



(11) **EP 3 176 768 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.06.2017 Patentblatt 2017/23**

(51) Int Cl.:  
**G08G 1/07 (2006.01)** **G08G 1/085 (2006.01)**  
**G08G 1/083 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16201853.5**

(22) Anmeldetag: **02.12.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

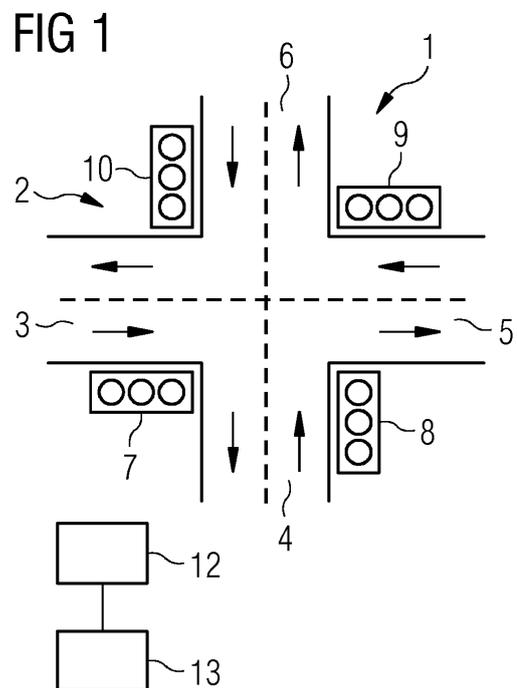
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Kretschmer, Andreas**  
**81669 München (DE)**  
• **John, Alexander**  
**81477 München (DE)**

(30) Priorität: **02.12.2015 DE 102015224070**

(54) **VERFAHREN ZUM UMSETZEN EINES SCHLTBEFEHLES IN EIN SIGNALBILD EINER SIGNALGRUPPE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umsetzen eines Schaltbefehles in ein Signalbild einer Signalgruppe für eine Signalanlage einer Verkehrssteuerung mit wenigstens zwei Signalgruppen, die wenigstens zwei konkurrierende Verkehrsströme steuern, wobei der Schaltbefehl vor dem Umsetzen in ein Signalbild auf eine Verletzung einer Mindestzeit für eine Sperrung und/oder für eine Freigabe und/oder für eine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen, die konkurrierende Verkehrsströme steuern, überprüft wird, und wobei abhängig von einem Ergebnis der Überprüfung eine Umsetzung des Schaltbefehls in ein Signalbild zeitlich verzögert oder unterdrückt wird, um die Mindestzeit für eine Sperrung oder eine Freigabe und/oder die Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen einzuhalten.



**EP 3 176 768 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umsetzen eines Schaltbefehles in ein Signalbild einer Signalgruppe gemäß Patentanspruch 1, eine Steuereinheit gemäß Anspruch 13 und ein Programmprodukt gemäß Anspruch 14.

**[0002]** Signalanlagen zur Steuerung eines Straßenverkehrs weisen mehrere Signalgruppen auf, die konkurrierende Verkehrsströme steuern können. Zur Steuerung der Signalanlage ist ein Steuergerät vorgesehen, das einen Schaltbefehl für eine Freigabe oder eine Sperrung eines Verkehrsstromes in Signalfelder der Signalgruppen wie z.B. eine rote, grüne oder gelbe Ampel umwandelt. Dabei können die Schaltbefehle aus unterschiedlichsten Quellen wie zum Beispiel einem Festzeitsignalprogramm oder einem verkehrsabhängigen Steuerungsprogramm kommen.

**[0003]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine fehlerhafte Signalisierung der Signalgruppen zu vermeiden.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch das Verfahren gemäß Patentanspruch 1, durch die Steuereinheit gemäß Patentanspruch 13 und durch das Programmprodukt gemäß Patentanspruch 14 gelöst.

**[0005]** Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0006]** Ein Vorteil des beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass eine für die Verkehrsführung der Verkehrsströme verkehrssichere, insbesondere unfallfreie Umsetzung der Schaltbefehle in Signalfelder der Signalgruppen erreicht wird. Auf diese Weise wird eine Vermeidung von gefährlichen Situationen, insbesondere von Zusammenstößen von feindlichen Verkehrsströmen erreicht. Die verkehrssichere Umsetzung der Schaltbefehle in Signalfelder der Signalgruppen wird dadurch erreicht, dass vor der Umsetzung eines Schaltbefehles in wenigstens ein Signalbild überprüft wird, ob die Umsetzung eine Mindestzeit für eine Sperrung oder eine Freigabe einer Signalgruppe verletzt. Ist dies der Fall, wird die Umsetzung des Schaltbefehls abgeändert, insbesondere zeitlich verschoben oder unterbunden.

**[0007]** Weiterhin wird überprüft, ob die Umsetzung eines Schaltbefehles in ein Signalbild eine Zwischenzeit zwischen zwei Signalgruppen, die insbesondere feindliche Verkehrsströme steuern, verletzt. Ist dies der Fall, so wird die Umsetzung abgeändert oder unterbunden. Eine Zwischenzeit ist die Zeit, die erforderlich ist, um zwischen einer Sperrung einer ersten Signalgruppe und einer Freigabe einer zweiten Signalgruppe zu gewährleisten, dass keine gefährlichen Verkehrssituationen auftreten können.

**[0008]** Durch die Überprüfung der Umsetzung und durch die evtl. abgeänderte Umsetzung des Schaltbefehles in wenigstens ein Signalbild oder durch keine Umsetzung des Schaltbefehls wird eine verkehrssichere Führung der Verkehrsströme durch die Signalanlage erreicht.

**[0009]** In einer Ausführungsform ist die Mindestzeit für die Freigabe und/oder die Sperrung einer Signalgruppe abhängig von und/oder die Mindestzeit für die Zwischenzeit der zu schaltenden Signalgruppen abhängig von einem Signalgruppentyp. Ein Signalgruppentyp bezeichnet die Verkehrsgruppe, die mithilfe der Signalgruppe gesteuert wird. Ein Fahrzeug, ein Fußgänger, ein Fahrrad, eine Straßenbahn, ein öffentliches Verkehrsmittel, ein Sondereinsatzfahrzeug wie z.B. ein Polizeifahrzeug oder ein Krankenwagen sind zum Beispiel verschiedene Signalgruppentypen. Die Mindestzeiten für die Signalgruppentypen sind z.B. in einem Speicher abgelegt.

**[0010]** In einer weiteren Ausführungsform ist die Mindestzeit für die Freigabe und/oder die Sperrung einer Signalgruppe abhängig von und/oder die Mindestzeit für die Zwischenzeit der zu schaltenden Signalgruppen abhängig von einem aktuellen Signalbild und/oder abhängig von einem neu zu schaltenden Signalbild. Auf diese Weise können unterschiedliche Reaktionszeiten der Verkehrsteilnehmer beispielsweise von einer Freigabe in eine Freigabe oder von einer Freigabe in eine Sperrung berücksichtigt werden. In einer weiteren Ausführungsform sind die Mindestzeiten für die Sperrung und/oder für die Freigabe einer Signalgruppe fest vorgegeben. Somit kann eine präzise Einhaltung der Mindestzeiten erreicht werden.

**[0011]** In einer weiteren Ausführungsform ist die Mindestfreigabezeit für alle, insbesondere für jedes einzelne Signalbild vorgegeben. In einer weiteren Ausführungsform kann die Mindestfreigabezeit für eine vorgegebene Abfolge von mehreren Signalbildern vorgegeben sein. Auf diese Weise kann auf bestimmte Abfolgen von Signalbildern eingegangen werden und eine effizientere Steuerung der Signalanlage erreicht werden.

**[0012]** In einer weiteren Ausführungsform sind die Zwischenzeiten für vorgegebene Signalgruppen fest vorgegeben und insbesondere in einem Speicher beispielsweise in Form einer Tabelle abgelegt. Auf diese Weise kann eine präzise Einhaltung der Zwischenzeiten für vorgegebene, bestimmte Signalgruppenpaare erreicht.

**[0013]** In einer weiteren Ausführungsform wird eine tatsächlich vorliegende Zeitdauer für eine Sperrung und/oder für eine Freigabe und/oder eine tatsächlich vorliegende Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und einer Freigabe von Signalgruppen gemessen. Somit wird eine Präzisierung des Verfahrens erreicht, wodurch eine weitere Verbesserung der verkehrssicheren Steuerung der Signalanlage möglich wird.

**[0014]** In einer weiteren Ausführungsform wird die Umsetzung des Schaltbefehls in der Weise geändert, dass eine aufgrund des Schaltbefehls vorgegebene Zeitdauer eines aktuellen Signalbildes und/oder eines neu zu schaltenden Signalbildes verändert wird, damit die Mindestzeit für eine Sperrung und/oder eine Freigabe und/oder für eine Zwischenzeit eingehalten werden kann. Dabei kann ein Ende eines aktuellen Signalbildes einer Signalgruppe verschoben werden. Zudem kann ein Beginn und/oder ein Ende eines zu schaltenden Signalbildes ei-

ner Signalgruppe verschoben werden. Dadurch kann eine verkehrssichere Steuerung der Signalanlage verbessert werden. Für eine präzise Änderung der vorgegebenen Zeitdauern der Signalbilder kann eine tatsächliche Messung der Freigabezeit und/oder der Sperrzeit und/oder der Zwischenzeit für eine präzise Steuerung der Signalanlage von Vorteil sein.

**[0015]** In einer weiteren Ausführungsform wird mithilfe einer Simulation vor der Umsetzung des Schaltbefehles in ein Signalbild überprüft, ob die Umsetzung des wenigstens einen Schaltbefehles mit der Einhaltung der Mindestzeit für eine Sperrung und/oder eine Freigabe und/oder eine Zwischenzeit möglich ist. Es kann ein Schaltbefehl oder eine Sequenz von Schaltbefehlen z. B. in Form eines Phasenüberganges in Signalbilder umgesetzt werden. Da die Simulation zeitlich schnell durchgeführt werden kann, kann das Ergebnis der Simulation für die tatsächliche Umsetzung des Schaltbefehles berücksichtigt werden. Ergibt die Simulation, dass eine Verletzung einer Mindestzeit für eine Sperrung und/oder eine Freigabe und/oder für eine Zwischenzeit auftritt, so kann die Umsetzung des Schaltbefehles entweder geändert oder unterlassen werden. Eine Änderung der Umsetzung des Schaltbefehles kann darin bestehen, dass der Zeitpunkt der Umsetzung des Schaltbefehles gegenüber dem vorgegebenen Zeitpunkt verändert wird. Beispielsweise kann der Zeitpunkt der Umsetzung des Schaltbefehles vorgezogen oder nach hinten gegenüber dem vorgegebenen Zeitpunkt verschoben werden.

**[0016]** In einer weiteren Ausführungsform wird vor der Umsetzung eines Schaltbefehles mithilfe einer Simulation überprüft, zu welchem Zeitpunkt oder innerhalb welchen Zeitraumes eine Umsetzung eines vorgegebenen Schaltbefehles eine Einhaltung der Mindestzeit für die Sperrung und/oder die Freigabe und/oder die Zwischenzeit ermöglicht. Der ermittelte Zeitpunkt bzw. Zeitraum, bei dem die Umsetzung des Schaltbefehles ohne Verletzung der Mindestzeit für die Sperrung und/oder die Freigabe und/oder die Zwischenzeit möglich ist, kann von der Steuerung berücksichtigt werden, um zu diesem Zeitpunkt beziehungsweise innerhalb dieses Zeitraumes den vorgegebenen Schaltbefehl in das wenigstens eine neue Signalbild umzusetzen.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform wird mithilfe einer Simulation vor der Umsetzung des vorgegebenen Schaltbefehles überprüft, ob durch eine Änderung der Zeitdauer des aktuellen Signalbildes und/oder des neu zu schaltenden Signalbildes der vorgegebene Schaltbefehl innerhalb eines Zeitraumes oder zu einem Zeitpunkt umgesetzt werden kann, dass die Mindestzeit für eine Zwischenzeit und/oder eine Sperrung und/oder eine Freigabe eingehalten wird. Das Ergebnis der Simulation kann bei der Umsetzung des vorgegebenen Schaltbefehles berücksichtigt werden. Somit kann insbesondere die Zeitdauer des aktuellen Signalbildes verkürzt oder verlängert beziehungsweise die Zeitdauer des neu zu schaltenden Signalbildes verkürzt oder verlängert werden, um die Mindestzeiten für die Sperrung, die Freigabe

und/oder die Zwischenzeit einhalten zu können. Auf diese Weise wird eine weitere Verbesserung der Steuerung der Signalanlage mithilfe der Simulation erreicht. Zudem bietet die Simulation die Möglichkeit komplexere Situationen während der Laufzeit des Steuerverfahrens der Signalanlage zu prüfen und in Echtzeit den Schaltbefehl zu ändern, ohne eine zeitliche Verzögerung der Umsetzung zu verursachen.

**[0018]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden, wobei

- FIG 1 eine schematische Darstellung einer Signalanlage mit Signalgruppen und einer Steuereinheit,
- FIG 2 eine schematische Darstellung eines zeitlichen Verlaufes eines Signalbildes einer Signalgruppe und den entsprechenden Schaltzuständen ,
- FIG 3 eine schematische Darstellung einer Tabelle mit Zwischenzeiten für Signalgruppen einer Signalanlage,
- FIG 4 eine schematische Darstellung der Zwischenzeit zwischen zwei Signalgruppen mit Angabe des zeitlichen Verlaufes der Signalbilder und der Zustände der zwei Signalgruppen,
- FIG 5 eine schematische Darstellung eines zeitlichen Verlaufes des Signalbildes einer Signalgruppe mit den zugeordneten Schaltzuständen für einen Übergang von einer Sperrung auf eine Freigabe,
- FIG 6 eine schematische Darstellung eines weiteren zeitlichen Verlaufes eines Signalbildes und des zugeordneten Schaltzustandes einer Signalgruppe für einen Übergang von einer Sperrung zu einer Freigabe,
- FIG 7 einen zeitlichen Verlauf eines Signalbildes einer Signalgruppe vor einer Korrektur,
- FIG 8 eine schematische Darstellung eines zeitlichen Verlaufes des Signalbildes der FIG 7 nach der Korrektur,
- FIG 9 einen zeitlichen Verlauf eines Signalbildes einer Signalgruppe vor einer Korrektur,
- FIG 10 den zeitlichen Verlauf der Signalgruppe der FIG 9 nach der Korrektur,
- FIG 11 einen zeitlichen Verlauf eines weiteren Signalbildes einer Signalgruppe vor einer Korrektur,
- FIG 12 das Signalbild der FIG 14 nach der Korrektur,
- FIG 13 einen zeitlichen Verlauf eines Signalbildes einer Signalgruppe vor einer Korrektur,
- FIG 14 ein erstes korrigiertes Signalbild des Signalbildes der FIG 13, und
- FIG 15 ein zweites korrigiertes Signalbild der FIG 13 zeigt.

**[0019]** FIG 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Kreuzung 2 von Straßen 3, 4, 5, 6. Jede Straße weist zwei Fahrspuren auf. Die Straßen 3, 4, 5, 6 treffen sich an der Kreuzung 2. Zur Steuerung der Verkehrsströme der Straßen ist eine Signalanlage 1 mit vier Signalgruppen 7, 8, 9, 10 vorgesehen. Jede Signalgruppe kann wenigstens ein Signalbild 11 darstellen. Das Signalbild kann beispielsweise in Form einer Ampel eine rote Kreisfläche, eine gelbe Kreisfläche und/oder eine grüne Kreisfläche oder kein Zeichen darstellen. Auch eine dunkle Ampel, d.h. eine nicht aktive Ampel stellt ein Signalbild dar, mit dem eine Sperrung oder eine Freigabe des Verkehrsstromes erfolgt. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann das Signalbild 11 auch andere Formen und/oder Farben, wie z.B. Pfeile, Rechtecke oder aufweisen. Insbesondere kann eine Signalgruppe verschiedene Signalbilder für verschiedene Verkehrsströme darstellen. Beispielsweise können für ein Linksabbiegen, ein Rechtsabbiegen und eine Geradeausfahrt unterschiedliche Signalbilder vorgesehen sein.

**[0020]** Zur Steuerung der Signalbilder der Signalgruppen ist eine Steuereinheit 12 vorgesehen. Die Steuereinheit 12 steht mit den Signalgruppen 7, 8, 9, 10 in Verbindung. Die Verbindung kann drahtgebunden oder drahtlos sein. Zudem kann abhängig von der gewählten Ausführungsform jede Signalgruppe 7, 8, 9, 10 eine eigene Steuereinheit aufweisen. Bei dieser Ausführungsform wird die Funktion der Steuereinheit 12 durch die verschiedenen Steuereinheiten der jeweiligen Signalgruppen realisiert. Die Steuereinheit 12 ist ausgebildet, um abhängig von einem Schaltbefehl wenigstens ein aktuelles Signalbild einer Signalgruppe zu verändern. Der Schaltbefehl kann von einem verkehrsunabhängigen Steuerungsverfahren und/oder von einem Festzeitsteuerungsverfahren und/oder von einem Priorisierungsverfahren für Sonderfahrzeuge wie z.B. Polizeifahrzeuge, Rettungsfahrzeuge vorgegeben werden. Die Steuerungsverfahren und das Priorisierungsverfahren können auf der Steuereinheit oder auf einer weiteren Steuereinheit ablaufen.

**[0021]** Die Steuereinheit 12 kann ausgebildet sein, um in dem vorliegenden Beispiel das Signalbild 11 der ersten und der dritten Signalgruppe 7, 9 von Grün, das heißt von einer Freigabe eines Verkehrsstromes, zu Rot, das heißt zu einer Sperrung des Verkehrsstromes zu ändern. Zudem ist die Steuereinheit 12 ausgebildet, um abhängig von dem Schaltbefehl das Signalbild 11 der zweiten und der dritten Signalgruppe 8, 10 von einem von Rot, das heißt von einer Sperrung, auf Grün, das heißt auf eine Freigabe, zu schalten. Die Steuereinheit 12 kann eine Zeituhr zum Messen der tatsächlichen Zeitdauer einer Sperrung und/oder einer Freigabe einer Signalgruppe und/oder einer tatsächlichen Zwischenzeit zwischen einer Sperrung einer ersten Signalgruppe und einer Freigabe einer zweiten Signalgruppe, wobei die erste und die zweite Signalgruppe feindliche Verkehrsströme steuern.

**[0022]** Für eine verkehrssichere Steuerung der Signalanlage 1 können Mindestzeiten für eine Sperrung

und/oder eine Freigabe einer Signalgruppe vorgesehen sein. Beispielsweise kann eine Mindestsperrzeit für eine Signalgruppe eine Sekunde betragen. Zudem kann eine Mindestfreigabezeit fünf Sekunden betragen. Abhängig von der gewählten Ausführungsform können auch andere Werte für die Mindestsperrzeit und/oder die Mindestfreigabezeit vorgesehen sein. Zudem können die Mindestsperrzeit und/oder die Mindestfreigabezeit und/oder die Mindestzwischenzeit von weiteren Parametern wie zum Beispiel dem Verkehrsaufkommen, der Tageszeit, der Wochenzeit oder dem Wetter wie zum Beispiel Regen oder Schnee abhängen. Weiterhin können die Mindestsperrzeit und/oder die Mindestfreigabezeit von dem Signalgruppentyp der Signalgruppe abhängen. Beispielsweise können unterschiedliche Mindestzeiten für die Sperrzeit und die Freigabezeit für ein Fahrzeug, einen Fußgänger, ein Fahrrad, ein öffentliches Verkehrsmittel wie einen Bus, eine Straßenbahn, ein Sonderfahrzeug wie z.B. ein Polizeifahrzeug, ein Rettungsfahrzeug in einem Speicher 13 der Steuereinheit 12 hinterlegt sein.

**[0023]** Weiterhin kann in einer weiteren Ausführung eine Mindestzeit für einen verkehrstechnischen Zustand vorgegeben sein, unabhängig davon, ob ein oder mehrere Signalbilder nacheinander für den verkehrstechnischen Zustand angezeigt werden. Beispielsweise kann eine Mindestzeit für eine Freigabe einer Signalgruppe vorgegeben sein, indem eine Abfolge eines grünen Signals, eines dunklen Signals und eines grün blinkenden Signals erfolgt. Somit muss in dieser Ausführung die Mindestzeit nicht von einem Signalbild, sondern kann von einer Abfolge mehrerer Signalbilder eingehalten werden. Analog kann die Mindestzeit auch für den verkehrstechnischen Zustand einer Sperrung festgelegt sein. Auch für die Einhaltung der Mindestzeit der Sperrung kann eine Abfolge mehrerer Signalbilder verwendet werden, wie z.B. ein Rotsignal, ein rot blinkendes Signal und ein gleichzeitig rotes und gelbes Signal. Die Mindestzeiten und die Festlegung welche Mindestzeit und insbesondere ob eine Mindestzeit für Signalbilder oder eine Mindestzeit für verkehrstechnische Zustände verwendet werden soll, ist im Speicher 13 der Steuereinheit 14 abgelegt.

**[0024]** Die Mindestzeiten für die Sperrzeit und Freigabezeit sind z.B. in der Weise gewählt, dass eine verkehrstechnische Optimierung des Verkehrsstromes erreicht wird. Zu kurze Mindestzeiten für die Sperrzeit und Freigabezeit sind ineffizient, da sie zu einer Überlastung des jeweiligen Verkehrsstroms führen. Darüber hinaus können häufige verkehrstechnische Zustandswechsel zu einem hohen Anteil an Verlustzeiten, der z.B. durch das Umschalten zwischen Rot und Grün der einzelnen Signalgruppen verursacht wird, führen. Bei hohen Verlustzeiten können in einem fest vorgegebenen Zeitintervall in Summe nur wenige Fahrzeuge die Kreuzung passieren.

**[0025]** FIG 2 zeigt in einer schematischen Darstellung einen Verlauf eines Signalbildes 11 für eine Signalgruppe über die Zeit t. Ein Signalbild für eine Sperrung, d.h. z.B. ein Rotsignal einer Ampel ist mit einem Kreuz darge-

stellt. Zudem ist das Signalbild in Zeiteinheiten in Form von Kästchen dargestellt. Eine Zeiteinheit ist z.B. eine Sekunde. Ein Übergangssignal zwischen einer Sperrung und einer Freigabe, d.h. z.B. ein Gelbsignal einer Ampel ist schematisch mit einem Schrägstrich dargestellt. Ein Signalbild für eine Freigabe des Verkehrsstromes, d.h. z.B. ein Grünsignal einer Ampel ist schematisch mit einem Kreis dargestellt.

**[0026]** Unter dem Signalbild 11 ist ein zeitlicher Verlauf des verkehrstechnischen Zustandes 14 dargestellt. Der verkehrstechnische Zustand 14 definiert die Bedeutung des Signalbildes für die Verkehrsteilnehmer. Der verkehrstechnische Zustand wird im Folgenden nur Zustand genannt. Der verkehrstechnische Zustand 14 stellt mit einem dunklen Feld eine Sperrung des Verkehrsstromes und mit einem hellen Feld eine Freigabe des Verkehrsstromes dar, der von der Signalgruppe gesteuert wird. Vom nullten Zeitpunkt t0 bis zum ersten Zeitpunkt t1 zeigt das Signalbild 11 eine Sperrung an. Zwischen dem ersten Zeitpunkt t1 und einem zweiten Zeitpunkt t2 ist eine Mindestzeit für eine Freigabe 16 dargestellt. Das Signalbild 11 zeigt zwischen dem ersten Zeitpunkt t1 und dem dritten Zeitpunkt t3 ein grünes Signal, das heißt eine Freigabe des Verkehrsstromes an. Zwischen dem dritten Zeitpunkt t3 und einem vierten Zeitpunkt t4 zeigt das Signalbild 11 ein gelbes Signal, das heißt einen Umschaltzustand an. Zwischen dem vierten Zeitpunkt t4 und einem fünften Zeitpunkt t5 ist eine Mindestzeit für eine Sperrung 15 dargestellt. Das Signalbild 11 endet zu einem sechsten Zeitpunkt t6. Zwischen dem dritten Zeitpunkt t3 und dem sechsten Zeitpunkt t6 liegt ein gesperrter Zustand 14 vor. Ein gelbes Signal oder ein gelbes und ein rotes Signal stellen Übergangssignale dar. Übergangssignale werden in diesem Beispiel als gesperrter Zustand 14 angesehen.

**[0027]** Weiterhin kann im Speicher 13 eine Tabelle für die Signalbilder abgelegt sein, wobei die einzelnen Signalbilder in zwei Gruppen eingeteilt sind. Bei den Signalbildern der ersten Gruppe wird für die Prüfung der Einhaltung der Mindestzeit jeweils die Dauer eines einzelnen Signalbildes betrachtet. Bei der zweiten Gruppe wird zur Prüfung der Einhaltung der Mindestzeit eine Reihenfolge von Signalbildern der zweiten Gruppe betrachtet.

**[0028]** Der weitere einzuhaltende Parameter ist die Zwischenzeit, die zwischen einer Sperrung einer ersten Signalgruppe und einer Freigabe einer zweiten Signalgruppe liegt, wenn die zwei Signalgruppen konkurrierende Verkehrsströme schalten, die bei gleichzeitiger Freigabe zu gefährlichen Verkehrssituationen führen könnten, sich insbesondere kreuzen. Ein Zwischenzeitfehler tritt auf, wenn eine vorgegebene Mindestzwischenzeit zwischen einem Freigabeende der ersten Signalgruppe und einem Freigabebeginn der zweiten Signalgruppe unterschritten wird. Eine Prüfung der Einhaltung der Mindestzeit der Zwischenzeit erfolgt auf Basis der verkehrstechnischen Zustände der beiden Signalgruppen. Zur Prüfung der Einhaltung der Mindestzeit der Zwischenzeit muss der verkehrstechnische Zustand aufgrund der Si-

gnalbilder berücksichtigt werden.

**[0029]** Für eine einfache Prüfung kann eine Tabelle im Speicher 13 abgelegt sein, die schematisch in FIG 3 dargestellt ist. Dabei sind in einer Zeile fünf Verkehrsströme für verschiedene Signalbilder dargestellt. Zudem sind in der Spalte ebenfalls fünf Verkehrsströme für verschiedene Signalbilder dargestellt. An den Kreuzungspunkten der Zeilen und Spalten sind die Mindestauern für Zwischenzeiten für einen Übergang von dem Signalbild der Zeile zu dem Signalbild der Spalte Sperrung des die Zwischenzeiten dargestellt. Die Signalbilder der Zeile stellen jeweils das erste Signalbild und die Signalbilder der Spalte jeweils das zweite Signalbild dar. Die Spalten stellen die Signalbilder der einfahrenden Signalgruppen dar. Die Zeilen stellen die Signalbilder der räumenden Signalgruppen dar. Eine Zwischenzeit ist immer paarweise zwischen einer einfahrenden Signalgruppe und einer räumenden Signalgruppe angegeben. Als räumende Signalgruppe wird die Signalgruppe bezeichnet, deren Freigabeende entweder in der Vergangenheit liegt oder noch nicht stattgefunden hat. Als einfahrende Signalgruppe wird die Signalgruppe bezeichnet, deren Freigabebeginn noch nicht stattgefunden hat beziehungsweise die erst noch auf Freigabe geschaltet werden soll.

**[0030]** FIG 4 zeigt in einer schematischen Darstellung den zeitlichen Verlauf eines Signalbildes 11 und den zeitlichen Verlauf eines verkehrstechnischen Zustandes 14 einer räumenden Signalgruppe 17. Darunter ist zeitlich synchron ein zeitlicher Verlauf eines Signalbildes 11 und ein zeitlicher Verlauf eines verkehrstechnischen Zustandes 14 einer einfahrenden Signalgruppe 18 dargestellt. Der aktuelle Zeitpunkt 28 ist in Figur schematisch in Form einer Linie dargestellt. Aus den Signalbildern 11 der einfahrenden und der räumenden Signalgruppen 17, 18 werden die verkehrstechnischen Zustände 14 der Signalgruppen 17,18 abgeleitet. Die effektiv geschaltete Zwischenzeit ist die zeitliche Differenz zwischen einem Ende eines freigegebenen Zustandes 14 der räumenden Signalgruppe 17 und einem Beginn eines nicht gesperrten bzw. freigegebenen Zustandes 14 der einfahrenden Signalgruppe 18. FIG 4 zeigt zum ersten Zeitpunkt t1 das Ende des freigegebenen Zustandes 14 der räumenden Signalgruppe 17. Zum zweiten Zeitpunkt t2 ist der Beginn des freigegebenen Zustandes 14 der einfahrenden Signalgruppe 18 dargestellt. Der zeitliche Abstand zwischen dem ersten Zeitpunkt t1 und dem zweiten Zeitpunkt t2 definiert die Zwischenzeit 19 zwischen der räumenden Signalgruppe 17 und der einfahrenden Signalgruppe 18.

**[0031]** Eine Funktion des vorliegenden Verfahrens besteht darin, dass zur Laufzeit des Programmes zur Steuerung der Signalanlage 1 überprüft wird, ob die Mindestzeit für die Sperrung einer Signalgruppe und/oder die Freigabe einer Signalgruppe und/ oder die Zwischenzeit zwischen einer Sperrung einer ersten Signalgruppe und der Freigabe einer zweiten Signalgruppe bei Umsetzen eines Schaltbefehles in die entsprechenden Signalbilder eingehalten wird. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann bei Erkennen einer Verletzung einer der

Mindestzeiten ein Fehlersignal abgespeichert und/oder ausgegeben werden. Zudem kann abhängig von der gewählten Ausführungsform kann bei Erkennen einer Verletzung einer der Mindestzeiten eine Korrektur der Umsetzung des Schaltbefehles in wenigstens ein Signalbild in der Weise durchgeführt werden, dass die Mindestzeit der Sperrung und/oder der Freigabe und/oder der Zwischenzeit eingehalten wird. Eine Mindestdauer muss daher nicht vorab berechnet und als Qualifikationsdaten abgespeichert werden, sondern die Mindestdauer kann zur Laufzeit des Steuerungsverfahrens, insbesondere bei einem verkehrsabhängigen Steuerungsverfahrens dynamisch berechnet oder abgefragt werden.

**[0032]** Ein weiterer alternativer Ansatz besteht nun darin, den Onlinekorrekturalgorithmus so zu verwenden, dass zur Laufzeit der richtige Zeitpunkt zum Wechsel des Signalbildes bestimmt wird. Der richtige Zeitpunkt ist dann dadurch gekennzeichnet, dass keine Korrekturen der Signalisierung erforderlich sind.

**[0033]** Zudem kann das beschriebene Verfahren für eine automatische Generierung beziehungsweise Konfiguration von Phasenübergängen zwischen Signalbildern verwendet werden. Dabei kann die Einhaltung der Mindestdauer der Sperrung und/oder der Freigabe und/oder der Zwischenzeit zur Laufzeit der insbesondere verkehrsabhängigen Steuerung durchgeführt werden. Ein Phasenübergang ist dabei eine Signalisierungssequenz von einem Ausgangssignalbild in ein Zielsignalbild für wenigstens zwei, insbesondere alle Signalgruppen einer Signalanlage 1. Dieses Verfahren kann insbesondere bei verschiedenen steuerungstechnischen Eingriffen wie zum Beispiel Sondereingriffen für eine Priorisierung eines Fahrzeuges des Öffentlichen Verkehrs oder eines Sondereinsatzfahrzeuges von Vorteil sein. Das beschriebene Verfahren ermöglicht eine Onlinekorrektur für einen Phasenübergang von einem beliebigen Ausgangssignalbild in ein Zielsignalbild zur Laufzeit des Steuerverfahrens.

**[0034]** Eine weitere Aufgabe des Verfahrens kann darin bestehen, dass in der Steuereinheit eintreffende Schaltbefehle, unabhängig von ihrer Quelle, auf verkehrstechnische Fehler überprüft werden, bevor die Schaltbefehle in Signalbilder der Signalgruppen umgesetzt werden. Die Überprüfung und Korrektur kann dabei die Fehler berücksichtigen, die ohne eine Korrektur zu einer Abschaltung der Signalanlage führen würden. Dabei können insbesondere eine Mindestfreigabezeitverletzung und/oder eine Mindestsperrzeitverletzung und/oder eine Mindestzwischenzeitverletzung überprüft werden.

**[0035]** Eine Mindestdauer für die Freigabe und/oder die Sperrung und/oder die Zwischenzeit kann pro Signalgruppe und verkehrstechnischem Zustand überwacht und insbesondere korrigiert werden. Zur Überwachung einer Mindestfreigabezeit oder einer Mindestsperrzeit oder einer Mindestzwischenzeit werden die effektiven Freigabezeiten und/oder Sperrzeiten aus der Signalbildfolge extrahiert. Insbesondere sind die Mindestzeiten auf

Basis des verkehrstechnischen Zustandes 14 und nicht direkt auf Basis der zeitlichen Dauer der Signalbilder definiert.

**[0036]** In einer Ausführungsform wird die Prüfung der Mindestdauer für alle Signalbilder durchgeführt, die keine Übergangssignalbilder wie zum Beispiel bei einer Ampel Gelb oder gleichzeitig Rot und Gelb darstellen. Dabei wird zunächst geprüft, welche Art der Mindestzeitbedingung einzuhalten ist. Wie bereits oben ausgeführt, kann für jedes einzelne Signalbild eine Mindestzeit oder für eine Serie von Signalbildern überprüft werden. Welche der zwei Überprüfungen verwendet wird, kann von der Steuereinheit 12 gewählt werden oder ist im Speicher 13 oder durch eine entsprechende Eingabe einer Bedienerperson festgelegt. Weiterhin können abhängig von dem aktuellen Signalbild und dem Signalbild, in das aufgrund des Schaltbefehles geschaltet werden soll, verschiedene Prüfungen durchgeführt werden.

**[0037]** Weiterhin kann bei den beschriebenen Verfahren die Mindestdauer einer Zwischenzeit überprüft und insbesondere eine Korrektur einer Zwischenzeit vor einem Umschalten zwischen zwei Signalbildern aufgrund eines Schaltbefehles ausgeführt werden. Dabei kann die Einhaltung des minimalen zeitlichen Versatzes zwischen dem Freigabezeitende einer räumenden Signalgruppe und dem Freigabezeitbeginn einer einfahrenden Signalgruppe überprüft werden. Zur Prüfung der Zwischenzeiten wird der verkehrstechnische Zustand 14 aus den Signalbildern 11 der der Signalgruppen abgeleitet. Wird eine Verletzung der Zwischenzeit erkannt, kann ein Fehlersignal abgespeichert oder ausgegeben werden, und insbesondere kann die Umsetzung des Schaltbefehls entgegen dem Schaltbefehl verändert werden.

**[0038]** Bei einer Korrektur der Umsetzung der Schaltbefehle kann in einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass bestimmte Teile der Signalgruppen für die einfahrende Signalgruppe und die räumende Signalgruppe nicht verändert werden können. Durch die Mindestzeiten und Übergangszeiten der einzelnen Signalgruppen können Signalbilder für bestimmte Zeitbereiche als unveränderlich vorgegeben sein. Die unveränderlichen Zeitbereiche der Signalbilder werden im Folgenden als Atomic Block bezeichnet.

**[0039]** FIG 5 zeigt für eine Signalgruppe einen zeitlichen Verlauf eines Signalbildes 11 und synchron dazu den verkehrstechnischen Zustand 14. Dabei ist ein Atomic Block 27 für einen unveränderlichen Zeitbereich des Signalbildes dargestellt. Der Atomic Block 27 umfasst in diesem Beispiel ein gelb/rotes Signal und vier Zeiteinheiten eines grünen Signals. FIG 6 zeigt eine weitere Ausführungsform eines zeitlichen Ablaufes eines Signalbildes 11 einer Signalgruppe und dem dazugehörigen verkehrstechnischen Zustand 14. Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst der Atomic Block 27 drei Zeiteinheiten eines gelben Signals und drei Zeiteinheiten eines roten Signals. Abhängig von der gewählten Ausführung kann anstelle von Zeiteinheiten auch eine kontinuierliche Zeitmessung für die Signalbilder, den verkehrstechni-

schen Zustand und den Atomic Block verwendet werden. Der Atomic Block bezeichnet einen Sperrzeitbereich eines Signalbildes, der eingehalten werden muss, da ansonsten eine Mindestzeitverletzung auftreten würde.

**[0040]** FIG 7 zeigt ein Signalbild 11 einer räumenden Signalgruppe 17 und ein Signalbild 11 einer einfahrenden Signalgruppe 18 in Abhängigkeit vom zeitlichen Verlauf aufgrund eines vorgegebenen Schaltbefehls. Der aktuelle Zeitpunkt ist mit 28 gekennzeichnet. In dieser Situation ist das Freigabeende der räumenden Signalgruppe nicht mehr veränderbar, da es in der Vergangenheit liegt. In der Situation der FIG 7 würde bei Umsetzung des vorgegebenen Schaltbefehls nur eine Zwischenzeit von sechs Sekunden vorliegen. Es ist jedoch eine Mindestzwischenzeit von 7 Sekunden vorgegeben. In dieser Situation kann eine Vermeidung der Zwischenzeitverletzung nur durch eine zeitliche Verschiebung einer Freigabe der einfahrenden Signalgruppe in die Zukunft erreicht werden. Deshalb ist eine Verlängerung der Sperrzeit des Signalbildes 11 der räumenden Signalgruppe 17 erforderlich, wie in FIG 8 dargestellt ist.

**[0041]** FIG 9 zeigt zeitliche Verläufe von Signalbildern 11 einer räumenden Signalgruppe 17 und einer einfahrenden Signalgruppe 18, die sich aufgrund eines erhaltenen Schaltbefehls einstellen würden. Bei einer Ausführung des Schaltbefehls würde die Zwischenzeit 19, die in dem vorliegenden Fall auf -1 Sekunde festgelegt ist, auf den Wert -2 Sekunde unterschritten werden. Auch bei dieser Situation ist eine Korrektur durch eine Verlängerung der Sperrzeit der einfahrenden Signalgruppe 18 erforderlich, wie in FIG 10 dargestellt ist. In den Beispielen der FIG 9 und 10 befindet sich die räumende Signalgruppe 17 zum Zeitpunkt der Betrachtung 28 noch in der Mindestfreigabezeit, so dass die Freigabezeiten der räumenden Signalgruppe 17 nicht verkürzt werden kann.

**[0042]** Zudem kann grundsätzlich zur Korrektur für die Umsetzung des Schaltbefehls auch ein Abbruch der räumenden Signalgruppe ausgeführt werden. Eine laufende Freigabe einer einfahrenden Signalgruppe ist nicht veränderbar, falls die Mindestzeit noch nicht abgelaufen ist, wie in FIG 11 dargestellt ist. FIG 11 zeigt zeitliche Verläufe der Signalbilder 11 einer räumenden Signalgruppe 17 und einer einfahrenden Signalgruppe 18. Der aktuelle Zeitpunkt 28 ist ebenfalls dargestellt. Für eine nahe Zukunft ist die Signalisierung durch einen Atomic Block 27 bereits festgelegt. Für eine Korrektur kann daher die räumende Signalgruppe 17 die laufende Freigabe abbrechen, wie in FIG 12 dargestellt ist. Somit wird die laufende Freigabe der räumenden Signalgruppe 17 ab dem aktuellen Zeitpunkt 28 abgebrochen und ein rotes oder gelbes Signal im Signalbild geschaltet. Da sich zum aktuellen Zeitpunkt 28 die einfahrende Signalgruppe 18 bereits im Atomic Block-Bereich 27 befindet, kann nur eine Änderung des Signalzustandes beziehungsweise des Signalbildes 11 der räumenden Signalgruppe 17 erfolgen.

**[0043]** Als weitere Korrektur kann eine Unterdrückung der einfahrenden Signalgruppe oder ein Abbruch der räu-

menden Signalgruppe für eine Umsetzung des Schaltbefehls bei Einhaltung der Mindestzeiten vorgesehen sein. In einigen Fällen können sowohl die einfahrenden als auch die räumenden Signalgruppen zur Vermeidung von Zwischenzeitverletzungen verändert werden, wie in den FIG 13, 14 und 15 dargestellt ist.

**[0044]** FIG 13 zeigt einen zeitlichen Verlauf der Signalbilder 11 einer einfahrenden und der räumenden Signalgruppe 18, 17 bei einem vorgegebenen Schaltbefehl zum aktuellen Zeitpunkt 28. Der vorliegende Schaltbefehl zum aktuellen Zeitpunkt 28 bzw. die nahe Zukunft ist nicht durch einen Atomic Block 27 für die räumende oder die einfahrende Signalgruppe 17, 18 eingeschränkt.

**[0045]** Obwohl hier zwei Korrekturmöglichkeiten bestehen, kann ein Unterdrücken der einfahrenden Signalgruppe bevorzugt werden. Zusätzlich kann so die Entstehung unauflösbarer Zwischenzeitverletzungen vermieden werden.

**[0046]** Zum aktuellen Zeitpunkt 28 ist eine Mindestzeit für die Zwischenzeit von einer Sekunde einzuhalten. Die einfahrende Signalgruppe 18 möchte jedoch zum aktuellen Zeitpunkt 28 auf ein rotgelbes Signalbild, das heißt in einen Sperrzustand, umschalten. Als eine erste mögliche Lösung bietet sich eine Änderung des Signalbildes 11 der einfahrenden Signalgruppe 18 gemäß FIG 14 an. Dabei wird das Signalbild 11 mindestens noch für eine Sekunde auf Rot, das heißt sperrend, geschaltet. Bei der Korrektur wird der Freigabewunsch der einfahrenden Signalgruppe 18 für mindestens die vorgegebene Mindestzeit der Zwischenzeit von einer Sekunde unterdrückt.

**[0047]** FIG 15 zeigt eine weitere mögliche Korrektur der FIG 13, bei der das Signalbild 11 der räumenden Signalgruppe 17 ab dem aktuellen Zeitpunkt 28 in ein gelbes Signalbild, d.h. in einen sperrenden Zustand, geschaltet wird. Somit wird in diesem Fall die laufende Freigabe der räumenden Signalgruppe 17 abgebrochen. Der hier beschriebene Fall beinhaltet auch die Überwachung auf Feindlichkeit. In diesem Fall muss feindliches Grün für beide Signalgruppen überprüft werden.

**[0048]** In einer weiteren Ausführungsform kann eine Korrektur einer Phasendauer im laufenden Betrieb bei einem phasenbasierten Steuerverfahren durchgeführt werden. Ein Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass ein phasenbasiertes Steuerverfahren abfragen kann, ob ein Phasenwechsel mit einem Wechsel eines ersten Signalbildes wenigstens einer Signalgruppe zu einem zweiten Signalbild der Signalgruppe zu einem bestimmten Zeitpunkt oder innerhalb eines bestimmten Zeitraumes möglich ist, ohne, dass eine Korrektur der vorgegebenen Zeitdauern der Signalbilder bzw. der Phasen erforderlich ist. Als Eingangsdaten für die Prüfung kann die Signalisierung des Zeitpunktes, zu dem der Phasenwechsel stattfinden soll, und die bis zu diesem Zeitpunkt erfolgte Signalisierung berücksichtigt wird. Im Rahmen der Überprüfung wird von der Steuereinheit die Signalisierung bei dem zu prüfenden Phasenwechsel zu dem vorgegebenen Zeitpunkt beziehungsweise zu einem möglichen Zeitraum simuliert. Der Korrekturmecha-

nismus, wie oben beschrieben, kann dabei Teil der Simulation sein, die schneller abläuft als das Steuerverfahren in Echtzeit. Die Simulation startet den zu prüfenden Phasenübergang. Dabei kann die Signalisierung der Signalgruppen für jede Sekunde des Übergangs dem Korrekturmechanismus als Eingangssignal übergeben werden. Ergibt der Korrekturmechanismus eine Verletzung einer Mindestzeit der Freigabe und/oder der Sperrung und/oder der Zwischenzeit, so würde das Auslösen des Phasenwechsels zum aktuellen Zeitpunkt zu einer Korrektur im laufenden Betrieb führen. Somit ermittelt die Simulation als Ergebnis, dass das Steuerverfahren zu dem gewünschten Zeitpunkt den gewünschten Phasenübergang nicht ausführen kann.

**[0049]** In einer abgewandelten Ausführungsform kann die Simulation überprüfen, in welchem Zeitraum der gewünschte Phasenübergang ohne eine Verletzung einer Mindestzeit der Freigabe und/oder der Sperrung und/oder der Zwischenzeit durchgeführt werden kann. Dazu wird die beschriebene Simulation für mehrere zukünftige Startzeitpunkte des Phasenübergangs durchgeführt. Somit können die Startzeitpunkte beziehungsweise der Startzeitbereich bestimmt werden, zu dem aus der aktuellen Phase in die neue Zielphase gewechselt werden kann. Für eine schnelle Umsetzung des Phasenüberganges ist der frühestmögliche Zeitpunkt für den Phasenübergang ohne eine Korrektur besonders interessant.

**[0050]** In einer weiteren Ausführungsform kann ein Prüfalgorithmus für verschiedene mögliche Phasenwechsel simuliert werden. Als Ergebnis der Simulation kann eine Liste erhalten werden, die angibt, zu welchem Zeitpunkt welcher Phasenwechsel möglich ist, ohne eine Korrektur der vorgegeben Phasendauern ausführen zu müssen.

**[0051]** In einer weiteren Ausführungsform kann das beschriebene Verfahren zur Berechnung von Signalisierungssequenzen im laufenden Betrieb des Steuerverfahrens verwendet werden. Dabei besteht das Ziel darin, ein steuerndes Phasen- und/oder signalgruppenorientiertes Verfahren für eine Signalisierungssequenz von einem Ausgangssignalsbild in ein Zielsignalsbild berechnen zu lassen, ohne dass bei der Umsetzung eine Korrektur der Zeitdauern der Signalsbilder der Signalgruppen erforderlich ist. Als Eingangsdaten für die Simulation oder die Berechnung sind die Signalisierung des Zeitpunktes, zu dem der Signalisierungswechsel stattfinden soll und die bis zu diesem Zeitpunkt gelaufene Signalisierung vorgesehen. Im Rahmen der Berechnung kann nun die Signalisierung bei dem zu prüfenden Phasenwechsel simuliert werden. Der oben beschriebene Korrekturmechanismus kann dabei Teil der Simulation sein, die schneller abläuft als das Steuerverfahren in Echtzeit. Dabei ergibt sich gegebenenfalls durch laufende Korrekturen eine Signalisierungssequenz, die ohne eine Korrektur umgesetzt werden kann.

**[0052]** Die beschriebenen Verfahren ermöglichen eine Optimierung des Verkehrsflusses insbesondere bei einer

Priorisierung von ÖPNV-Fahrzeugen oder Einsatzfahrzeugen. Ein Vorteil bei der Verwendung des beschriebenen Korrekturverfahrens im laufenden Betrieb ergibt sich bei der Erstellung der verkehrsabhängigen Steuerung. Das beschriebene Verfahren hat den Vorteil, dass ein Festzeitsignalprogramm vor Inbetriebnahme nicht umfassend für das Konfigurationswerkzeug auf Mindest- und Zwischenzeitfehler überprüft werden muss. Dies ist insbesondere im Rahmen einer Plattformstrategie von Vorteil, zum Beispiel falls die Steuereinheit auch mit einfacheren Softwaretools von Fremdherstellern konfigurierbar sein soll. Dies gilt analog für die Erstellung von verkehrsabhängigen Steuerungen. Hier kommt noch der Vorteil einer Vereinfachung hinzu. Ein Optimierungsalgorithmus der verkehrsabhängigen Steuerung muss lediglich entscheiden, wann und für welche Dauer ein Verkehrsstrom eine Freigabe erhält. Restriktionen bezüglich der Mindest- oder Zwischenzeit werden durch das beschriebene Verfahren, d.h. den Korrekturalgorithmus sichergestellt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Korrekturalgorithmus in die verkehrsabhängige Steuerung im regulären Betrieb integriert ist.

**[0053]** Weiterhin kann die Erstellung phasenbasierter verkehrsabhängiger Steuerungsverfahren und Festzeitsignalprogrammen vereinfacht werden. Es ergeben sich die gleichen Vorteile wie oben ausgeführt. Die automatische Ermittlung einer Signalisierungsfrequenz im Onlinebetrieb ermöglicht insbesondere bei synchronisiertem Signalprogrammwechsel einen schnelleren Wechsel. Dadurch kann der Verkehrsfluss besser optimiert werden, da ein neues optimiertes Signalprogramm schnell aktiv geschaltet werden kann, insbesondere gilt dies auch für einen Betriebsartenwechsel.

**[0054]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Umsetzen eines Schaltbefehles in ein Signalsbild einer Signalgruppe für eine Signalanlage einer Verkehrssteuerung mit wenigstens zwei Signalgruppen, die wenigstens zwei konkurrierende Verkehrsströme steuern, wobei der Schaltbefehl vor dem Umsetzen in ein Signalsbild auf eine Verletzung einer Mindestzeit für eine Sperrung und/oder für eine Freigabe und/oder für eine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen, die konkurrierende Verkehrsströme steuern, überprüft wird, und wobei abhängig von einem Ergebnis der Überprüfung eine Umsetzung des Schaltbefehls in ein Signalsbild zeitlich verzögert oder unterdrückt wird, um die Mindestzeit für eine Sperrung oder eine Freigabe und/oder die Zwischenzeit

- zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen einzuhalten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Mindestzeit abhängig von einem Signalgruppentyp vorgegeben wird. 5
  3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mindestzeit abhängig von einem aktuellen Signalbild und/ oder abhängig von einem neu zu schaltenden Signalbild vorgegeben wird. 10
  4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine festgelegte Mindestzeit für eine Sperrung einer Signalgruppe vorgegeben wird, wobei die Mindestzeiten insbesondere in einem Speicher abgelegt sind. 15
  5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine festgelegte Mindestzeit für eine Freigabe einer Signalgruppe vorgegeben wird, wobei die Mindestzeiten insbesondere in einem Speicher abgelegt sind. 20
  6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mindestzeit für eine Sperrung und/oder eine Freigabe für eine Abfolge von vorgegebenen Signalbildern vorgegeben wird. 25
  7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Mindestzeiten für eine Zwischenzeit für bestimmte Signalgruppenpaare in einem Speicher abgelegt sind, wobei die Zwischenzeiten insbesondere in Form einer Tabelle abgelegt sind. 30
  8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die tatsächliche Zeitdauer einer Sperrung und/oder einer Freigabe und/oder einer Zwischenzeit gemessen wird. 35
  9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das aktuelle Signalbild und/oder das neu zu schaltende Signalbild in der Zeitdauer verändert werden, um die Zeitdauer für eine Sperrung und/oder für eine Freigabe und/oder für eine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen, die konkurrierende Verkehrsströme steuern, anzupassen, um eine vorgegebene Mindestzeit für die Sperrung und/oder die Freigabe und/oder die Zwischenzeit einzuhalten. 40
  10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mithilfe einer Simulation überprüft wird, ob ein zu einem festgelegten Zeitpunkt in der Zukunft auszuführender Schaltbefehl bei der Umsetzung eine Mindestzeit für eine Sperrung und/oder für eine Freigabe und/oder für eine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei 45
- Signalgruppen verletzt, wobei der Schaltbefehl zu dem vorgegebenen Zeitpunkt ausgeführt wird, wenn die Simulation ergibt, dass der Schaltbefehl keine Mindestzeit für eine Sperrung oder eine Freigabe und/oder keine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen verletzt, und wobei der Schaltbefehl zu dem vorgegebenen Zeitpunkt nicht durchgeführt wird, wenn die Simulation ergibt, dass der Schaltbefehl eine Mindestzeit für eine Sperrung oder eine Freigabe und/oder eine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen verletzt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mithilfe einer Simulation überprüft wird, ob ein in einem Zeitbereich in der Zukunft auszuführender Schaltbefehl bei der Umsetzung eine Mindestzeit für eine Sperrung oder eine Freigabe und/oder eine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen verletzt, wobei die Simulation einen frühesten Zeitpunkt für die Umsetzung des Schaltbefehls und einen spätesten Zeitpunkt für die Umsetzung des Schaltbefehls im vorgegebenen Zeitbereich ermittelt, bei dem keine Mindestzeit für eine Sperrung und/oder für eine Freigabe und/oder für eine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen verletzt wird. 50
  12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mithilfe einer Simulation ausgehend von einem ersten Signalbild ein Wechsel in ein vorgegebenes zweites Signalbild mithilfe eines Schaltsignals vorgegeben wird, wobei das erste Signalbild und/oder das zweite Signalbild in der Zeitdauer verändert werden, um die Zeitdauer für eine Sperrung und/oder für eine Freigabe und/oder für eine Zwischenzeit zwischen einer Sperrung und/oder einer Freigabe von zwei Signalgruppen, die konkurrierende Verkehrsströme steuern, anzupassen, um die Mindestzeit für die Sperrung und/oder die Freigabe oder die Mindestzeit für die Zwischenzeit einzuhalten, und wobei die ermittelten Zeitdauern bei der Umschaltung der Signalbilder verwendet werden. 55
  13. Steuereinheit, die ausgebildet ist, um ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.
  14. Programmprodukt mit Steuerbefehlen, die ausgebildet sind, um beim Ablaufen auf einer Steuereinheit ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

FIG 1

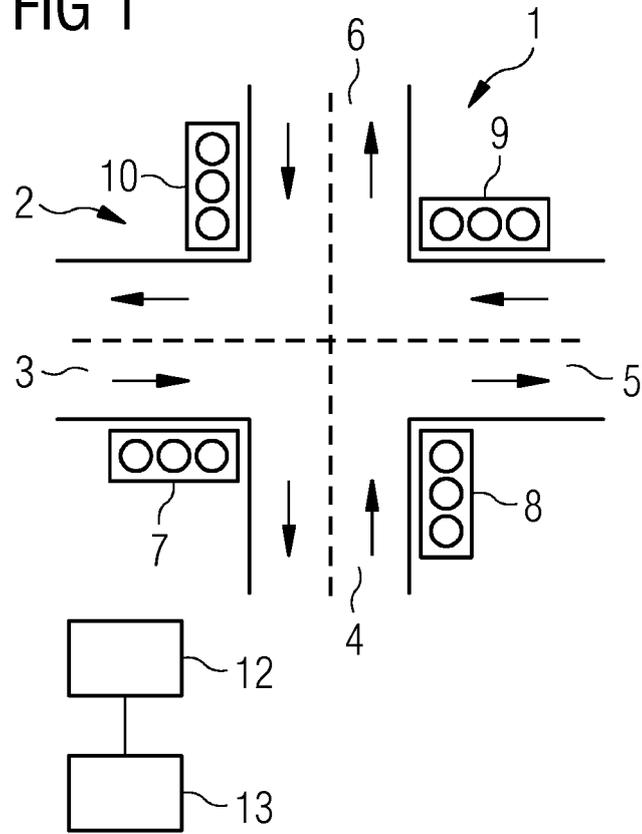


FIG 2

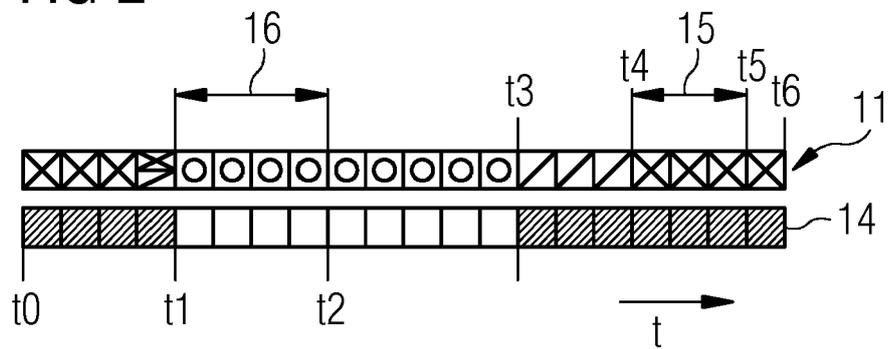


FIG 3

	$\leftrightarrow$ 01 1a, 1b	$\leftrightarrow$ 02 2a, 2b	$\leftrightarrow$ 03 3a, 3b	$\leftrightarrow$ 04 4a, 4b	$\leftarrow$ 05 51
$\leftrightarrow$ 01 - 1a, 1b		6		7	2
<del><math>\leftrightarrow</math> 02 - 2a, 2b</del>	5		4		2
$\leftrightarrow$ 03 - 3a, 3b		9		6	5
$\leftrightarrow$ 04 - 4a, 4b	8		7		0
$\leftarrow$ 05 - 5a, 5b	7	6	5	8	

FIG 4

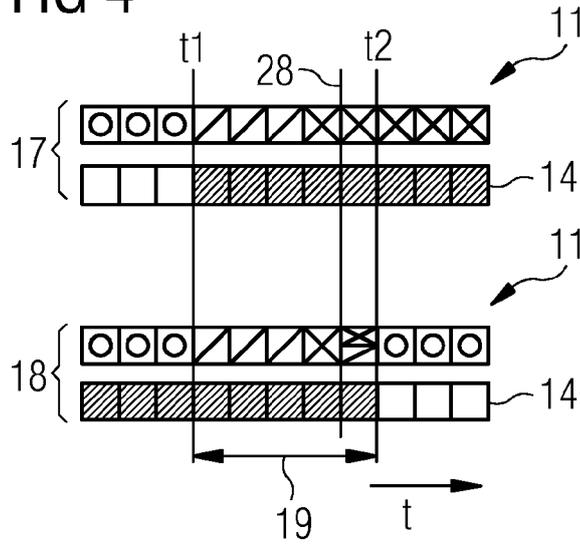


FIG 5

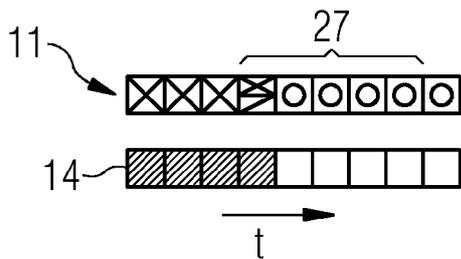


FIG 6

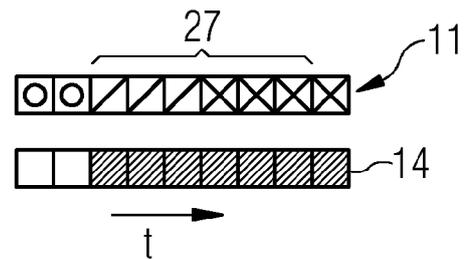


FIG 7

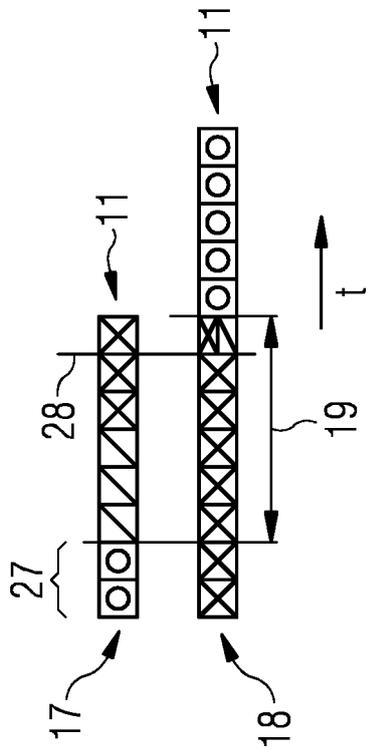


FIG 8

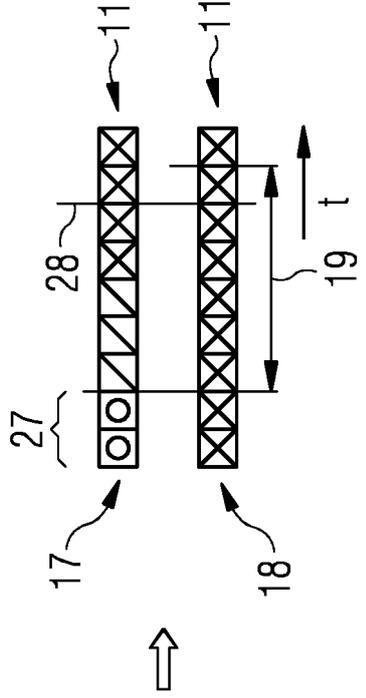


FIG 9

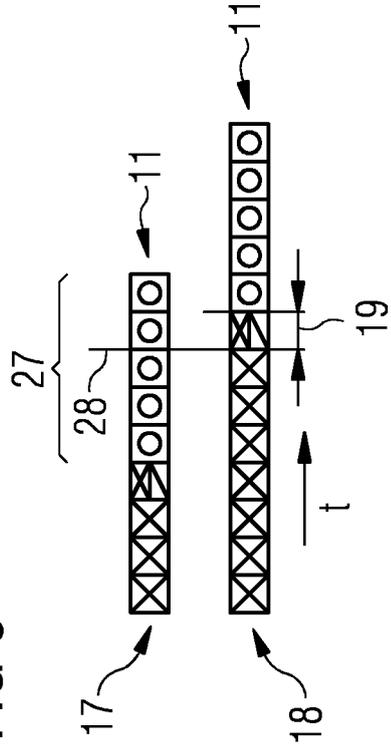


FIG 10

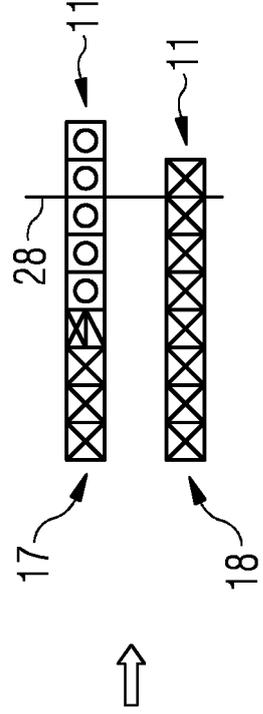


FIG 11

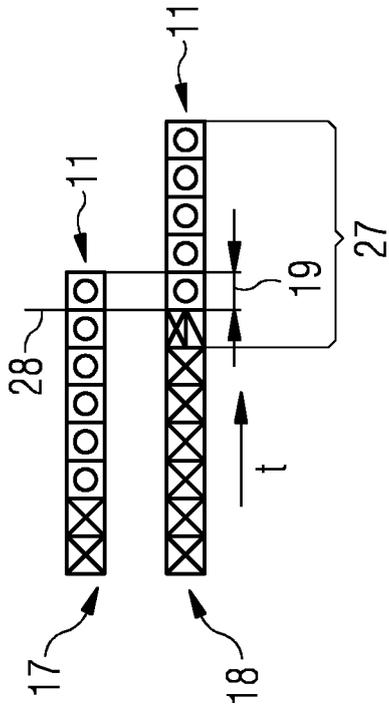


FIG 12

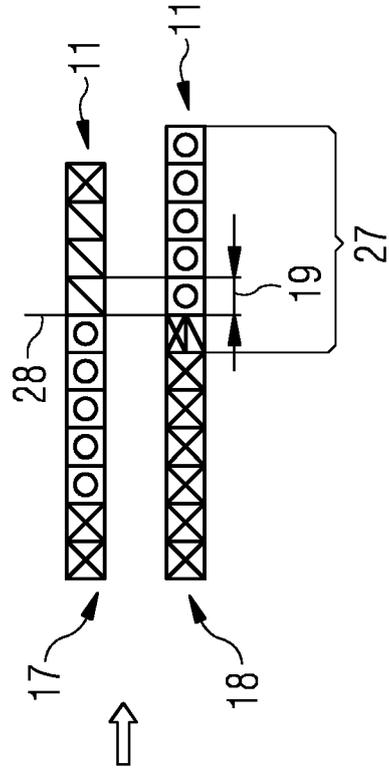


FIG 13

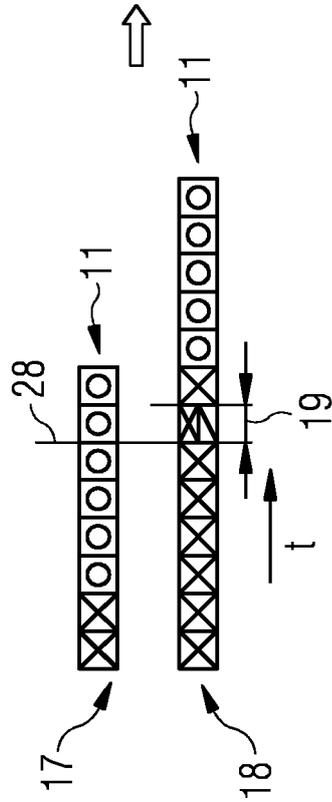


FIG 15

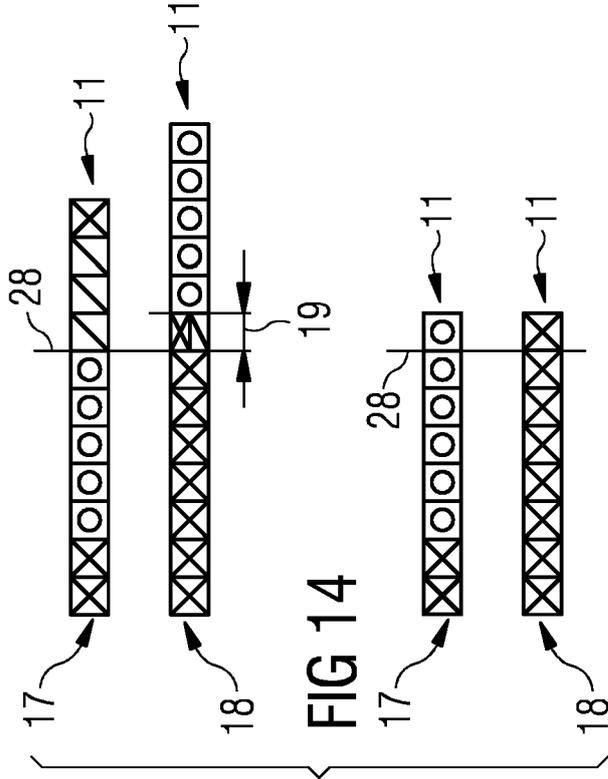
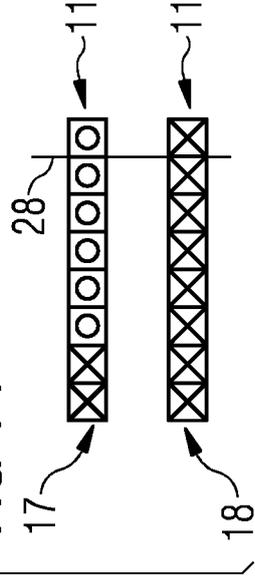


FIG 14





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 20 1853

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	AT 510 247 A1 (KUHN ANDREAS DR [AT]; KUHN BIRGIT MAG [AT]) 15. Februar 2012 (2012-02-15) * Seite 1, Zeilen 1-8,22-28 * * Seite 3, Zeilen 16,17 * * Seite 4, Zeilen 3-10 * * Seite 7, Zeilen 8-19 * * Seite 8, Zeilen 13-24 * * Seite 10, Zeilen 26-29 * * Seite 16, Zeilen 13-20 * -----	1-14	INV. G08G1/07 G08G1/085 G08G1/083
X	DE 101 46 398 A1 (SIEMENS AG [DE]) 17. April 2003 (2003-04-17) * Absätze [0001], [0009], [0013], [0019], [0024], [0026] - [0029] * -----	1-9,13,14	
X	DE 102 08 381 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11. September 2003 (2003-09-11) * Absätze [0001], [0004], [0006], [0009], [0011], [0022], [0023] * -----	1-14	
X	DE 10 2011 018821 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 29. Dezember 2011 (2011-12-29) * Absätze [0001], [0002], [0010], [0018] - [0020] * -----	1-6,9-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G08G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. April 2017	Prüfer Fagundes-Peters, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 20 1853

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-04-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 510247 A1	15-02-2012	AT 510247 A1 EP 2418632 A1 ES 2605989 T3	15-02-2012 15-02-2012 17-03-2017
DE 10146398 A1	17-04-2003	DE 10146398 A1 EP 1298620 A2 US 2003063016 A1	17-04-2003 02-04-2003 03-04-2003
DE 10208381 A1	11-09-2003	AT 501216 A1 CH 696285 A5 DE 10208381 A1	15-07-2006 15-03-2007 11-09-2003
DE 102011018821 A1	29-12-2011	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82