder die Anzahl von Maximalwerten und Minimalwerten der zeitlichen Dauer der Betriebsphasen für bestimmte Wochentage festgelegt. Damit ist in vorteilhafter Weise eine Berücksichtigung des unterschiedlichen Verhaltens der Fahrer an unterschiedlichen Wochentagen gegeben. So bestehen zum Beispiel an Sonntagen und Feiertagen verglichen mit Werktagen vollkommen verschiedene Arbeitszeiten und auch Arbeitsrhythmen. Ein dafür typisches Beispiel ist der Start der Fahrt eine Stunde vor einem Wochenendfahrverbot. Eine OBU, deren mittlere Betriebszeit 4 Stunden beträgt, wird während der Fahrzeit von einer Stunde mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Verbindung mit dem Hintergrundsystem aufnehmen, da die Berechnungsgrundlage eine Betriebsdauer von 4 Stunden ist. Wenn dagegen die Berechnungsgrundlagen den Wochentagen, Orten und Tageszeiten angepasst sind, wird eine OBU auf Basis dieser Informationen die Verbindung zum Hintergrundsystem innerhalb der erwarteten Betriebsstunde vor dem Wochenendfahrverbot aufbauen.

**[0024]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden vorzugsweise auch weitere Vorgaben des Hintergrundsystems berücksichtigt, wie z. B. Vorgaben, dass die OBU nur einmal innerhalb einer bestimmten Zeitspanne (z. B. einmal innerhalb 24 Stunden) mit dem Hintergrundsystem in Verbindung treten sollte. Um diese Vorgaben zu erfüllen, können die Berechnungsregeln ggf. für eine konkret anstehende Ermittlung eines Verbindungsaufbaus vorübergehend geeignet modifiziert werden. Z. B. kann, wenn eine Verbindung innerhalb von 24 Stunden verlangt wird und die letzte Verbindung bereits 24 Stunden oder länger her ist, unabhängig von

der/den vorhergehenden Betriebsdauer(n) ein sofortiger Verbindungsaufbau nach der Inbetriebnahme der OBU initiiert werden.

**[0025]** Die Verbindung der OBU mit dem Hintergrundsystem kann prinzipiell über eine beliebige Funkschnittstelle erfolgen. Wird hierzu jedoch - wie eingangs beschrieben - ein Mobilfunknetz herangezogen, ist eine größere Ortsunabhängigkeit bei vergleichbar kleinen Sendeleistungen der OBUs gegeben, als dies mit anderen Funkverbindungen möglich ist.

**[0026]** Vorstehend sind das Verfahren und die Einrichtung zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung beschrieben. Es ist demzufolge vorteilhaft, diese Einrichtung direkt in eine Fahrzeug-Bordeinheit für ein Mautsystem, d. h. in eine OBU, zu integrieren. Eine solchermaßen ausgestattete Bord-einheit umfasst vorteilhafterweise eine Mauterfassungseinrichtung, eine Sendeeinrichtung zum Senden von erfassten Mautdaten an das Hintergrundsystem und eine Empfangseinrichtung zum Empfangen von Steuerdaten vom Hintergrundsystem. Alternativ kann die erfindungsgemäße Einrichtung zur Bestimmung eines Verbindungsaufbau-Zeitpunktes aber auch als separate Einheit, z. B. zur Verbindung mit einer herkömmlichen OBU bzw. zu deren Nachrüstung ausgebildet sein.

**[0027]** Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen noch einmal näher erläutert. Es zeigen:

- FIG 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs und eines automatischen Mautsystems,
- FIG 2 eine schematische Darstellung einer Bordeinheit (OBU),
- FIG 3 eine grafische Darstellung der Verteilung von Fahrbeginn-Ereignissen über einen Tagesverlauf von 24 Stunden,
- FIG 4 eine grafische Darstellung über die statistische Verteilung der durchschnittlichen Fahrdauern der Fahrzeuge,
- FIG 5 eine grafische Darstellung der Verteilung der Verbindungsaufbau-Ereignisse über einen Tagesverlauf von 24 Stunden,
- FIG 6 ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung des Zeitpunktes des Kommunikationsaufbaus mit dem Hintergrundsystem,
- FIG 7 ein Berechnungsbeispiel für ein Fahrzeug mit kurzen Fahrzeiten,
- FIG 8 ein Berechnungsbeispiel für ein Fahrzeug mit langen Fahrzeiten,
- FIG 9 eine grafische Darstellung zu den Berechnungsbeispielen der Figuren 8 und 9.

**[0028]** FIG 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Fahrzeug 1 mit einer Bordeinheit bzw. OBU 2, die im Fahrzeug angeordnet ist. Die OBU 2 ist elektrisch mit einem Stromversorgungsnetz 3 des Fahrzeugs verbunden und bezieht die zum Betrieb der OBU notwendige elektrische Energie aus diesem Stromversorgungsnetz

3. Mittels eines elektromechanischen Schaltelementes 4, zum Beispiel des in jedem Fahrzeug vorhandenen Zündschalters, wird mit dem Fahrzeug auch die OBU in Betrieb gesetzt. Mittels einer Funkeinrichtung 5 baut die OBU 2 eine Funkverbindung 6 zu einem Hintergrundsystem 7 eines Mautsystems auf. Die Funkverbindung wird im dargestellten Ausführungsbeispiel über ein Mobilfunknetz 13, zum Beispiel ein GSM-Netz, hergestellt.

**[0029]** In FIG 2 sind Teilkomponenten aus der FIG 1 in einer schematischen Darstellung ihrerseits mit deren einzelnen Teilkomponenten gezeigt. Das Stromversorgungsnetz 3 des Fahrzeugs 1 ist über den Zündschalter 4 mit der OBU 2 verbunden. Damit sind die Betriebszeiten des Fahrzeugs 1 mit den Betriebszeiten der OBU 2 dekkungsgleich. Die OBU 2 ist mittels einer bidirektionalen Anbindung mit einer Einrichtung 8 zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung verbunden. Diese zeichnet die Betriebszeiten mittels einer Betriebszeitermittlungseinrichtung 9 auf und legt diese "Betriebsdauer-Werte" in einer Speichereinrichtung 10 ab. Die Speichereinrichtung 10 sammelt diese Werte so lange, bis eine vorbestimmte Anzahl von Werten in der Speichereinrichtung 10 gespeichert ist. Dann erfolgt nach einer "first-in-first-out"-Methodik das Entfernen der im Zeitrang der Speicherung jeweils ältesten Betriebsdauer-Werte aus der Speichereinrichtung 10.

**[0030]** Weiter umfasst die Einrichtung 8 zur Bestimmung des Verbindungsaufbau-Zeitpunktes eine Zeitpunktberechnungseinheit 11. Diese ermittelt zunächst unter der Verwendung der in der Speichereinrichtung 10 gespeicherten Betriebsdauer-Werte einen statistischen Wert für eine statistisch zu erwartende Fahrzeit des Fahrzeugs 1 und damit auch der Betriebszeit der OBU 2. Im vorliegenden Beispiel wird als statistischer Wert der arithmetische Mittelwert von n vorhergehenden Betriebsdauer-Werten berechnet. Um den statistischen Wert nicht durch Extremwerte zu verfälschen, die nicht die Masse der Betriebsdauer-Werte repräsentieren, werden die Werte der kürzesten und die Werte der längsten Betriebsdauern aus der Berechnung des statistischen Wertes ausgenommen. Auf Basis des Mittelwerts, welcher die zu erwartende Betriebszeit wiedergibt, wird dann ein Zeitfenster relativ zum Startzeitpunkt der aktuellen Betriebsphase bestimmt, in dem der Zeitpunkt der Verbindungsaufnahme liegen sollte. Mit Hilfe eines Zufallsgenerators 12 wird dann ein beliebiger Zeitpunkt innerhalb dieses Zeitfensters ausgewählt.

**[0031]** Die Einrichtung 8 zur Bestimmung des Verbindungszeitpunktes mit dem Hintergrundsystem 7 übermittelt dann an die OBU 2 die Information über den ermittelten Zeitpunkt. Mit dem Erhalt dieser Information baut die OBU 2 die Verbindung zum ermittelten Zeitpunkt selbständig auf. Die OBU umfasst weiter eine Mauterfassungseinrichtung 20. Diese erfasst während des Betriebes der OBU 2 und des Fahrzeugs 1 die von dem Fahrzeug 1 befahrenen mautpflichtigen Wegstrecken. Nach einem erfolgreichen Verbindungsaufbau mit dem Hintergrundsystem 7 übermittelt die OBU diese gesam-

melten Informationen mittels einer Sendeeinrichtung 2b an das Hintergrundsystem des Mautsystems. Über eine in der OBU 2 angeordnete Empfangseinrichtung 2c empfängt die OBU Steuerdaten vom Hintergrundsystem 7. Damit kann beispielsweise ein Systemadministrator des Hintergrundsystems Berechnungsgrundlagen in Bezug auf die Berechnung des Zeitpunktes des Verbindungsaufbaus an bestimmte oder an alle OBUs übermitteln.

**[0032]** In der FIG 2 ist die Einrichtung 8 räumlich getrennt von der OBU 2 dargestellt. Die Einrichtung 8 kann aber ohne Einschränkung in ihrer Funktion ebenso in der OBU 2 integriert sein. Die dargestellte Variante mit einer außerhalb der OBU 2 angeordneten Einrichtung 8 ist beispielsweise für Nachrüstaktionen bei bereits hergestellten und in Fahrzeugen 1 montierten OBUs 2 vorteilhaft.

**[0033]** In FIG 3 ist eine beispielhafte Häufigkeitsverteilung von Betriebsbeginn-Ereignissen  $N_B$  von mautpflichtigen Fahrzeugen 1 über den Verlauf von 24 Stunden eines normalen Werktages dargestellt. Damit zeigt FIG 3 die Problematik von Spitzenbelastungen, die durch OBUs 2 ausgelöst werden, die nicht nach dem erfindungsgemäßen Verfahren den Zeitpunkt zum selbständigen Aufbau einer Verbindung mit dem Hintergrundsystem 7 bestimmen, sondern nach Betriebsbeginn der OBU 2 die Verbindung mit dem Hintergrundsystem 7 aufbauen.

**[0034]** Beginnend mit 6.00 Uhr erfolgt eine starke Zunahme der Fahrtbeginn-Ereignisse. Dies resultiert aus dem relativ gleichzeitigen Fahrtbeginn aller Fahrzeuge 1 zu Beginn eines Arbeitstages. Im Laufe des Vormittags sinkt dieser Wert signifikant ab. Das bedeutet nicht, dass zu diesem Zeitpunkt weniger Fahrzeuge beteiligt sind, sondern bedeutet nur, dass das Ereignis "Fahrtbeginn" jetzt hauptsächlich durch den Nahverkehr hervorgerufen wird. Dies erfolgt über den Vormittag verteilt. Durch den Fernverkehr wird hier kaum ein Ereignis erzeugt. Zur Mittagszeit erfolgt ein Einbruch, um danach wieder eine Spitze folgen zu lassen. Diese ist nicht ganz so ausgeprägt wie die Belastungsspitze am Morgen des Werktages um 6.00 Uhr. Am Ende eines Werktages verflacht die Kurve der Häufigkeitsverteilung der Fahrtbeginn-Ereignisse weiter.

**[0035]** Erfolgt eine Kommunikation der OBU 2 mit dem Hintergrundsystem 7 ausgelöst durch das hier aufgezeigte Ereignis, dann entsprechen die Belastung des zur Herstellung der Verbindung verwendeten Kommunikationsnetzes, wie zum Beispiel des Mobilfunknetzes, sowie die Belastung des Hintergrundsystems 7 selbst eben dieser Grafik.

**[0036]** Die in der FIG 4 dargestellte Verteilungskurve zeigt eine statistische Häufigkeitsverteilung der durchschnittlichen Betriebsdauer  $t_B$  einer beispielhaften Menge von Fahrzeugen 1. Damit ist erkennbar, dass die Fahrdauer eines Fahrzeugs 1 von sehr kurzen Fahrten meist im Nahverkehr bis zu sehr langen Fahrten meist im Fernverkehr reicht. Die in der grafischen Darstellung auf der vertikalen Achse aufgetragenen Werte repräsentieren die Anzahl  $N_F$  der Fahrzeuge mit der jeweiligen durch-

schnittlichen Betriebsdauer  $t_B$ .

**[0037]** FIG 5 zeigt im Vergleich zu FIG 3 beispielhaft die Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Verlauf eines normalen Werktags. Durch die erfindungsgemäße Berücksichtigung der vorhergehenden Betriebszeiten der OBU 2 bei der Bestimmung des Zeitpunktes zum Verbindungsaufbau der OBU 2 mit dem Hintergrundsystem 7 erfolgt eine signifikante Verringerung der Belastung während der in FIG 3 aufgezeigten Spitzenlastzeiten um 6.00 Uhr und um die Mittagszeit. Außerdem erfolgt eine Verteilung der Belastung auf die ansonsten lastarmen Zeiten. Die Anzahl  $N_V$  der Verbindungsaufnahmen zum jeweils gleichen Zeitpunkt des Werktages ist gleichmäßiger über den Tag verteilt als bei einer Verteilung nach FIG 3.

**[0038]** FIG 6 zeigt beispielhaft einen schematischen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dabei markiert ein Betriebsbeginn den Startpunkt des Verfahrens im Schritt I. Im Schritt II erfolgt dann eine Ermittlung der Dauer der letzten Fahrt auf Basis von zuvor gespeicherten Ereignissen "Fahrtbeginn" und "Fahrtende". Der dabei ermittelte letzte Betriebsdauer-Wert wird im Schritt III von der Betriebszeitenermittlungseinrichtung 9 an die Speichereinrichtung 10 zum Zwecke der Speicherung übergeben. Die Zeitpunktberechnungseinheit 11 ermittelt im Schritt IV aus den aktuell gespeicherten Betriebsdauer-Werten den arithmetischen Mittelwert und berechnet im Schritt V daraus den Zeitpunkt für einen Verbindungsaufbau im Verlauf der aktuellen Betriebsphase gemäß den oben bereits näher erläuterten Regeln. Im Schritt VI wird dann ein Timer gesetzt, welcher zum ermittelten Zeitpunkt die Verbindungsaufnahme initiiert. Im Schritt VII erfolgt schließlich die Verbindungsaufnahme. Sollte die aktuelle Betriebsphase vor dem Verbindungsaufbau beendet werden, so wird das Verfahren nach der Wiederaufnahme des Betriebs erneut durchgeführt und in der nächsten Betriebsphase eine Verbindung aufgebaut.

**[0039]** Die Figuren 7 und 8 zeigen exemplarisch für Fahrzeuge mit kurzen Betriebsdauern (FIG 7) und mit langen Betriebsdauern (FIG 8), welche Ergebnisse für eine Wertemenge von Betriebsdauern erzielt werden. Die Beispielberechnungen in den Figuren 7 und 8 verwenden den Ausschluss von Maximal- und Minimalwerten, womit Extremwerte, die nicht für das Fahrzeug repräsentativ sind, von der Mittelwertbildung ausgeschlossen sind. Als Zeitfenster sind die jeweils dritten Viertel der ermittelten durchschnittlichen Betriebsdauer gewählt. Innerhalb dieses Zeitbereichs erfolgt einer statistischen Gleichverteilung folgend eine zufällige Bestimmung des Zeitpunktes zum Verbindungsaufbau.

**[0040]** Die Ergebnisse aus den beispielhaften Berechnungen sind in grafischer Form in der FIG 9 dargestellt. Die arithmetischen Mittelwerte  $t_{B,k}$ ,  $t_{B,1}$  der Betriebszeiten für das Fahrzeug mit der kurzen (Index k) und mit der langen (Index 1) Betriebsdauer sind in gestrichelter Form dargestellt. Die innerhalb dieser Betriebszeiten zum Verbindungsaufbau ausgewählten Zeitfenster  $Z_k$ ,  $Z_1$  der drit-

ten Viertel der durchschnittlichen Betriebsdauern  $t_{B,k}$ ,  $t_{B,l}$  sind in durchgezogenen Linien dargestellt.

**[0041]** Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Beschreibung der Erfindung und die Ausführungsbeispiele grundsätzlich nicht einschränkend in Hinblick auf eine bestimmte physikalische Realisierung der Erfindung zu verstehen sind und somit auch in verschiedenster Weise modifiziert werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Für einen Fachmann ist es insbesondere offensichtlich, dass die Erfindung als heterogenes System teilweise oder vollständig in Softund/oder Hardware und/oder auf mehrere physikalische Produkte - dabei insbesondere auch Computerprogrammprodukte - verteilt realisiert werden kann.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von einer in einem Fahrzeug (1) angeordneten, phasenweise betriebenen Bordeinheit (2) zu einem Hintergrundsystem (7) eines Mautsystems, bei dem der Zeitpunkt des Verbindungsaufbaus während einer aktuellen Betriebsphase in Abhängigkeit von einer Dauer einer vorhergehenden Betriebsphase der Bordeinheit (2) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Betriebsphasen der Bordeinheit (2) zumindest die Fahrzeiten des jeweiligen Fahrzeugs (1) einschließen.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem zur Bestimmung des Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau der Verbindung mehrere vorhergehende Betriebsphasen berücksichtigt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem ein statistischer Wert aus der zeitlichen Dauer der vorhergehenden Betriebsphasen ermittelt wird und dieser statistische Wert zur Bestimmung des Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau der Verbindung verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem als statistischer Wert der arithmetische Mittelwert der zeitlichen Dauer der Betriebsphasen ermittelt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem eine vorbestimmbare Anzahl von Maximalwerten und Minimalwerten der zeitlichen Dauer der Betriebsphasen von der Ermittlung des statistischen Werts ausgeschlossen sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der Zeitpunkt zum selbständigen Aufbau der Verbindung zufällig gemäß einer von der Dauer der vorhergehenden Betriebsphase(n) abhängigen Verteilung bestimmt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der Zeitpunkt zum selbständigen Aufbau der Verbindung innerhalb eines Zeitfensters ( $Z_k$ ,  $Z_l$ ) innerhalb der laufenden Betriebsphase liegt, welches in Abhängigkeit von der Dauer der vorhergehenden Betriebsphase(n) mittels einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Regel bestimmt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem der Zeitpunkt zum selbständigen Aufbau der Verbindung gemäß einer zufälligen Gleichverteilung in dem Zeitfenster liegt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem der Zeitpunkt des Verbindungsaufbaus in Abhängigkeit von einer aktuellen Tageszeit und/oder einem aktuellen Kalendertag und/oder einer aktuellen Position und/oder Fahrtroute bestimmt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Bordeinheit (2) mit dem Hintergrundsystem (7) des Mautsystems eine Verbindung über ein Mobilfunknetz (13) aufbaut.
12. Einrichtung zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von einer in einem Fahrzeug (1) angeordneten, phasenweise betriebenen Bordeinheit (2) zu einem Hintergrundsystem (7) eines Mautsystems mit
  - einer Betriebszeitermittlungseinrichtung (9),
  - einer Speichereinrichtung (10) zur Speicherung der Werte der zeitlichen Dauer der Betriebsphasen der Bordeinheit (2),
  - einer Zeitpunktberechnungseinheit (11) zur Berechnung des Zeitpunktes des Verbindungsaufbaus in Abhängigkeit von einer Dauer einer vorhergehenden Betriebsphase der Bordeinheit (2).
13. Fahrzeug-Bordeinheit (2) für ein Mautsystem mit einer Einrichtung gemäß Anspruch 12 zur Bestimmung eines Zeitpunktes zum selbständigen Aufbau einer Verbindung von der Bordeinheit (2) zu einem Hintergrundsystem (7) des Mautsystems.
14. Bordeinheit nach Anspruch 13 mit
  - einer Mauterfassungseinrichtung (2a),
  - einer Sendeeinrichtung (2b) zum Senden von erfassten Mautdaten an das Hintergrundsystem (7) und
  - einer Empfangseinrichtung (2c) zum Empfangen von Steuerdaten vom Hintergrundsystem (7).

FIG 1

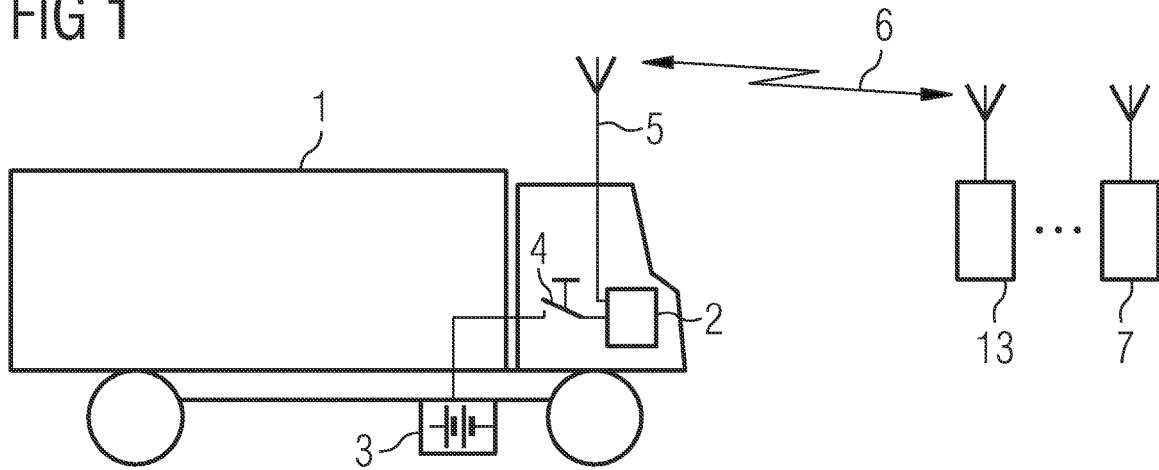


FIG 2

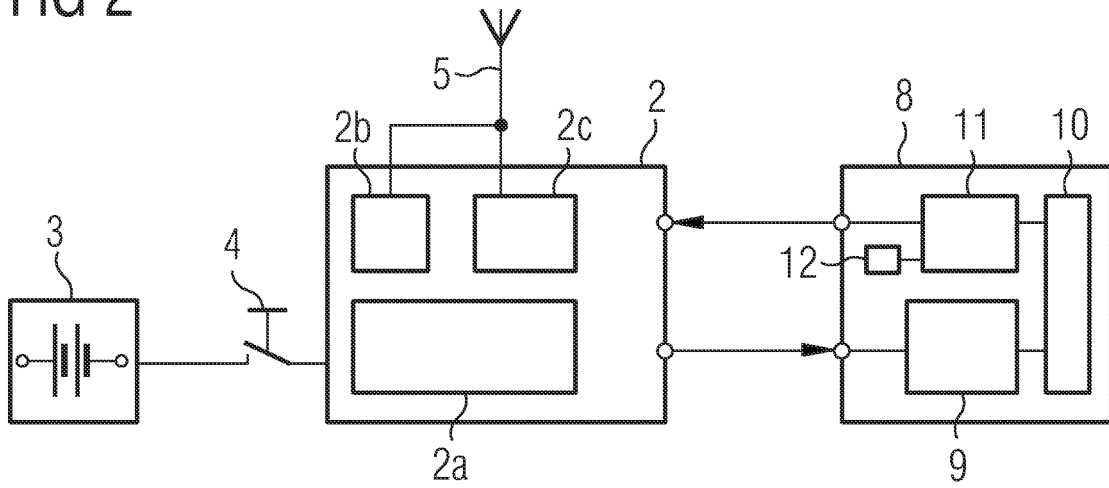




FIG 3

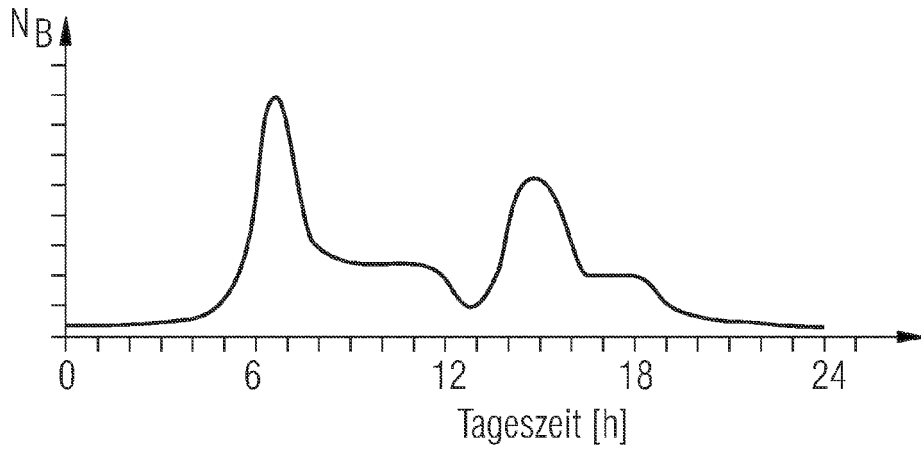


FIG 4

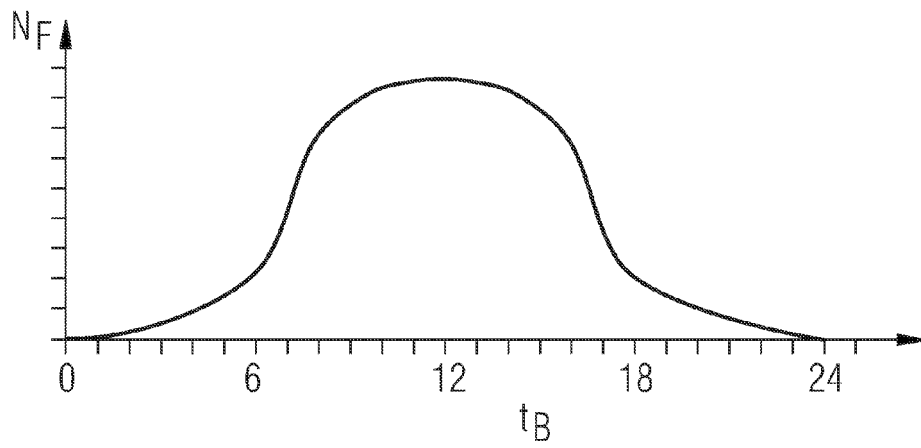


FIG 5

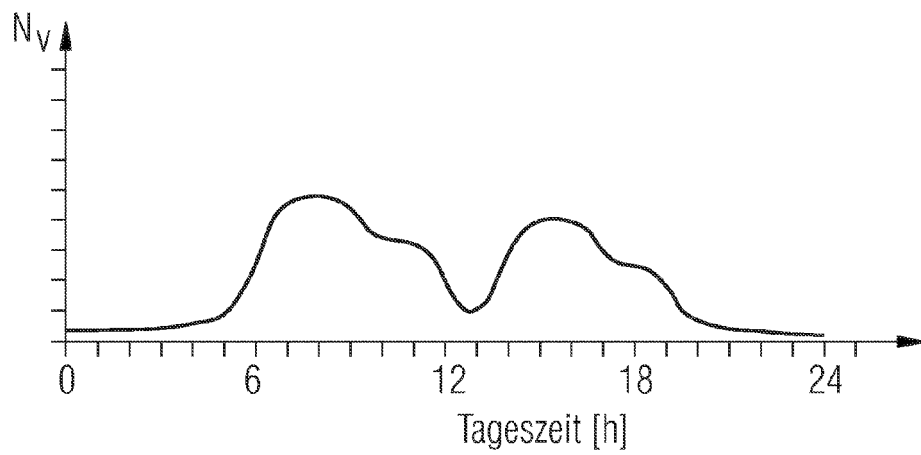


FIG 6

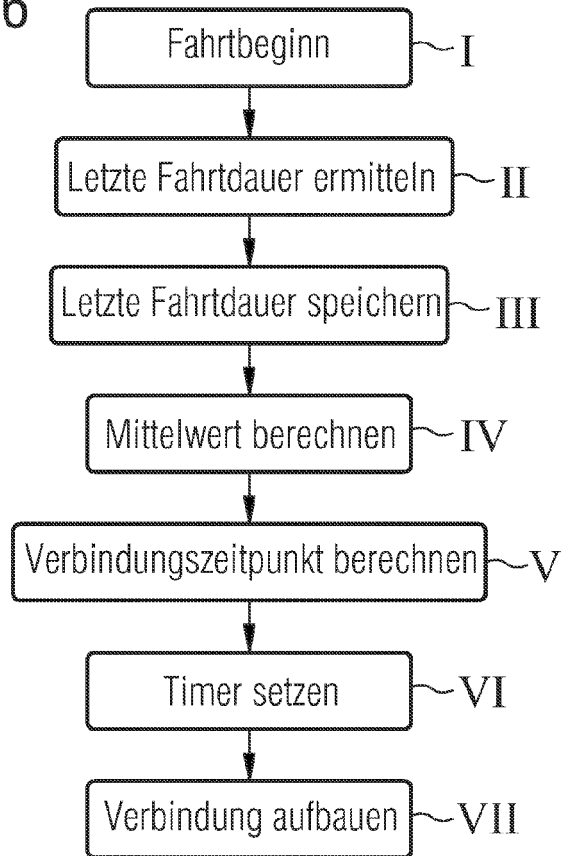


FIG 7

Werte für Fahrtdauer in OBU gespeichert (10 Fahrten), in Minuten:	25, 30, 10, 21, 27, 45, 5, 35, 38, 23
Anzahl der kürzesten / längsten Fahrten, welche nicht in die Berechnung einfließen:	2 / 2
Errechnete durchschnittliche Fahrtdauer aus den verbleibenden Tabelleneinträgen:	26,83 Minuten $\rightarrow ((25 + 30 + 21 + 27 + 35 + 23) / 6)$
Theoretisches Zeitfenster für die Verbindungsaufnahme (beispielhaft), gültig für alle LKW:	3. Viertel der Fahrtdauer
Errechnetes Zeitfenster für die Verbindungsaufnahme, gültig für den aktuellen LKW	13,42 - 20,13 Minuten
Errechnete Verbindungsaufnahme (Zufallszahl im errechneten Zeitfenster):	18,5 Minuten

FIG 8

Werte für Fahrtdauer in OBU gespeichert (10 Fahrten), in Minuten:	310, 8, 427, 210, 528, 493, 405, 12, 973, 523
Anzahl der kürzesten / längsten Fahrten, welche nicht in die Berechnung einfließen:	2 / 2
Errechnete durchschnittliche Fahrtdauer aus den verbleibenden Tabelleneinträgen:	394,66 Minuten $\rightarrow ((310, 427, 210, 493, 405, 523) / 6)$
Theoretisches Zeitfenster für die Verbindungsaufnahme (beispielhaft), gültig für alle LKW:	3. Viertel der Fahrtdauer
Errechnetes Zeitfenster für die Verbindungsaufnahme, gültig für den aktuellen LKW	197,33 - 295,995 Minuten
Errechnete Verbindungsaufnahme (Zufallszahl im errechneten Zeitfenster):	210,15 Minuten

FIG 9

