



(10) **DE 10 2017 201 048 A1** 2018.07.26

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 201 048.7**  
(22) Anmeldetag: **24.01.2017**  
(43) Offenlegungstag: **26.07.2018**

(51) Int Cl.: **B60W 30/14 (2006.01)**  
**B60W 40/02 (2006.01)**  
**B60W 40/04 (2006.01)**  
**G08G 1/16 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Deuter, Gerhard, Dr., 88069 Tettang, DE;  
Wiklinska, Malgorzata, 88677 Markdorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

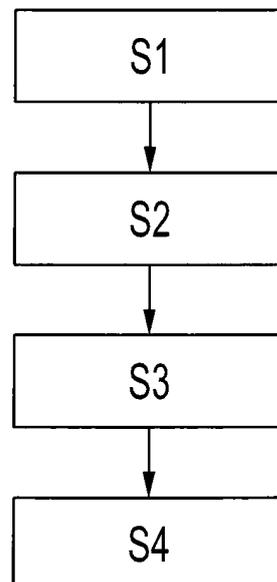
<b>DE</b>	<b>10 2005 017 287</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2014 016 578</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2015 205 133</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2015 / 0 097 957</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2016 / 0 071 417</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2016 / 0 091 897</b>	<b>A1</b>
<b>KR</b>	<b>10 1 601 958</b>	<b>B1</b>

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Regelung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr**

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen wird ein Verfahren zur Regelung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr, wobei wenn erfasst wird, dass sich das Ego-Fahrzeug einem Kreisverkehr nähert, erfasst wird, welcher Art dieser Kreisverkehr ist, und folgende Schritte ausgeführt werden. Es erfolgt ein Erfassen zumindest eines anderen Verkehrsteilnehmers innerhalb eines vorgegebenen zu erfassenden Bereichs innerhalb oder außerhalb des Kreisverkehrs, und ein Erfassen der Position und der Bewegungsdaten jedes der erfassten Verkehrsteilnehmer. Dann erfolgt ein Bestimmen des Zeitpunkts, wann ein Einfahren in die Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs durch das Ego-Fahrzeug in Abhängigkeit der Ego-Fahrparameter erfolgt, und ein Bestimmen, ob sich zu diesem Zeitpunkt ein anderer der erfassten Verkehrsteilnehmer innerhalb eines vorgegebenen Bereichs vor der Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs befindet. Wenn dem so ist, erfolgt ein Einfahren in den Kreisverkehr unter Einhaltung von vorgegebenen Fahrbedingungen zu erlauben, wobei die Ego-Strategie vom Ego-Fahrzeug selbst und/oder nach Kommunikation nach außen durch den zumindest einen erfassten Verkehrsteilnehmer erfolgt.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Die alltäglichen Situationen an Kreisverkehren zeigen sehr deutlich, dass viele Fahrer die geltenden Regelungen, z.B. der deutschen Straßenverkehrsordnung, für das Befahren von Kreisverkehren entweder nicht kennen, nicht korrekt ausführen oder aber sogar ignorieren. Dies führt oft zu unklaren Situationen, Stau oder gar Unfällen an oder in Kreisverkehren, z.B. beim Einfahren oder beim Ausfahren. Stausituationen führen teils zu gefährlichen Manövern, da die Fahrer, die in den Kreisverkehr einfahren wollen, aber aufgrund der Vorfahrtsregelungen warten müssten, nervös bzw. ungeduldig werden und damit dazu neigen, leichtsinnige und gefährliche Manöver zu wagen, um schneller in den Kreisverkehr einfahren zu können.

**[0003]** Zur Lösung dieses Problems gibt es bereits Vorschläge, einen Kreisverkehr bei hohem Verkehrsaufkommen in einen geregelten bzw. gesteuerten Kreisverkehr zu wandeln. Hierfür schlägt KR 101601958 B1 vor, den Kreisverkehr mit Ampeln auszustatten, die nach Bedarf z.B. über Sensorik aktiviert werden können, womit der Verkehr wie bei einer Kreuzung besser gesteuert bzw. geregelt werden kann.

**[0004]** In einer eigenen Anmeldung der Anmelderin wird ferner zur Vermeidung von Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern vor allem an Kreuzungen vorgeschlagen, mit diesen über z.B. ein Wearable zu kommunizieren, wenn vorhanden. Auch wird z.B. in US 2016/071 417 A ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem zwei Fahrzeuge miteinander derart kommunizieren, dass sie ihre geplante Route austauschen und vergleichen. Wenn dann eine mögliche Überschneidung bzw. wahrscheinliche Kollision erkannt wird, erfolgt eine Mitteilung an jedes Fahrzeug, dass sich die Wege überschneiden bzw. eine Kollision wahrscheinlich ist. bei Bedarf kann eine Notbremsung eingeleitet werden.

**[0005]** Bei allen diese Verfahren wird aber bisher keine umfassende Lösung für Situationen in Kreisverkehren bereitgestellt, die dazu geeignet ist, den Verkehrsfluss dynamisch, d.h. unter Einbeziehung der aktuellen Situation, zu regeln. Deshalb ist es eine Aufgabe dieser Erfindung, ein Verfahren zur Regelung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr bereitzustellen, durch das die genannten Nachteile überwunden werden. Ziel ist es auch, unterschiedliche vorgegebene Vorfahrtsregelungen in Kreisverkehren sowie unterschiedliche Arten von Kreisverkehren zu berücksichtigen. Die Lösung soll für Fahr-

zeuge bzw. Verkehrsteilnehmer mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad bereitgestellt werden, auch in Kombination mit nicht automatisierbaren Verkehrsteilnehmern wie Menschen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0007]** Vorgeschlagen wird ein Verfahren zur Regelung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr, wobei wenn erfasst wird, dass sich das Ego-Fahrzeug einem Kreisverkehr nähert, erfasst wird, welcher Art dieser Kreisverkehr ist, und folgende Schritte ausgeführt werden. Es erfolgt ein Erfassen zumindest eines anderen Verkehrsteilnehmers innerhalb eines vorgegebenen zu erfassenden Bereichs innerhalb oder außerhalb des Kreisverkehrs, und ein Erfassen der Position und der Bewegungsdaten jedes der erfassten Verkehrsteilnehmer. Dann erfolgt ein Bestimmen des Zeitpunkts, wann ein Einfahren in die Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs durch das Ego-Fahrzeug in Abhängigkeit der Ego-Fahrparameter erfolgt, und ein Bestimmen, ob sich zu diesem Zeitpunkt ein anderer der erfassten Verkehrsteilnehmer innerhalb eines vorgegebenen Bereichs vor der Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs befindet. Wenn dem so ist, erfolgt ein Ermitteln einer Ego-Strategie, um ein Einfahren in den Kreisverkehr unter Einhaltung von vorgegebenen Fahrbedingungen zu erlauben, wobei die Ego-Strategie vom Ego-Fahrzeug selbst und/oder nach Kommunikation nach außen durch den zumindest einen erfassten Verkehrsteilnehmer erfolgt.

**[0008]** Durch das Verfahren kann eine komplexe Strategie sowohl für Fahrzeuge mit beliebigem Automatisierungsgrad, d.h. für herkömmliche Fahrzeuge bis hin zu autonom fahrenden Fahrzeugen, als auch für andere Verkehrsteilnehmer entwickelt bzw. bereitgestellt werden, um den Verkehrsfluss im Kreisverkehr zu optimieren und auch gleichzeitig weitere Ziele zu erreichen, z.B. eine Kollisionsvermeidung, ein Anpassen der Strategie auf vorgegebene Fahrbedingungen sowohl des eigenen, also des Ego-Fahrzeugs, als auch anderer Verkehrsteilnehmer. Das Verfahren ist derart ausgelegt, dass eine Kommunikation auch mit bzw. zwischen Fahrzeugen bzw. Verkehrsteilnehmern erfolgen kann, die nicht mit einer Vielzahl an Sensorik, Rechenleistung oder digitalen Kommunikationsmöglichkeiten ausgestattet sind. Auch kann eine Kommunikation zwischen unterschiedlich ausgerüsteten Fahrzeugen bzw. Verkehrsteilnehmern erfolgen.

**[0009]** In einer Ausführung sind vorgegebene Fahrbedingungen, dass eine Vorgabe ist, dass das Ego-Fahrzeug zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt in den Kreisverkehr einfährt und/oder nicht an der Einfahrt stehen bleiben darf und/oder dass die Ge-

schwindigkeit des Ego-Fahrzeugs zur Erfüllung der Bedingungen nicht erhöht oder erniedrigt werden darf und/oder dass eine Erfassung und Einbeziehung potentieller Gefahren und/oder einer Kollisionswahrscheinlichkeit basierend auf Sichtverhältnissen und/oder Verkehrsdichte und/oder in einem Navigationssystem eingestellter Zeit zum Ziel und/oder Fahrerfassung erfolgt.

**[0010]** Durch eine Vorgabe von entsprechenden Fahrbedingungen kann bestimmten Besonderheiten Rechnung getragen werden. Beispielsweise kann es für Rettungsfahrzeuge wichtig sein, dass sie schnellstmöglich am Ziel sind, d.h. ihre Geschwindigkeit möglichst nicht reduzieren müssen. Transportfahrzeuge wiederum können, wenn sie schwer beladen sind, vorgeben, dass sie nicht an der Einfahrt stehenbleiben dürfen, da ein Anfahren zu viel Energie und/oder Zeit kosten würde. Durch die Vorgabe von entsprechenden Bedingungen kann eine Optimierung des Verkehrsflusses für das Ego-Fahrzeug erfolgen, aber auch für andere Verkehrsteilnehmer. Dies kann z.B. erfolgen, wenn eine Kollisionsgefahr erhöht wird, da beispielsweise vorgenannte Fahrzeuge in den Kreisverkehr ohne Rücksicht auf andere Verkehrsteilnehmer oder Vorfahrtsregeln einfahren, um nicht stehenbleiben zu müssen und dadurch für im Kreisverkehr fahrende Fahrzeuge eine Gefahr darstellen.

**[0011]** In einer Ausführung erfolgt die Kommunikation der Ego-Strategie derart nach außen, damit der oder die erfassten Verkehrsteilnehmer ihre Strategie entsprechend der Vorgabe durch die Ego-Strategie ändern, wobei die Kommunikation durch Vehicle-to-Vehicle-Kommunikation (V2V) und/oder durch Vehicle-to-X-Kommunikation (V2X) und/oder durch visuelle und/oder akustische Kommunikation erfolgt.

**[0012]** Nach außen heißt dabei, entweder direkt zu dem erfassten anderen Verkehrsteilnehmer oder zu einem externen System (V2V zwischen Fahrzeugen und V2X zwischen Fahrzeug und anderen Verkehrsteilnehmern oder einem externen System etc.), das mit dem erfassten anderen Verkehrsteilnehmer kommuniziert oder nach außen in die Umgebung, so dass jeder Verkehrsteilnehmer in der Umgebung über die Ego-Strategie informiert wird. Die Kommunikation kann dabei abhängig von der Ausstattung des Ego-Fahrzeugs, der Verkehrsteilnehmer und oder externer Systeme erfolgen. Auch kann eine redundante Kommunikation erfolgen, also dieselbe Information wird über mehrere Kanäle bereitgestellt, so dass sichergestellt ist, dass die Information alle Verkehrsteilnehmer erreicht.

**[0013]** Vorteilhaft ist, wenn bei mehreren kommunizierten Strategien zwischen Fahrzeugen eine Priorisierung erfolgt, welche Strategie angewendet wird. So kann beispielsweise eine von einem Rettungs-

fahrzeug übermittelte bzw. durchzuführende Strategie mit der höchsten Priorität bewertet werden. Die Mitteilung, dass dem so ist, kann dann durch entsprechende Kommunikation nach außen erfolgen bzw. ab einem entsprechenden Automatisierungsgrad direkt vom potentiell behindernden Fahrzeug empfangen und umgesetzt werden, z.B. indem es stehen bleibt und das Rettungsfahrzeug in den Kreisverkehr einfahren lässt.

**[0014]** In einer Ausführung umfassen Ego-Fahrparameter zumindest die aktuelle Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs und/oder den aktuell eingestellten Fahrmodus und/oder verfügbare Navigationsdaten und/oder einen erfassten Zustand des Fahrers des Ego-Fahrzeugs.

**[0015]** In einer Ausführung erfolgt das Bestimmen, ob sich zu dem erfassten Zeitpunkt ein anderer Verkehrsteilnehmer in einer Position innerhalb des vorgegebenen Bereichs und innerhalb des Kreisverkehrs befindet, durch eine Ermittlung, welche Ausfahrt der Verkehrsteilnehmer nehmen wird, wenn eine Kommunikationsmöglichkeit mit diesem Verkehrsteilnehmer vorhanden ist, und/oder durch eine Erfassung von Indikatoren, welche auf die Absicht schließen lassen, welche Ausfahrt der Verkehrsteilnehmer nehmen wird.

**[0016]** Indikatoren können dabei eine Blickrichtung, ein gesetzter Blinker oder ein anderes Anzeigemedium und/oder ein Erfassen eines Lenkwinkels bzw. einer Lenkwinkeländerung sein. Eine Kommunikation kann durch bereits erwähnte Kommunikationsmittel wie V2V oder V2X erfolgen.

**[0017]** Durch das Bestimmen, ob der erfasste Verkehrsteilnehmer eine potentielle Gefährdung darstellt, weil er die Ego-Einfahrt passieren wird oder ob dies nicht der Fall ist, da er vorher ausfährt, wird der Verkehrsfluss weiter optimiert. Die Ego-Einfahrt ist dabei die Einfahrt des Kreisverkehrs, in die das Ego-Fahrzeug einfahren wird.

**[0018]** In einer Ausführung erfolgt das Bestimmen, ob sich zu dem erfassten Zeitpunkt andere Verkehrsteilnehmer in einer Position innerhalb des vorgegebenen Bereichs und außerhalb des Kreisverkehrs befinden werden, durch Ermitteln, ob die erfassten Verkehrsteilnehmer Vorfahrt haben und dadurch eine Einfahrt in den Kreisverkehr behindern könnten oder werden, und/oder durch Erfassung eines Grads an Achtsamkeit der erfassten Verkehrsteilnehmer und einer Bewertung, ob ein Behindern des Einfahrens in den Kreisverkehr wahrscheinlich ist, und/oder durch eine Erfassung der Geschwindigkeit der erfassten Verkehrsteilnehmer, und/oder einer Erfassung und Bewertung, ob aufgrund des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer eine Einfahrt in den Kreisverkehr möglich ist.

**[0019]** Das Verhalten der Verkehrsteilnehmer kann ein Erfassen, dass der Verkehrsteilnehmer stehen bleibt, ein Erfassen des Blicks und/oder Bewegungsmusters des Verkehrsteilnehmers sein, worauf geschlossen werden kann, dass der Verkehrsteilnehmer keine Behinderung oder Gefahr darstellt, ein Erfassen, dass der Verkehrsteilnehmer das Ego-Fahrzeug vorbeiwinkt, d.h. dem Ego-Fahrzeug Vorfahrt gewährt, ein Erfassen, dass der Verkehrsteilnehmer keine Behinderung oder Gefahr darstellt, da er oder sie ein entsprechendes Verhaltensmuster zeigen, z.B. zueinander gewandt sind und miteinander sprechen, Gestikulieren oder andere Muster zeigen. Diese Muster können z.B. in einer entsprechenden Datenbank oder anderen Einrichtung zum Abrufen und Vergleichen bzw. Bewerten hinterlegt sein und/oder das Fahrzeug kann diese Muster lernen.

**[0020]** Durch das Bestimmen, ob der erfasste Verkehrsteilnehmer eine potentielle Gefährdung darstellt, weil er das Einfahren in die Ego-Einfahrt behindern wird, z.B. durch Überqueren der Fahrbahn, oder ob dies nicht der Fall ist, da er vorher ausfährt, wird der Verkehrsfluss weiter optimiert.

**[0021]** In einer Ausführung umfasst ein Ermitteln und Durchführen der Strategie zum Einfahren in den Kreisverkehr eine Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern derart, dass diese die Geschwindigkeit erhöhen oder verringern und/oder derart, dass das Ego-Fahrzeug seine Geschwindigkeit verringert oder erhöht, um vor oder nach dem Verkehrsteilnehmer, der sich in einer Position befindet, so dass zum erfassten Zeitpunkt keine Einfahrt des Ego-Fahrzeugs in den Kreisverkehr möglich ist, in den Kreisverkehr einzufahren.

**[0022]** Die Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern kann direkt oder über eine oder mehrere externe Einrichtungen erfolgen. Durch die erfindungsgemäß bestimmte Strategie kann eine Anpassung von Fahrparametern des Ego-Fahrzeugs alleine, des erfassten Verkehrsteilnehmers alleine oder eine Abstimmung der Fahrparameter des Ego-Fahrzeugs und des erfassten Verkehrsteilnehmers erfolgen, so dass wiederum ein verbesserter Verkehrsfluss und auch eine Anpassung an eine mögliche Priorisierung oder an vorgegebene Ego-Fahrparameter erfolgen kann.

**[0023]** In einer Ausführung erfolgt eine Erfassung, ob der Kreisverkehr eine Einrichtung zur Regelung des Kreisverkehrs aufweist und bei Erfassung, dass eine definierte Anzahl an Verkehrsteilnehmern im oder am Kreisverkehr vorhanden ist und/oder bereits stockender Verkehr oder Stau vorhanden ist, ein Befehl an die Einrichtung, die Regelung des Kreisverkehrs durchzuführen, wobei ein Abfragen bei der Einrichtung erfolgt, wenn sie bereits aktiv ist, wann basierend auf übermittelten Ego-Fahrdaten eine Ein-

fahrt in den Kreisverkehr möglich ist und ein Bestimmen oder Anpassen der Strategie zum Einfahren in den Kreisverkehr für das Ego-Fahrzeug.

**[0024]** Eine Einrichtung zur Regelung des Kreisverkehrs kann eine Ampelschaltung oder eine andere Einrichtung sein, die den Verkehr regeln kann. Durch das Abgeben der Strategie zur Regelung des Verkehrsflusses durch die Verkehrsteilnehmer, also z.B. durch das Ego-Fahrzeug, kann in manchen Situationen ein verbesserter Verkehrsfluss erzielt werden. Dies kann beispielsweise sein, wenn ein sehr hohes Verkehrsaufkommen und eine hohe Anzahl an nicht oder sehr gering automatisierten Fahrzeugen vorhanden ist. Diese Kombination kann dazu führen, dass eine effiziente Kommunikation zur Verbesserung des Verkehrsflusses nicht möglich ist und somit die bessere Lösung ist, den Verkehrsfluss über eine extern gesteuerte Einrichtung wie eine Ampelanlage zu regeln.

**[0025]** Durch Kommunikation mit der Einrichtung zur Regelung des Kreisverkehrs kann die Strategie für das Ego-Fahrzeug auf vorgegebene Ego-Fahrparameter erfolgen, und dadurch sogar der Verkehrsfluss frühzeitig entzerrt werden kann.

**[0026]** Ferner wird eine Steuereinrichtung vorgeschlagen, auf welcher das Verfahren ausgeführt werden kann, wobei das Verfahren als Computerprogramm implementiert ist.

**[0027]** Ferner wird ein Fahrzeug vorgeschlagen, zumindest eine Einrichtung, die dazu eingerichtet ist, die Position und/oder das Ziel und/oder eine Umgebung des Fahrzeugs zu erfassen und die ermittelten Daten zu verarbeiten und/oder weiterzuleiten, und ein beschriebenes Steuergerät, sowie zumindest eine Einrichtung, die dazu eingerichtet ist, eine Regelung oder Steuerung des Fahrzeugs durchzuführen und zumindest eine Einrichtung, die dazu eingerichtet ist, eine Kommunikation des Fahrzeugs mit einem oder mehreren externen Systemen oder Verkehrsteilnehmern durchzuführen.

**[0028]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungsgemäße Einzelheiten zeigt, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

**[0029]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Figuren näher erläutert.

**Fig. 1** zeigt potentielle Gefährdungssituationen gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 2** zeigt andere potentielle Gefährdungssituationen gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 3** zeigt einen Kreisverkehr bei hoher Belastung und einer Ampelschaltung gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 4** zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

**[0030]** In den nachfolgenden Figurenbeschreibungen sind gleiche Elemente und Funktionen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0031]** Es wird beschrieben, wie für eine Mischung von Fahrzeugen mit beliebigem Automatisierungsgrad das Verhalten aller Verkehrsteilnehmer im Kreisverkehr optimiert werden kann, um Konfliktsituationen frühzeitig aufzulösen. Dies beruht auf der Kombination von frühzeitiger und moderierter Kommunikation von Fahrzeugen und einer vorausschauenden, planenden Fahrweise von vorzugsweise hoch- und vollautonomen Fahrzeugen. Diese Fahrzeuge sind je nach verbauten Sensoren und Steuergeräten in der Lage, die Situationen selbständig und diplomatisch zu lösen, sofern die dafür erforderlichen Daten zur Verfügung stehen. Die erforderlichen Daten können nach aktuellem Stand der Technik über eine Internetverbindung aus einer Cloud zur Verfügung gestellt und dort optional gespeichert werden. Für hohe Fahrzeugdichten oder geringe Latenzzeiten (relevant für schnelle Fortbewegung) ist die Mobilfunktechnik derzeit noch nicht ausgelegt, was jedoch mit der Einführung des nächsten Mobilfunkstandards 5G behoben sein könnte. Insofern ist der Datenaustausch zwischen den Fahrzeugen möglich, unabhängig von der verwendeten Technologie.

**[0032]** **Fig. 1** zeigt ein Beispiel, wie eine potentielle Gefährdungssituation, welche z.B. eine Kollision nach sich ziehen würde, oder eine Verschlechterung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr **100** entstehen kann.

**[0033]** Ein erstes Fahrzeug **201** hat den Fahrtrichtungsanzeiger vorschriftsgemäß gesetzt, für das Ego-Fahrzeug **1** ist aber die Sichtlinie durch äußere Umstände, z.B. einen Baum, einen Busch, eine Bebauung oder Licht- bzw. Sichtverhältnisse blockiert. Ego-Fahrzeug **1** bzw. dessen Fahrer muss folgerichtig annehmen, dass Fahrzeug **201** im Kreisverkehr **100** bleibt. Das Ego-Fahrzeug **1** fährt daher nicht in den Kreisverkehr **100** ein. Dies führt zu einem vermeidbaren Kapazitätsverlust des Kreisverkehrs **100**, d.h. zu einer Verschlechterung des Verkehrsflusses in dem Kreisverkehr **100**. Eine andere Form dersel-

ben Problemstellung ist ebenfalls in **Fig. 1** in der oberen Bildhälfte dargestellt. Ein zweites Fahrzeug **202** (in **Fig. 1** Mitte oben) wartet am Kreisverkehr, da das dritte Fahrzeug **203** (in **Fig. 1** Rechts oben) bzw. dessen Fahrer den Fahrtrichtungsanzeiger, also z.B. den Blinker, fälschlicherweise nicht gesetzt hat. Dies führt ebenfalls zu einem vermeidbaren Kapazitätsverlust des Kreisverkehrs **100**, d.h. zu einer Verschlechterung des Verkehrsflusses im Kreisverkehr **100**.

**[0034]** Im umgekehrten Fall, wenn das dritte Fahrzeug **203** fälschlicherweise den Fahrtrichtungsanzeiger gesetzt hat, aber auf der Kreisbahn verbleibt, ergibt sich eine Gefahrensituation für das einfahrende zweite Fahrzeug **202**, nämlich eine mögliche Kollision.

**[0035]** Durch die bereitgestellte Strategie zur Verbesserung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr **100** werden diese Situationen aufgelöst. Die Fahrzeuge **1**, **201**, **202**, **203** kommunizieren und melden frühzeitig, d.h. in einer angemessenen frühen Zeit, typischerweise zwischen 1 und mehr als 30 Sekunden vor der Fahrsituation, ihre Fahrabsicht an das jeweils andere Fahrzeug **1**, **201**, **202**, **203**. Diese Information kann dem Fahrer durch eine Meldung auf dem Kombiinstrument oder auf dem Navigationssystem oder aber durch eine Sprachausgabe mitgeteilt werden. Der Fahrer bzw. das Fahrzeug, z.B. hier das Ego-Fahrzeug **1**, kann in den Kreisverkehr **100** einfahren, der Fahrzeugdurchsatz wird erhöht, d.h. der Verkehrsfluss verbessert. Diese Lösung erfordert eine Kommunikationsmöglichkeit der Fahrzeuge z.B. über eine drahtlose Verbindung wie WLAN, Mobilfunk oder eine alternative Technologie. Wenn das Fahrzeug über ein Navigationssystem - fahrzeuggebunden oder im Smartphone verfügt, so kann die geplante Route mit der Position auf einer Karte verglichen werden und der Fahrtrichtungsanzeiger automatisch korrekt gesetzt werden. Sollte sich der Fahrer gegen das Navigationssystem entscheiden, sofern es einen Fahrer gibt und das Fahrzeug nicht autonom fährt, so wird dies durch den Lenkwinkel und die Geschwindigkeit erkannt und der Fahrtrichtungsanzeiger automatisch deaktiviert. Wird durch die fahrzeuggebundene Sensorik eine Kollisionsgefahr festgestellt, so greift der Notbremsassistent bei autonomen oder sonstig befähigten Fahrzeugen ein.

**[0036]** **Fig. 2** zeigt ein anderes Problem, das beim Einfahren in und auch beim Ausfahren aus einem Kreisverkehr **100** auftreten kann. Hier sind ungeschützte Verkehrsteilnehmer **204**, z.B. Radfahrer und Fußgänger die potentiellen Opfer. Im urbanen Raum überschneiden sich häufig Ein- und Ausfahrten von Kreisverkehren **100** mit Rad- und Fußwegen. An diesen Stellen besteht eine erhöhte Kollisionsgefahr für Fahrzeuge **1** mit anderen Verkehrsteilnehmern **204**, insbesondere bei schlechten Sichtverhältnissen. Dies führt zu vielen Gefahrensituationen, die eben-

falls eine vermeidbare Teil- oder Ganzblockade des Kreisverkehrs **100** nach sich ziehen können. Autonome Fahrzeuge sind allgemein in der Lage, durch Ihre Umfeldsensorik ungeschützte Verkehrsteilnehmer zu erkennen und eine Aussage über den voraussichtlichen Bewegungspfad zu treffen.

**[0037]** Durch die bereitgestellte Strategie zur Verbesserung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr **100** werden diese Situationen aufgelöst, indem diese (ungeschützten) Verkehrsteilnehmer **204** befähigt werden, mit Fahrzeugen zu kommunizieren und Fahrzeuge befähigt werden, mit diesen (ungeschützten) Verkehrsteilnehmern **204** zu kommunizieren. Dafür können diese Verkehrsteilnehmer z.B. ein Wearable mit einer Kommunikationseinheit verwenden. Die Positions- und Geschwindigkeitsdaten werden zeitnah zwischen den Kommunikationspartnern ausgetauscht. Zeitnah bedeutet in diesem Fall die schnelle Übertragung der erforderlichen Informationen zwischen Fahrzeugen und den Verkehrsteilnehmern. Die Schnelligkeit des notwendigen Informationsaustausches ist stark abhängig von der Relativgeschwindigkeit der beteiligten Fahrzeuge und Verkehrsteilnehmer, muss aber im Extremfall in Sekundenbruchteilen erfolgen. Die Reaktionszeit für einen Menschen liegt in der Größenordnung von wenigen Zehntelsekunden, wobei typische Werte 0,2-0,4s sind. Wird auch die Latenzzeit der Muskeln für eine Ausweichbewegung berücksichtigt, muss die Warnung mindestens eine Sekunde vor dem Crash abgesetzt werden, besser ist aber so früh wie möglich. Ein praktikabler Zeitrahmen liegt zwischen einer und 10 Sekunden. Mit den o.g. Informationen lässt sich feststellen, ob eine Kollisionswahrscheinlichkeit besteht. Ist dies der Fall, so wird der Verkehrsteilnehmer innerhalb des spezifizierten Zeitrahmens gewarnt, z.B. über Audio, Licht, Textwarnung oder Vibration. Es können aber auch andere Kommunikationsmittel verwendet werden.

**[0038]** Autonome Fahrzeuge können, wie oben beschrieben, eine Kollisionswahrscheinlichkeit berechnen und diese auch anderen Verkehrsteilnehmern mitteilen. Sie können also eine Moderationsrolle übernehmen. Nachfolgend wird dies anhand eines Beispiels erläutert.

**[0039]** Angenommen Fahrzeug **205** in **Fig. 2** sei autonom, Fahrzeug **1** nicht, so kann die Sensorik von Fahrzeug **205** die Fußgänger detektieren, mit denen Fahrzeug **1** kollidieren würde. Fahrzeug **205** kann dann als externe Kommunikationseinrichtung dienen und sowohl die Fußgänger **204** als auch Fahrzeug **1** vor der Kollision warnen. Für den Fall, dass weder Fahrzeug **1** noch der Fußgänger **204** ein Warnsystem besitzen, kann auch das autonome Fahrzeug **205** eine Warnung z.B. auf die Straße projizieren, sofern ein Projektionssystem installiert ist.

**[0040]** Eine weitere nicht gezeigte Möglichkeit der Gefährdung tritt ein, wenn ein Rettungsfahrzeug den Kreisverkehr **100** durchfahren muss und der Kreisverkehr **100** durch Fahrzeuge blockiert ist. Wenn das Rettungsfahrzeug mit hoher Geschwindigkeit in den Kreisverkehr **100** einfährt oder diesen anfährt und dies nicht rechtzeitig von Fahrern oder Sensorik erkannt wird, kann es zudem vorkommen, dass das Rettungsfahrzeug andere Fahrzeuge gefährdet, da diese nicht oder nur unzureichend über das Ankommen des Rettungsfahrzeugs informiert sind, auch weil sie beispielsweise das Blaulicht aus unterschiedlichen Gründen nicht sehen oder hören.

**[0041]** Die Gefährdung durch ein Rettungsfahrzeug kann vermieden werden, wenn das Rettungsfahrzeug z.B. eine Route an die anderen Verkehrsteilnehmer verschickt oder zur Verfügung stellt, und diese in Echtzeit davon in Kenntnis versetzt werden. Die anderen Verkehrsteilnehmer werden z.B. über Audio, Licht, Textwarnung oder Vibration vor dem herannahenden Rettungsfahrzeug gewarnt. Je nach Situation kann den Fahrzeugen auch mitgeteilt werden, stehen zu bleiben, um den Weg durch den Kreisverkehr für das Rettungsfahrzeug frei zu halten.

**[0042]** In **Fig. 3** ist dargestellt, dass ein Kreisverkehr **100** bei hoher Belastung über einen Zufluss oder Abfluss blockiert wird. Das Ego-Fahrzeug **1** kann nicht in den Kreisverkehr einfahren, da auf der Vorzugsachse bzw. Hauptverkehrsrichtung des Kreisverkehrs **100** zu viele Fahrzeuge **200** unterwegs sind. Da die nicht von der Hauptverkehrsachse in den Kreisverkehr **100** einfahrenden Fahrzeuge **200** auch ihre Fahrtziele erreichen möchten, werden hier oft Vorfahrtsverstöße begangen. Ein Kreisverkehr **100** funktioniert nur bei mäßigem und statistisch auf die Zu- und Ausfahrten verteiltem Verkehrsaufkommen. Ist eine Achse überlastet, z.B. durch eine Umleitung, eine Veranstaltung oder durch den Berufsverkehr, ist ein Kreisverkehr **100** keine gut geeignete Verkehrsführungs- bzw. Regelungseinrichtung mehr.

**[0043]** Aus diesem Grund können Vorfahrtsschilder **300** an der Einfahrt des Kreisverkehrs mit Sensorik ausgerüstet werden, die den Zu- und Abfluss von Fahrzeugen **200** überwachen kann. Auch können Einrichtungen zur Regelung des Kreisverkehrs **300** bereitgestellt werden, die bei Bedarf in eine Ampelanlage umgewandelt werden können. Die Entscheidung, wann der Kreisverkehr **100** in den Ampelmodus versetzt werden soll, kann lokal, dezentral in einem Rechenzentrum oder aber in einer Verkehrsleitwarte getroffen werden oder es kann aufgrund der erfindungsgemäßen Strategie des Ego-Fahrzeugs **1** zur Verbesserung des Verkehrsflusses angestoßen werden.

**[0044]** Die oben genannten Szenarien sind lediglich als Beispiel zu verstehen, um mögliche Anwendungs-

fälle für die erfindungsgemäße Strategie aufzuzeigen.

**[0045]** Das vorgeschlagene Verfahren zur Regelung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr ist dabei derart ausgelegt, dass, wenn erfasst wird, dass sich das Ego-Fahrzeug einem Kreisverkehr nähert, erfasst wird, welcher Art dieser Kreisverkehr ist. Dann werden folgende Schritte ausgeführt, wie oben beschrieben. Es erfolgt ein Erfassen zumindest eines anderen Verkehrsteilnehmers innerhalb eines vorgegebenen zu erfassenden Bereichs innerhalb oder außerhalb des Kreisverkehrs, und ein Erfassen der Position und der Bewegungsdaten jedes der erfassten Verkehrsteilnehmer (S1). Dann erfolgt ein Bestimmen des Zeitpunkts, wann ein Einfahren in die Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs durch das Ego-Fahrzeug in Abhängigkeit der Ego-Fahrparameter erfolgt (S3), und ein Bestimmen, ob sich zu diesem Zeitpunkt ein anderer der erfassten Verkehrsteilnehmer innerhalb eines vorgegebenen Bereichs vor der Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs befindet (S3). Wenn dem so ist, erfolgt ein Ermitteln einer Ego-Strategie (S4), um ein Einfahren in den Kreisverkehr unter Einhaltung von vorgegebenen Fahrbedingungen zu erlauben, wobei die Ego-Strategie vom Ego-Fahrzeug selbst und/oder nach Kommunikation nach außen durch den zumindest einen erfassten Verkehrsteilnehmer erfolgt.

**[0046]** Wenn erfasst wurde, dass sich zu diesem Zeitpunkt ein anderer der erfassten Verkehrsteilnehmer innerhalb eines vorgegebenen Bereichs vor der Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs befindet, kann zusätzlich ein Festlegen erfolgen, dass zu diesem Zeitpunkt keine Einfahrt des Ego-Fahrzeugs in den Kreisverkehr möglich ist. Diese Information kann dann nach extern zur Weiterverarbeitung gegeben werden, wenn nötig.

**[0047]** Weitere Details der Strategie wurden oben beschrieben und werden nachfolgend nur weiter konkretisiert.

**[0048]** Die Erfassung, dass sich das Ego-Fahrzeug einem Kreisverkehr nähert und welcher Art dieser Kreisverkehr ist, kann durch das Ego-Fahrzeug selbst, ein externes System, das z.B. als Überwachungssystem mit Sensorik und/oder Kameras ausgestattet ist oder ein anderes Fahrzeug oder ein anderer Verkehrsteilnehmer ist, oder durch eine Kombination daraus erfolgen, je nach Ausstattung des Kreisverkehrs und des bzw. der Fahrzeuge bzw. Verkehrsteilnehmer. Wenn die Erfassung extern erfolgt, werden die erfassten Informationen bevorzugt als verarbeitbare Daten an das Ego-Fahrzeug zur Weiterverarbeitung in eine Ego-Strategie gesendet. Wenn die Erfassung durch das Ego-Fahrzeug erfolgt, und die Weiterverarbeitung und/oder Durchführung durch ein externes System erfolgen soll, werden die erfassten Informationen bevorzugt als verarbeit-

bare Daten an das externe System zur Weiterverarbeitung und/oder Durchführung gesendet. In jedem Fall muss eine Kommunikationsmöglichkeit zwischen Ego-Fahrzeug und der Umgebung möglich sein. Diese ist allerdings nicht auf einen digitalen Datenaustausch beschränkt. Vielmehr kann auch die Durchführung mittels optischer oder akustischer Anzeigen erfolgen, so dass kein automatischer Eingriff in ein Fahrzeug erfolgt.

**[0049]** Die Erfassung des Kreisverkehrs ist wichtig, um die Strategie auf die Rahmenbedingungen anzupassen. Einige Besonderheiten von Kreisverkehren werden nachfolgend beschrieben. Beispielsweise können je nach Land oder Region unterschiedliche Vorschriften bezüglich Vorfahrtsregeln herrschen, z.B. kann der Einfahrende Vorfahrt haben oder derjenige, der sich bereits im Kreisverkehr befindet. Auch können ein Kreisverkehr und die Zufahrt dazu mehrspurig sein, d.h. dass auf mehr als einen Verkehrsteilnehmer geachtet werden muss. Ferner können separate Spuren vorhanden sein, die ein Abbiegen in die erste Ausfahrt ermöglichen ohne in den Kreisverkehr einfahren zu müssen, d.h. dass hier die im Kreisverkehr befindlichen Fahrzeuge nicht unbedingt beachtet werden müssen. Zusätzlich können vor einer oder mehrerer Einfahrten bzw. hinter einer oder mehreren Ausfahrten des Kreisverkehrs beispielsweise Fußgänger- oder Fahrradüberwege sein, an denen Fußgänger oder Fahrradfahrer entweder Vorrang haben oder nicht. Diese Beschreibung ist allerdings nicht abschließend. Vielmehr können weitere Charakteristika für die Ermittlung der Strategie herangezogen werden, wenn bekannt.

**[0050]** Die Erfassung des Kreisverkehrs kann abhängig von der Ausstattung des Fahrzeugs und/oder des Kreisverkehrs über Systeme wie Sensoren oder optische Erfassungssysteme erfolgen, die im Fahrzeug vorhanden sind, über z.B. in einer Datenbank und durch ein vorhandenes Navigationssystem, ein Smartphone oder andere technische Einrichtungen abrufbare Informationen, oder über eine Kommunikation mit einem externen System, z.B. einer am Kreisverkehr vorhandenen Kommunikationseinrichtung.

**[0051]** Die Erfassung zumindest eines anderen Verkehrsteilnehmers innerhalb eines vorgegebenen zu erfassenden Bereichs innerhalb oder außerhalb des Kreisverkehrs kann wie die Erfassung, dass sich das Fahrzeug einem Kreisverkehr nähert oder die Erfassung der Art des Kreisverkehrs erfolgen, d.h. über Sensoren, optische Systeme oder andere technische Einrichtungen im Fahrzeug oder durch externe Systeme und einer entsprechenden Kommunikation. Der zu erfassende Bereich kann aufgrund von Vorabinformationen festgelegt sein oder beim Nähern an den Kreisverkehr abhängig von der Art des Kreisverkehrs vom Ego-Fahrzeug selbst oder von externen Systeme

men ermittelt und bei Bedarf zur Auswertung entsprechend übermittelt werden.

**[0052]** Zusätzlich zur Erfassung des Verkehrsteilnehmers und des entsprechenden Bereichs ist zur Ermittlung der Strategie noch hilfreich bzw. sogar nötig, die aktuelle Position des anderen erfassten Verkehrsteilnehmers zu bestimmen sowie dessen Bewegungsdaten, d.h. Geschwindigkeit, evtl. vorhandene Beschleunigung oder Verzögerung, (mögliche) Zielausfahrt, d.h. ob er an der Ego-Einfahrt vorbeikommt oder nicht, und andere Parameter, die zur Bestimmung einer zukünftigen Position des erfassten Verkehrsteilnehmers dienen.

**[0053]** Diese Informationen können in Verbindung mit den bekannten Fahrdaten des Ego-Fahrzeugs, die dazu dienen, den Zeitpunkt der Einfahrt des Ego-Fahrzeugs in den Kreisverkehr zu berechnen bzw. zu ermitteln, zur Bestimmung verwendet werden, ob die Einfahrt des Ego-Fahrzeugs in den Kreisverkehr zum berechneten bzw. ermittelten Zeitpunkt möglich ist oder ob eine Kollisionsgefahr besteht. Wenn keine Einfahrt zu dem Zeitpunkt möglich ist, d.h. z.B. eine Kollisionsgefahr besteht, wird erfindungsgemäß eine Strategie ermittelt, um eine Einfahrt des Ego-Fahrzeugs in den Kreisverkehr unter Einhaltung vorgegebener Fahrbedingungen einzuhalten, zu ermöglichen oder die bestmögliche Alternative zu ermitteln.

**[0054]** Fahrdaten des Ego-Fahrzeugs sind z.B. Geschwindigkeit, Ziel, Zeit, an der ein Ziel erreicht werden muss/soll, Befindlichkeit des Fahrers etc.

**[0055]** Fahrbedingungen sind dabei beispielsweise eine Vorgabe, dass das Ego-Fahrzeug zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt in den Kreisverkehr einfahren kann, was z.B. darin resultieren kann, dass die Strategie bestimmt, dass die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs oder der erfassten Verkehrsteilnehmer erhöht wird und/oder die Geschwindigkeit des oder der erfassten Verkehrsteilnehmer gleichzeitig entsprechend erniedrigt wird. Auch kann bei einem Vorhandensein eines Verkehrsleitsystems wie einer Ampelanlage am Kreisverkehr, die Strategie bestimmen, dass diese aktiviert wird und den Verkehr im Kreisverkehr stoppt, um dem Ego-Fahrzeug Vorfahrt zu gewähren. Dies kann insbesondere für Rettungsfahrzeuge von Vorteil sein.

**[0056]** Weitere Fahrbedingungen können sein, dass das Ego-Fahrzeug die Vorgabe hat, dass es nicht stehen bleiben darf. Dies kann dazu führen, dass die Strategie bestimmt, dass die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs nicht erhöht werden darf oder dass das Ego-Fahrzeug verlangsamt oder beschleunigt werden muss. Auch kann als Fahrbedingung vorgegeben sein, dass nur eine maximale Beschleunigung erlaubt ist was sowohl für Rettungsfahrzeuge als auch für Transportfahrzeuge oder autonom fah-

rende Fahrzeuge mit einer schlafenden, lesenden oder arbeitenden Person vorteilhaft sein kann.

**[0057]** Ferner kann eine Erfassung potentieller Gefahren und/oder einer Kollisionswahrscheinlichkeit basierend auf Sichtverhältnissen, Verkehrsdichte, im Navigationssystem eingestellter Zeit zum Ziel, Fahrerfassung wie Stress, Müdigkeit, Aggressivität etc. als Fahrbedingungen erfasst werden, um so die bestmögliche Strategie zu ermitteln, um ein flüssiges Einfahren in den Kreisverkehr zu ermöglichen und dabei dem Fahrer den größtmöglichen Komfort und die größtmögliche Sicherheit zu bieten.

**[0058]** Wie bereits mehrfach beschrieben hängt die Ego-Strategie davon ab, wie die Rahmenbedingungen sind, das heißt, ob das Ego-Fahrzeug, der oder die anderen erfassten Verkehrsteilnehmer mit entsprechenden Einrichtungen wie Sensoren, optischen Erfassungseinrichtungen, Steuergerät(en), Kommunikationseinrichtung(en) etc. ausgestattet sind bzw. ob es (zusätzlich) noch ein oder mehrere externe Systeme gibt, die eine, mehrere oder alle Aufgaben übernehmen.

**[0059]** Unter Verkehrsteilnehmer sind prinzipiell jegliche Personen oder Fahrzeuge bzw. Maschinen zu verstehen, die dazu geeignet sind, eine beschriebene Strategie zu verstehen und auszuführen, z.B. motorisierte Fahrzeuge mit einem bestimmten Automatisierungsgrad bzw. einem Fahrer oder Fahrzeugführer, Fußgänger oder Radfahrer. Die Erfassung der Verkehrsteilnehmer und deren Position und Bewegungsdaten erfolgt durch Kommunikation damit oder durch Sensorik zur Erfassung anderer Verkehrsteilnehmer oder durch Kommunikation mit einer externen Einrichtung, die andere Verkehrsteilnehmer erfasst.

**[0060]** Die Strategie kann auf einem Steuergerät als Computerprogramm ausgeführt werden. Zur Durchführung der Strategie wird ein Fahrzeug benötigt, das je nach Ausführung entsprechend ausgerüstet oder nachgerüstet sein sollte.

**[0061]** Als eine Nachrüstung kann eine Einbaulösung genutzt werden, welche als ein Steuergerät ausgeführt ist, welches mit einem vorhandenen Navigationssystem, einem vorhandenen Multimediasystem, auch zur Kommunikation mit dem Smartphone, und dem Steuergerät des Fahrtrichtungsanzeigers verbunden ist. Als Nachrüstlösung kann auch ein Adapter verwendet werden, der im Fahrzeug angeschlossen werden kann und Zugriff auf dieselben Systeme ermöglicht. Das Steuergerät kann dabei im Adapter verbaut werden oder aber das Smartphone des Fahrers kann - eine Mindestrechenleistung und die Erlaubnis des Besitzers vorausgesetzt - diese Aufgabe übernehmen.

**[0062]** Für die Umsetzung des dynamischen Kreiselampelsystems sind verschiedene Komponenten nötig, unter anderem eine Sensorik, die den Verkehrsfluss feststellt und z.B. an einem Schild angebracht ist. Dies kann entweder durch Kontaktschleifen in der Straße erfolgen oder aber durch an den Schildern angebrachte Radar, Kamera oder Lidarsensoren. Eine weitere Komponente ist eine entsprechende Kommunikationsverbindung, z.B. Funkverbindung, zu den anderen Einfahrtsmonitoren und zu einem Zentralrechner, wenn vorhanden. Dies kann sowohl über Kurzstreckenfunktechnologien realisiert werden, oder aber über das deutlich flexiblere Mobilfunknetz. Die bidirektionale Kommunikation mit dem Zentralrechner muss nur dann erfolgen, wenn der jeweilige Einfahrtsmonitor die Überschreitung eines Fahrzeuggrenzwertes feststellt, wenn ein neuer Grenzwert gesetzt wird oder wenn eine Wartungsanforderung oder Fehlfunktion auftritt. Der Zentralrechner muss in der Lage sein, die eingehenden Informationen zu bewerten und auf deren Basis zu entscheiden, ob ein Kreisverkehr in den Ampelmodus geschaltet wird. Die Einfahrtsmonitore können zugleich die Rolle der Lichtsignalanlage (Ampel) übernehmen wenn entsprechende Lichtemitter eingebaut sind. Die Steuerung kann auch durch die erfindungsgemäße Strategie angestoßen werden. Es kann auch eine weitergehende Kommunikationsmöglichkeit vorhanden sein, so dass das Ego-Fahrzeug mit der Steuereinrichtung kommunizieren kann und Abfragen stellen kann bzw. Daten austauschen kann. Dies kann dazu genutzt werden, mögliche Einfahrtszeiten in den Kreisverkehr herauszufinden bzw. zu berechnen und die Ego-Strategie anzupassen, so dass vorgegebene vorher beschriebene Ego-Fahrparameter eingehalten werden können.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Ego-Fahrzeug
<b>100</b>	Kreisverkehr
<b>200</b>	Fahrzeug
<b>201</b>	Fahrzeug
<b>202</b>	Fahrzeug
<b>203</b>	Fahrzeug
<b>204</b>	ungeschützter Verkehrsteilnehmer
<b>205</b>	Fahrzeug
<b>300</b>	Ampel / Verkehrssteuerungs- bzw.- Verkehrsregel Einrichtung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- KR 101601958 B1 [0003]
- US 2016071417 A [0004]

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Verkehrsflusses in einem Kreisverkehr (100), wobei wenn erfasst wird, dass sich das Ego-Fahrzeug (1) einem Kreisverkehr (100) nähert, erfasst wird, welcher Art dieser Kreisverkehr (100) ist, und folgende Schritte ausgeführt werden:

S1: Erfassen zumindest eines anderen Verkehrsteilnehmers (200, 201, 202, 203, 204, 205) innerhalb eines vorgegebenen zu erfassenden Bereichs innerhalb oder außerhalb des Kreisverkehrs (100), und ein Erfassen der Position und der Bewegungsdaten jedes der erfassten Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205);

S2: Bestimmen des Zeitpunkts, wann ein Einfahren in die Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs (100) durch das Ego-Fahrzeug (1) in Abhängigkeit der Ego-Fahrparameter erfolgt, und

S3: Bestimmen, ob sich zu diesem Zeitpunkt ein anderer der erfassten Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) innerhalb eines vorgegebenen Bereichs vor der Ego-Einfahrt des Kreisverkehrs (100) befindet, wobei wenn dem so ist,

S4: ein Ermitteln einer Ego-Strategie erfolgt, um ein Einfahren in den Kreisverkehr (100) unter Einhaltung von vorgegebenen Fahrbedingungen zu erlauben, wobei die Ego-Strategie vom Ego-Fahrzeug (1) selbst und/oder nach Kommunikation nach außen durch den zumindest einen erfassten Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei vorgegebene Fahrbedingungen sind, dass eine Vorgabe ist, dass das Ego-Fahrzeug (1) zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt in den Kreisverkehr (100) einfährt und/oder nicht an der Einfahrt stehen bleiben darf und/oder dass die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs (1) zur Erfüllung der Bedingungen nicht erhöht oder erniedrigt werden darf und/oder dass eine Erfassung und Einbeziehung potentieller Gefahren und/oder einer Kollisionswahrscheinlichkeit basierend auf Sichtverhältnissen und/oder Verkehrsdicht und/oder, in einem Navigationssystem eingestellter Zeit zum Ziel und/oder Fahrerfassung erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kommunikation der Ego-Strategie derart nach außen erfolgt, damit der oder die erfassten Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) ihre Strategie entsprechend der Vorgabe durch die Ego-Strategie ändern, wobei die Kommunikation durch Vehicle-to-Vehicle-Kommunikation und/oder durch Vehicle-to-X-Kommunikation und/oder durch visuelle und/oder akustische Kommunikation erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Ego-Fahrparameter zumindest die aktuelle Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs (1)

und/oder den aktuell eingestellten Fahrmodus und/oder verfügbare Navigationsdaten und/oder einen erfassten Zustand des Fahrers des Ego-Fahrzeugs (1) umfassen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bestimmen, ob sich zu dem erfassten Zeitpunkt ein anderer Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) in einer Position innerhalb des vorgegebenen Bereichs und außerhalb innerhalb des Kreisverkehrs (100) befindet, durch eine Ermittlung erfolgt, welche Ausfahrt der Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) nehmen wird, wenn eine Kommunikationsmöglichkeit mit diesem Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) vorhanden ist, und/oder durch eine Erfassung von Indikatoren, welche auf die Absicht schließen lassen, welche Ausfahrt der Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) nehmen wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bestimmen, ob sich zu dem erfassten Zeitpunkt andere Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) in einer Position innerhalb des vorgegebenen Bereichs und außerhalb des Kreisverkehrs (100) befinden werden, durch Ermitteln erfolgt, ob die erfassten Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) Vorfahrt haben und dadurch eine Einfahrt in den Kreisverkehr (100) behindern könnten oder werden, und/oder Erfassung eines Grads an Achtsamkeit der erfassten Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) und einer Bewertung, ob ein Behindern des Einfahrens in den Kreisverkehr (100) wahrscheinlich ist, und/oder einer Erfassung der Geschwindigkeit der erfassten Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205), und/oder einer Erfassung und Bewertung, ob aufgrund des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205) eine Einfahrt in den Kreisverkehr (100) möglich ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Ermitteln und Durchführen der Strategie zum Einfahren in den Kreisverkehr (100) eine Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern (200, 201, 202, 203, 204, 205) derart umfasst, dass diese die Geschwindigkeit erhöhen oder verringern und/oder derart, dass das Ego-Fahrzeug (1) seine Geschwindigkeit verringert oder erhöht, um vor oder nach dem Verkehrsteilnehmer (200, 201, 202, 203, 204, 205), der sich in einer Position befindet, so dass zum erfassten Zeitpunkt keine Einfahrt des Ego-Fahrzeugs (1) in den Kreisverkehr (100) möglich ist, in den Kreisverkehr (100) einzufahren.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Erfassung, ob der Kreisverkehr eine Einrichtung (300) zur Regelung des Kreisverkehrs aufweist und bei Erfassung, dass eine definierte Anzahl an Verkehrsteilnehmern (200, 201, 202,

203, 204, 205) im oder am Kreisverkehr (100) vorhanden ist und/oder bereits stockender Verkehr oder Stau vorhanden ist, ein Befehl an die Einrichtung (300), die Regelung des Kreisverkehrs (100) durchzuführen, wobei ein Abfragen bei der Einrichtung (300) erfolgt, wenn sie bereits aktiv ist, wann basierend auf übermittelten Ego-Fahrdaten eine Einfahrt in den Kreisverkehr (100) möglich ist und ein Bestimmen oder Anpassen der Strategie zum Einfahren in den Kreisverkehr (100) für das Ego-Fahrzeug (1) erfolgt.

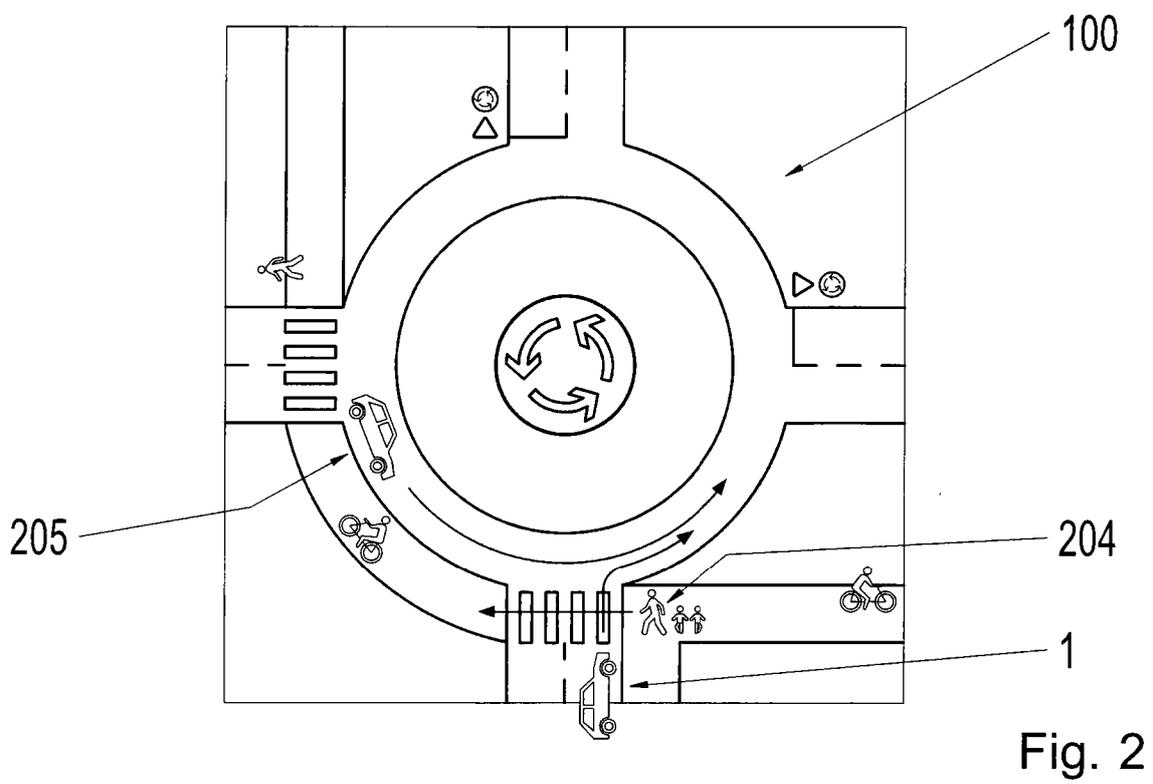
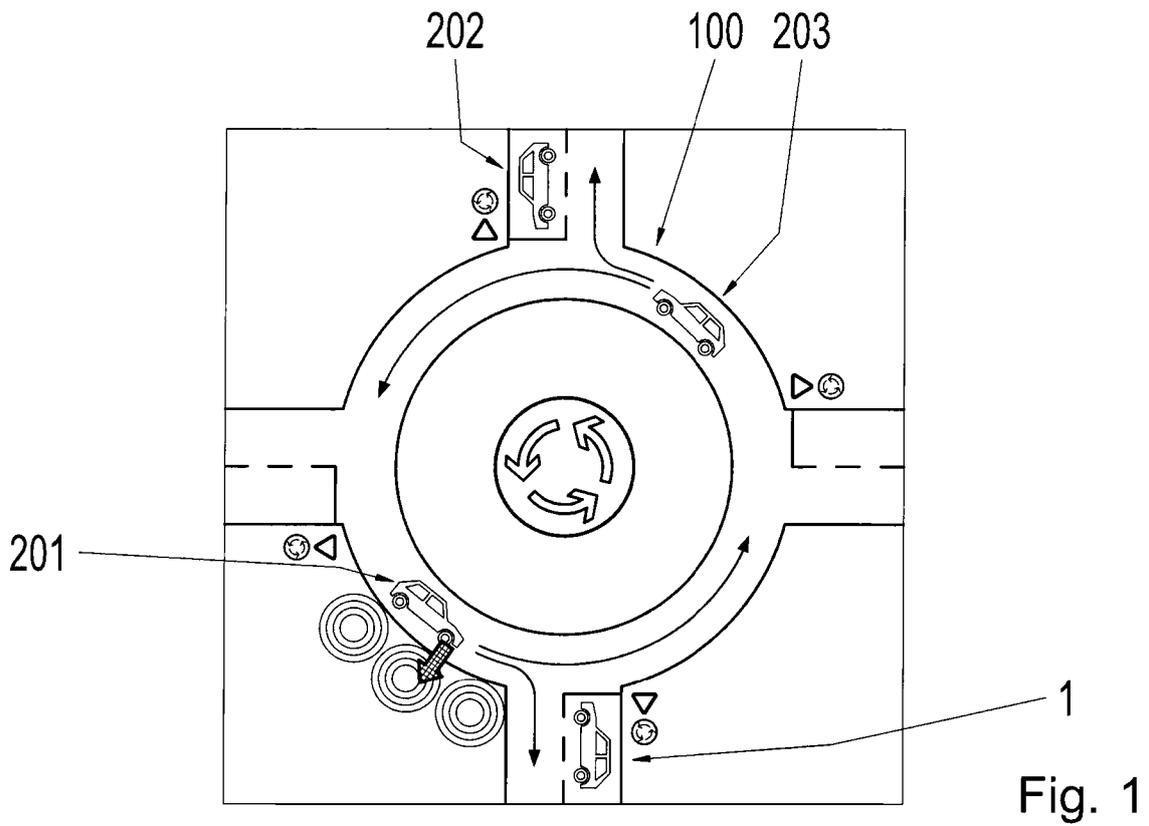
9. Steuereinrichtung, auf welcher das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgeführt werden kann, wobei das Verfahren als Computerprogramm implementiert ist.

10. Fahrzeug (1) mit

- zumindest einer Einrichtung, die dazu eingerichtet ist, die Position und/oder das Ziel und/oder eine Umgebung des Fahrzeugs (1) zu erfassen und die ermittelten Daten zu verarbeiten und/oder weiterzuleiten, und
- einem Steuergerät nach Anspruch 9, sowie
- zumindest einer Einrichtung, die dazu eingerichtet ist, eine Regelung oder Steuerung des Fahrzeugs (1) durchzuführen und
- zumindest einer Einrichtung, die dazu eingerichtet ist, eine Kommunikation des Fahrzeugs (1) mit einem oder mehreren externen Systemen oder Verkehrsteilnehmern (200, 201, 202, 203, 204, 205) durchzuführen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



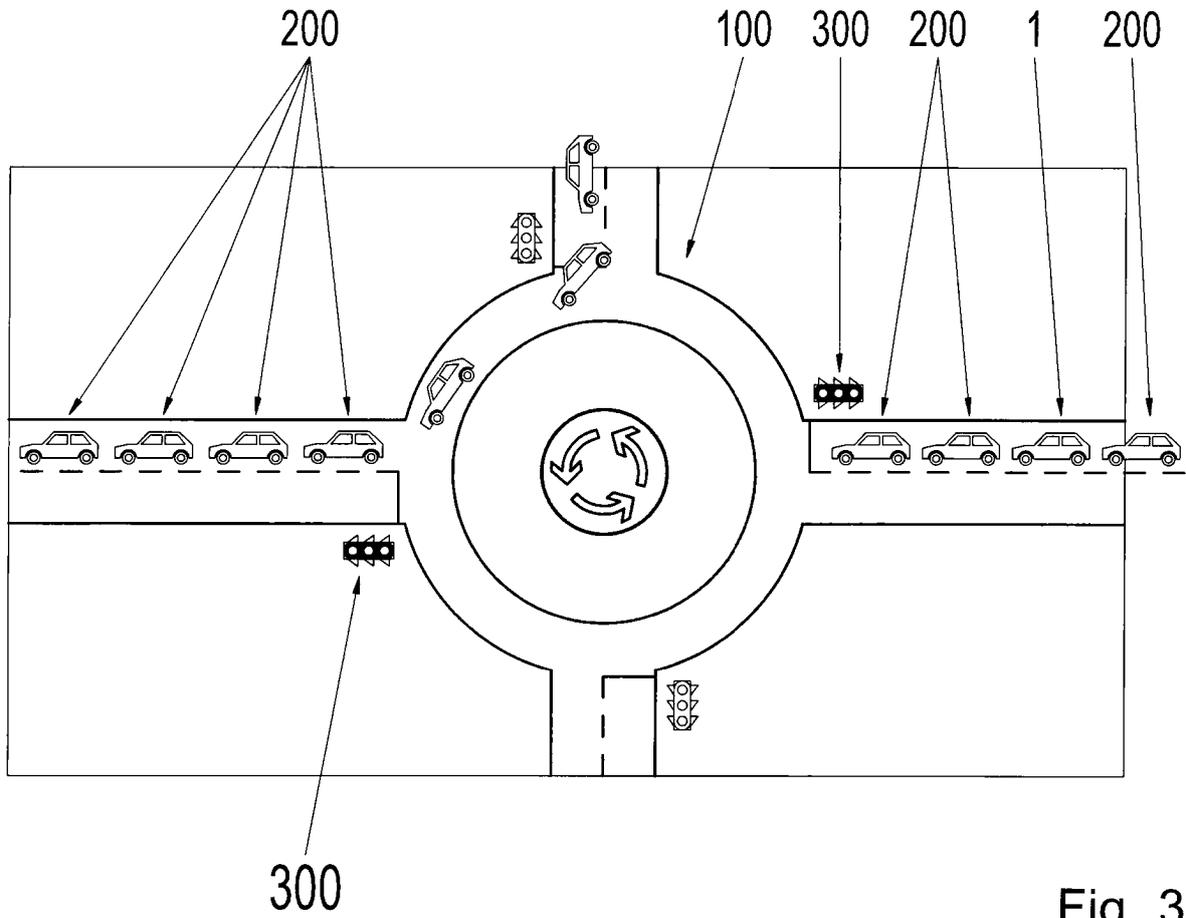


Fig. 3

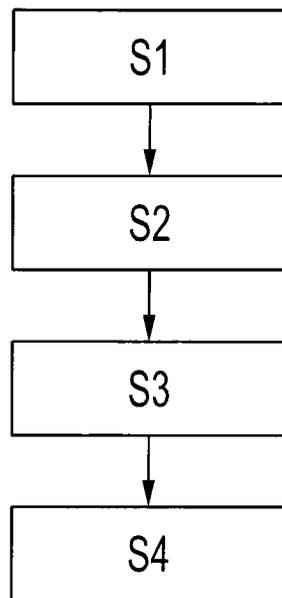


Fig. 4