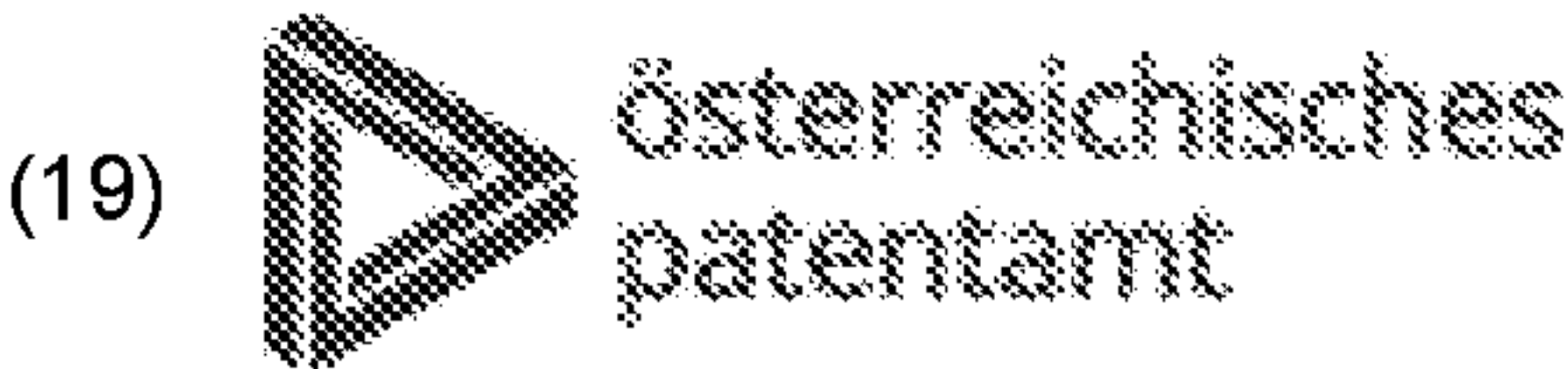




(10) **AT 522577 A4 2020-12-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

|      |                    |              |      |           |                   |           |
|------|--------------------|--------------|------|-----------|-------------------|-----------|
| (21) | Anmeldenummer:     | A 50559/2019 | (51) | Int. Cl.: | <b>G01S 5/02</b>  | (2010.01) |
| (22) | Anmeldetag:        | 24.06.2019   |      |           | <b>G01S 5/06</b>  | (2006.01) |
| (43) | Veröffentlicht am: | 15.12.2020   |      |           | <b>G02B 26/08</b> | (2006.01) |
|      |                    |              |      |           | <b>E04H 15/00</b> | (2006.01) |
|      |                    |              |      |           | <b>A63G 25/00</b> | (2006.01) |
|      |                    |              |      |           | <b>A63K 1/00</b>  | (2006.01) |

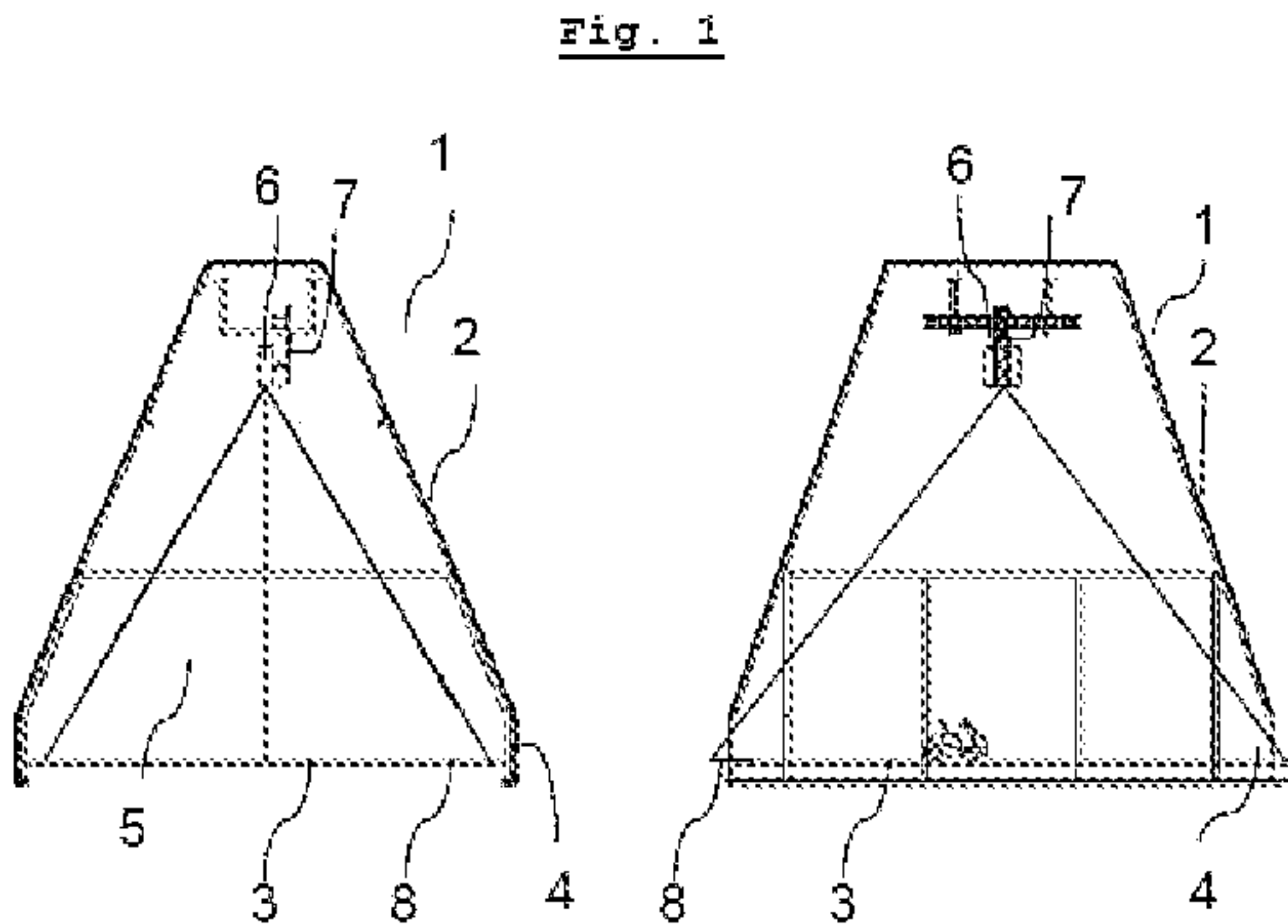
(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2004042666 A2  
BattleKart. Youtube Video [online] Publiziert am 23.08.2016 (XP054978957). Ermittelt am 10.03.2020. Abgerufen im Internet URL [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=2&v=\\_4kkmslu0Yg](https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=_4kkmslu0Yg)  
DE 102016225886 A1

(71) Patentanmelder:  
BRP-Rotax GmbH & Co KG  
4623 GUNSKIRCHEN (AT)  
Ars Electronica Linz GmbH & Co KG  
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:  
Burgstaller Peter Dr.  
4020 Linz (AT)

(54) **Tunnel oder Überdachung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Tunnel oder eine Überdachung einer Fahrbahn, in welchem/welcher mehrere Projektoren (6) angebracht sind, wobei die Projektoren (6) in Fahrtrichtung des Tunnels oder der Überdachung der Fahrbahn mit Abstand aufeinanderfolgend angebracht sind und Projektoren (6) jeweils oberhalb einer Öffnung (5) in der Decke (12) des Tunnels oder der Überdachung angebracht sind, wobei die Öffnungen (5) in der Decke (12) in Fahrtrichtung der Fahrbahn mit Abstand zueinander vorliegen und wobei die Projektionsbereiche der Projektoren (6) auf der Fahrbahn in deren Fahrtrichtung nahtlos aneinander anschließen oder überlappen.





## **Zusammenfassung (Fig. 1)**

Die Erfindung betrifft einen Tunnel oder eine Überdachung einer Fahrbahn, in welchem/welcher mehrere Projektoren angebracht sind, wobei die Projektoren in Fahrtrichtung des Tunnels oder der Überdachung der Fahrbahn mit Abstand aufeinanderfolgend angebracht sind und Projektoren jeweils oberhalb einer Öffnung in der Decke des Tunnels oder der Überdachung angebracht sind, wobei die Öffnungen in der Decke in Fahrtrichtung der Fahrbahn mit Abstand zueinander vorliegen und wobei die Projektionsbereiche der Projektoren (6) auf der Fahrbahn in deren Fahrtrichtung nahtlos aneinander anschließen oder überlappen.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein interaktives System an einer Strecke, insbesondere einer Rennstrecke, für personengesteuerte Fahrzeuge, wobei in zumindest einem Bereich der Strecke auf oder über deren Fahrbahn zumindest ein virtuelles Element dargestellt ist.

Die US2018169530A beschreibt das Projizieren einer virtuellen Kartstrecke auf einen leeren Hallenboden. An der Decke der Halle befinden sich mehrere Projektoren, deren Projektionen zusammen die virtuelle Rennstrecke abbilden. Zudem befinden sich an der Decke der Halle viele Sensoren, welche Marker auf den Karts detektieren, wobei dazu eine Vielzahl von Kameras an der Decke und Infrarotsender an den Karts vorgeschlagen werden. Nachteilig am System der Positionserkennung der Karts ist, dass eine Vielzahl von Kameras benötigt wird, was bei langen Strecken und/oder bei Rennstrecken über mehrere Ebenen hohe Kosten und einen großen Rechenaufwand bedeutet. Nachteilig an der US20180169530A ist, dass das System nur in dunklen, leeren Hallen sinnvoll anwendbar ist. Für das Fahren auf einer realen Rennstrecke sollten aber gute Sichtverhältnisse herrschen. Für den Einsatz an einer realen Rennstrecke ist das System der US20180169530A somit weniger geeignet, erst recht, wenn sich die Rennstrecke über mehrere Ebenen erstreckt oder zumindest teilweise im Freien verläuft. Nachteilig ist zudem, dass die Projektion am flachen Hallenboden von der niedrigen Sitzposition am Kart eingeschränkt wahrnehmbar ist und die optischen Effekte aufgrund des flachen Blickwinkels kaum real wirken können.

Die WO2019084583A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Projektion von virtuellen Informationen auf eine Fahrbahn. Es ist beschrieben, dass entlang der Strecke erste Positionsbestimmungsmittel positioniert sein können. Für die Positionsbestimmungssysteme werden mehrere Alternativen vorgeschlagen, wobei nicht erwähnt ist, dass unterschiedliche Positionsbestimmungssysteme in Kombination vorliegen können.



Zudem können an den Fahrzeugen zweite Positionsbestimmungsmittel angebracht sein. Positionsbestimmungsmittel an den Fahrzeugen haben den Nachteil, dass jedes Fahrzeug mit einem Gerät zur Datenverarbeitung ausgestattet sein muss, um seine Position berechnen zu können, und dass eine erhöhte Datenmenge zwischen den Fahrzeugen und einem Server drahtlos ausgetauscht werden muss. Das System stellt anhand der Fahrzeugpositionsinformationen zumindest eines Fahrzeuges individualisierte Informationen an zumindest einer Position der Strecke dar. Die WO2019084583A1 beschreibt das System ziemlich allgemein, sodass dieses für eine praktische Umsetzung in vielen Punkten verbesserungswürdig ist. In der WO2019084583A1 ist zwar beschrieben, dass in einem Tunnel Projektionsmittel angeordnet sein können, jedoch sind keine Angaben zum Aufbau des Tunnels und zur Anordnung der Projektionsmittel enthalten.

Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe besteht darin, eine verbesserte Vorrichtung zur Darstellung virtueller Inhalte an der Fahrbahn einer Strecke, insbesondere eine Rennstrecke, für personengesteuerte Fahrzeuge, insbesondere Karts, zu schaffen.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Tunnel oder eine Überdachung einer Fahrbahn gemäß Anspruch 1 vorgeschlagen.

Die Erfindung umfasst einen Tunnel oder eine Überdachung einer Fahrbahn, in welchem/welcher mehrere Projektoren angebracht sind, wobei die Projektoren in Fahrtrichtung des Tunnels oder der Überdachung der Fahrbahn mit Abstand aufeinanderfolgend angebracht sind und Projektoren jeweils oberhalb einer Öffnung in der Decke des Tunnels oder der Überdachung angebracht sind, wobei die Öffnungen in der Decke in Fahrtrichtung der Fahrbahn mit Abstand zueinander vorliegen und wobei die Projektionsbereiche der Projektoren auf der Fahrbahn in deren Fahrtrichtung nahtlos aneinander anschließen oder überlappen.

Bevorzugt erstreckt sich die Breite des Projektionsbereichs des jeweiligen Projektors auf der Fahrbahn zumindest über 80% bevorzugt zumindest 90% der Breite der Fahrbahn.



Bevorzugt ist die Breite des Projektionsbereichs des jeweiligen Projektors auf der Fahrbahn zumindest gleich der Breite der Fahrbahn.

Bevorzugt ist die Länge des jeweiligen Projektionsbereichs in Fahrtrichtung der Fahrbahn größer als die Breite des jeweiligen Projektionsbereichs in Querrichtung der Fahrbahn.

Bevorzugt ist nach oben hin anschließend an die Öffnungen jeweils ein Dach angeordnet, wobei der Projektor im oberen Bereich des Dachs angebracht ist.

Bevorzugt liegen die Dächer als Segmente vor, welche durch dazwischenliegende Übergangsstücke verbunden sind, wobei die Decke durch die Übergangsstücke gebildet ist und die Öffnungen begrenzt durch die innere Mantelflächen der Dächer vorliegen.

Bevorzugt liegen die Projektoren mit einem Abstand von zumindest 0,5 Meter insbesondere zumindest einen Meter über den Öffnungen vor.

Die Erfindung umfasst weiters einen Tunnel oder eine Überdachung wobei der Tunnel oder die Überdachung aus zumindest zwei Segmenten zusammengesetzt ist, und in jedem dieser Segmente ein Projektor angebracht ist, welcher ein Bild auf eine Fahrbahn innerhalb des Tunnels oder der Überdachung projiziert, wobei die Projektionsflächen aufeinanderfolgender Projektoren nahtlos aneinander anschließen oder sich zumindest teilweise überlappen und wobei im Tunnel oder der Überdachung zumindest drei Empfänger eines erstes Positionserkennungssystems angeordnet sind, welche ein Signal eines an einem Fahrzeug angeordneten Senders empfangen und daraus die Position des Fahrzeugs im Tunnel oder unter der Überdachung ermitteln, und in zumindest einem Segment ein zweites Positionserkennungssystem angeordnet ist, welches zumindest einen Sender und einen Empfänger umfasst, und welches durch Laufzeitmessung eines vom Fahrzeug vom Sender zum Empfänger reflektierten optischen Signals die Distanz des Fahrzeugs zum Sender und/oder Empfänger ermittelt, wobei die Positionsdaten des ersten und des zweiten



Positionserkennungssystem an eine zentrale Steuerung übermittelt werden, welche die Position und/oder das Erscheinungsbild von zumindest einem in den Projektionsflächen dargestellten virtuellen Element aufgrund der Positionsdaten zumindest eines Fahrzeugs verändert.

Bevorzugt ist ein erstes Positionserkennungssystem und zumindest ein zweites Positionserkennungssystem an der Strecke angeordnet, wobei das erste Positionserkennungssystem eine Positionserkennung der Fahrzeuge in einem größeren Bereich der Strecke vornimmt als das zweite Positionserkennungssystem, wobei das zweite Positionserkennungssystem im Bereich zumindest eines virtuellen Elements angeordnet ist und eine exaktere Positionserkennung ermöglicht als das erste Positionserkennungssystem.

Vorteilhaft daran ist, dass beide Positionserkennungssysteme an der Strecke angeordnet sind und somit ortsfeste Komponenten umfassen, welche direkt, bevorzugt kabelgebunden, mit einer zentralen Steuerung kommunizieren. Bevorzugt erfolgt keine wechselseitige Kommunikation der zentralen Steuerung mit den Fahrzeugen zur Positionsbestimmung.

Bevorzugt sendet die zentrale Steuerung Daten über ein von den Positionserkennungssystemen unabhängiges Datenübertragungssystem an die Fahrzeuge. Bevorzugt sind somit an der Strecke zumindest ein erstes und ein zweites Positionsbestimmungssystem angeordnet und ein zu diesen unterschiedliches Datenübertragungssystem, bevorzugt in Form eines WLAN-Systems, besonders bevorzugt in Form einer einzigen WLAN Sende- und Empfangseinheit.

Bevorzugt ermöglicht zumindest eines der Positionserkennungssysteme zudem eine Identifikation der Fahrzeuge. Dies erfolgt dadurch, dass jedes Fahrzeug ein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal aufweist, welches von zumindest einem der Positionserkennungssystem detektierbar oder empfangbar ist. Bevorzugt ist das eindeutige Unterscheidungsmerkmal ein digitaler Wert, welcher vom Fahrzeug



an das Positionserkennungssystem einmalig oder wiederkehrend übermittelt wird. Da der digitale Wert vom Fahrzeug an das Positionserkennungssystem gesendet wird, ist für die Positionserkennung keine direkte Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und einer zentralen Steuerung erforderlich. Bevorzugt empfängt das Fahrzeug keine Daten vom Positionserkennungssystem.

Bevorzugt erfolgt die Positionserkennung durch das erste Positionserkennungssystem lückenlos entlang der gesamten Strecke. Bevorzugt erfolgt die Positionserkennung durch das erste Positionserkennungssystem auch im Bereich des zweiten Positionserkennungssystems, sodass im Bereich des zumindest einen virtuellen Elements die Position durch das erste und zweite Positionserkennungssystem erkannt wird.

Weniger bevorzugt kann die Positionserkennung in einem Teilbereich der Strecke ausschließlich durch das zweite Positionserkennungssystem erfolgen. Weniger bevorzugt kann die Positionserkennung der Fahrzeuge im Bereich zumindest eines virtuellen Elements ausschließlich durch das zweite Positionserkennungssystem erfolgen. Bevorzugt werden die Positionen der Fahrzeuge durch überlappende Detektionsbereiche des ersten und des zweiten Positionserkennungssystems kontinuierlich erfasst.

Bevorzugt wird vorgeschlagen, die Positionserkennung und Identifikation der Fahrzeuge auf der gesamten Rennstrecke anhand eines ersten Positionserkennungssystems vorzunehmen und im Bereich der virtuellen Elemente ein zweites Positionserkennungssystem vorzusehen, welches eine exaktere Positionsbestimmung ermöglicht als das erste Positionserkennungssystem.

Vorteilhaft daran ist, dass das erste Positionserkennungssystem die Positionserkennung und die Identifikation der Fahrzeuge vornimmt, während das zweite Positionserkennungssystem lediglich die Position der Fahrzeuge bestimmen muss, da vom ersten Positionserkennungssystem bekannt ist, welches bzw. welche



Fahrzeuge momentan in den Bereich des zweiten Positionserkennungssystems gelangen oder sich in diesem befinden. Das zweite Positionserkennungssystem muss daher lediglich die Positionsbestimmung von Objekten vornehmen, nicht aber deren Identifikation. Durch diese erfindungsgemäße Maßnahme können beim zweiten Positionserkennungssystem beispielsweise Lichtschranken, Laser-Laufzeitmesssysteme oder LIDAR-Systeme verwendet werden, welche eine sehr exakte und vor allem sehr schnelle Positionsbestimmung von Objekten ermöglichen, nicht jedoch deren Identifikation, insbesondere wenn es sich um Objekte mit einheitlichen Abmessungen handelt. Beispielsweise kann im Bereich vor zumindest einem virtuellen Element seitlich an der Rennstrecke ein Abstandsmessgerät, beispielsweise in Form eines Laserlaufzeitmesssystems angeordnet sein, welches auf die Rennstrecke gerichtet ist, aus dessen Signal feststellbar ist, sobald ein Objekt erfasst wird, zur Erkennung der Position in Fahrtrichtung der Strecke, und in welcher Distanz dieses das Abstandsmessgerät passiert, zur Erkennung der Position in Querrichtung der Strecke. Aus diesen beiden Informationen kann die Relativposition des Objekts zu einem an der Strecke dargestellten virtuellen Element exakt ermittelt werden. Wenn beidseits der Strecke solche Abstandsmessgeräte vorgesehen sind, können auch die Positionen von zwei Fahrzeugen ermittelt werden, welche sich zeitgleich im Messbereich der Abstandsmessgeräte befinden. Durch Verwendung eines LIDAR-Systems, welches sich an einer erhöhten Position befindet, können die Positionen sämtlicher im Messbereich des LIDAR-Systems befindlichen Fahrzeuge bestimmt werden.

Bevorzugt sind im Bereich der virtuellen Elemente mehrere zweidimensionale LIDAR-Systeme angebracht, welche das Vorhandensein und die Position von Objekten in einer zweidimensionalen Ebene erfassen.

Wie oben beschrieben, ist es nicht notwendig, dass das zweite Positionserkennungssystem eine Identifikation der Fahrzeuge vornimmt, wenn dies bereits durch das erste



Positionserkennungssystem erfolgt. Das zweite Positionserkennungssystem kann aber zusätzlich eine Identifikation der Fahrzeuge vornehmen. Bevorzugt erfolgt die Identifikation der Fahrzeuge durch das zweite Positionserkennungssystem anhand anderer eindeutiger Unterscheidungsmerkmale der Fahrzeuge als beim ersten Positionserkennungssystem. Beispielsweise könnte das LIDAR-System die Fahrzeuge anhand eines physischen am Fahrzeug angebrachten Gegenstands mit individueller Geometrie und/oder individueller Position am Fahrzeug identifizieren.

Weniger bevorzugt kann die Identifikation der Fahrzeuge auch ausschließlich über das zweite Positionserkennungssystem oder ein weiteres, drittes Positionserkennungssystem oder ein zusätzliches Identifikationssystem erfolgen. Beispielsweise könnte die Identifikation der Fahrzeuge am Start, oder bei jedem Überfahren einer Linie, insbesondere der Startlinie, erfolgen, wobei die jeweilige Identifikation jenem Fahrzeug zugewiesen wird, dessen Position in der Startreihenfolge oder beim Überfahren der Linie mit der vom ersten Positionserkennungssystem ermittelten Position eines Fahrzeugs übereinstimmt. Wenn das erste Positionserkennungssystem die Position der zumindest einmal identifizierten Fahrzeuge kontinuierlich über den gesamten Streckenverlauf erfasst, ist eine erneute Identifikation nicht zwingend notwendig.

Die Identifikation könnte auch ausschließlich oder zusätzlich durch das zweite Positionserkennungssystem erfolgen, wobei die Identifikation jenem Fahrzeug zugewiesen wird, dessen durch das erste und das zweite Positionserkennungssystem ermittelten Positionen übereinstimmen oder am besten korrelieren.

Bevorzugt umfasst das erste Positionserkennungssystem Sender an den Fahrzeugen, welche ein elektromagnetisches Signal, bevorzugt in Form eines Funksignals, in alle Raumrichtungen senden und eine Mehrzahl an im Raum verteilten Empfängern, welche die Funksignale empfangen, wobei die Positionserkennung und die Identifikation der einzelnen Fahrzeuge dadurch erfolgt, dass



jedes Signal der Sender eine eindeutige Kennung und eine Zeitinformation enthält und die Position der einzelnen Fahrzeuge über die Laufzeitunterschiede der von den Empfängern empfangenen Signale ermittelt wird. Durch Triangulation, Trilateration oder eine andere bekannte mathematische Signalverarbeitungsmethode kann die dreidimensionale Position eines Fahrzeugs im Raum, oder die zweidimensionale Position des Fahrzeugs auf der Strecke, aus den Laufzeitunterschieden des Signals seines Senders zu unterschiedlichen Empfängern berechnet werden. Bevorzugt erlaubt das erste Positionserkennungssystem die Bestimmung der Position mit einer mittleren Genauigkeit von kleiner 25 cm.

Bevorzugt umfasst das zweite Positionserkennungssystem zumindest ein Laserlaufzeitmesssystem, welches durch Laufzeitbestimmung eines vom Fahrzeug reflektierten Laserstrahls die exakte räumliche, oder zweidimensionale Position und Ausrichtung des Fahrzeugs auf der Strecke detektieren kann. Bevorzugt erlaubt das zweite Positionserkennungssystem eine Positionsdetektion mit einer mittleren Genauigkeit von kleiner 10 cm, bevorzugt kleiner 5cm.

Ein positiver Nebeneffekt dieser Ausgestaltung ist, dass die Positionserkennungssysteme ganz ohne die Verwendung von Kameras auskommen können, sodass potenzielle datenschutzrechtliche Probleme vermieden werden. Zudem erfolgt vorteilhaft keine Positionsbestimmung am Fahrzeug selbst, sodass der Datenaustausch zwischen dem Fahrzeug und einer zentralen Steuerung minimal gehalten werden kann.

Bevorzugt werden die virtuellen Elemente an einer Steigung der Rennstrecke dargestellt, insbesondere auf einer Rampe, welche von einer ersten Ebene der Rennstrecke hinauf zu einer zweiten Ebene der Rennstrecke führt.

Bei den virtuellen Elementen kann es sich um zweidimensionale Projektionen auf den Fahrbahnbelag handeln, oder um dreidimensionale Projektionen, welche ein virtuelles



dreidimensionales Objekt bzw. ein Hologramm oberhalb des Fahrbahnbelags entstehen lassen.

Bevorzugt ist Strecke, insbesondere die Rennstrecke, hell beleuchtet ausgeführt und die virtuellen Elemente an einem Teilbereich der Strecke vorgesehen, welcher als Tunnel oder mit zusätzlicher Überdachung ausgeführt ist.

Besonders bevorzugt wird vorgeschlagen, die virtuellen Elemente in einem Tunnel bzw. einem überdachten Bereich der Strecke auf deren Fahrbelag darzustellen, wobei die Strecke in diesem Bereich ansteigend verläuft, wobei die Positionserfassung und die Identifikation der Fahrzeuge auf der Strecke durch ein erstes Positionserkennungssystem erfolgt und die Positionserfassung von Fahrzeugen im Bereich der virtuellen Elemente durch ein zweites, genaueres Positionserkennungssystem erfolgt.

Bevorzugt wird vorgeschlagen, dass die virtuellen Elemente aufgrund der Positionserkennung der Fahrzeuge von einer Steuerung beeinflusst werden.

Bevorzugt wird vorgeschlagen, dass die Fahrzeuge aufgrund deren Position relativ zu den virtuellen Elementen von einer Steuerung beeinflusst werden.

Beispielsweise könnte das Überfahren eines virtuellen Elements eine Steuerungsvorschrift auslösen, welche das Fahrverhalten des Fahrzeugs beeinflusst.

Bevorzugt sind im Tunnel bzw. im überdachten Bereich der Strecke Projektoren angeordnet, welche ein Bild auf den Fahrbahnbelag projizieren oder ein Hologramm in den Innenraum des Tunnels projizieren. Weniger bevorzugt kann der Fahrbahnbelag als Bildschirm vorliegen, beispielsweise indem hinter einer oder mehreren Glasplatten eine oder mehrere Anzeigeflächen angeordnet sind.

Bevorzugt umfasst die Überdachung bzw. der Tunnel zumindest ein kegel(stumpf)förmiges, oder pyramiden(stumpf)förmiges Dach, an



dessen oberem Endbereich ein Projektor angebracht ist, welcher ein Bild auf den Belag der Rennstrecke projiziert.

Bevorzugt umfasst die Überdachung bzw. der Tunnel zumindest zwei in Fahrtrichtung aneinandergereihte kegel(stumpf)förmige, oder pyramiden(stumpf)förmige Dächer, an deren oberem Endbereich jeweils ein Projektor angebracht ist, welcher ein Bild auf den Belag der Rennstrecke projiziert. Bevorzugt schließen die Bilder der Projektoren aneinander an, oder überlappen, um die Illusion einer einzelnen durchgehenden Projektion zu schaffen. Bevorzugt schließen an die kegelstumpfförmigen, oder pyramidenstumpfförmigen Dächer seitlich der Rennstrecke geschlossene Wände an, welche die Dächer mit dem Boden oder der Rampe verbinden. Optional können auch diese Wände als Projektionsflächen dienen. Dazu können in den schrägen Flächen der Dächer oder an sich gegenüberliegenden Wänden Projektoren angeordnet sein, oder Bildschirme an den Wänden angeordnet sein.

Durch diese Ausgestaltung wird ein Teilbereich der ansonsten hellen Rennstrecke gegenüber Umgebungslicht teilweise abgedunkelt, sodass die virtuellen Elemente in diesem Bereich gut wahrnehmbar sind. Durch die Beleuchtung des Fahrbahnbelags durch die Projektoren und optional der Wände der Überdachung bzw. des Tunnels, wird auch im Tunnel eine ausreichende Lichtintensität erreicht, um ein sicheres Fahren zu ermöglichen.

Vorteilhaft an einer ansteigenden Rennstrecke im Tunnel bzw. im Bereich der virtuellen Elemente ist neben dem steileren Blickwinkel, dass der auf der Ebene herankommende Fahrer zunächst nur den Fahrbahnbelag der ansteigenden Fläche sieht und erst bei der Fahrt auf der ansteigenden Strecke das Hintergrundlicht des Tunnelendes wahrnimmt.

Eine Steuerungseinheit steuert die virtuellen Elemente, und verarbeitet die Positionsinformationen der Positionserkennungssysteme. Die Steuerungseinheit kann Anweisungen an Aktuatoren der Fahrzeuge und/oder Informationen an einen Datenspeicher der Fahrzeuge senden.



Bevorzugt kommunizieren die Fahrzeuge über WLAN oder eine andere Drahtlostechnologie mit einer Steuerungseinheit. Bevorzugt ist an der gesamten Strecke nur eine Sende- und Empfangseinheit der Drahtlostechnologie vorhanden. Vorteilhaft daran ist, dass die sich mitunter schnell bewegendenden Fahrzeuge nur mit einer Sende- und Empfangseinheit kommunizieren. Eine Übergabe der Kommunikation von einer Sende- und Empfangseinheit zu nächsten (Roaming) kann daher unterbleiben. Nachteilig an Roaming ist, dass Signalunterbrechungen auftreten können und dass die Menge an zu übertragenden Daten erhöht wird.

Bevorzugt umfasst der Sendebereich der Sende- und Empfangseinheit die gesamte Rennstrecke. In einer anderen Ausführungsvariante umfasst der Sendebereich der Sende- und Empfangseinheit den Bereich der virtuellen Elemente, insbesondere den Bereich der Strecke, welche sich unter der Überdachung oder im Tunnel befindet, wo die virtuellen Elemente dargestellt sind.

Die Kommunikation mit der Steuerungseinheit kann über die gesamte Strecke erfolgen, oder nur im Bereich der virtuellen Elemente. Die Kommunikation kann unidirektional von der Steuerungseinheit zu den Fahrzeugen erfolgen, oder bidirektional. Eine unidirektionale Kommunikation hat den Vorteil, dass die Fahrzeuge keine Sender für die Kommunikation mit der Steuerungseinheit aufzuweisen brauchen.

Bevorzugt werden von der Steuerungseinheit Anweisungen an Aktuatoren der Fahrzeuge in Abhängigkeit der Relativposition der Fahrzeuge zu virtuellen Elementen erstellt.

Bevorzugt werden von der Steuerungseinheit Anweisungen an Aktuatoren der Fahrzeuge in Abhängigkeit der Relativposition der Fahrzeuge zur Begrenzung der Rennstrecke erstellt.

Bevorzugt werden von der Steuerungseinheit Anweisungen an Aktuatoren der Fahrzeuge in Abhängigkeit von vorausberechneten Bewegungstrajektorien der Fahrzeuge erstellt.



Bevorzugt werden von der Steuerungseinheit Anweisungen an Aktuatoren der Fahrzeuge in Abhängigkeit der Relativposition von Fahrzeugen zueinander erstellt.

Bevorzugt wird anhand der Relativposition eines Fahrzeugs zu einem virtuellen Element von der Steuerungseinheit eine Information an einen Datenspeicher des Fahrzeugs gesendet, welche eine Funktion des Fahrzeuges für den Bediener des Fahrzeugs abrufbar macht.

Vorteilhaft kann so eine Funktion bzw. Auswirkung des virtuellen Elements aus dem Bereich der Projektion auch auf herkömmliche Bereiche der Strecke mitgenommen werden und dort vom Bediener des Fahrzeugs abgerufen werden, ohne dass eine erneute Kommunikation mit der Steuerungseinheit erfolgen muss.

Bevorzugt können entlang der Strecke mehrere Bereiche mit virtuellen Elementen angeordnet sein, wobei in jedem dieser Bereiche eines von mehreren zweiten Positionserkennungssystemen vorgesehen ist.

Bevorzugt weist jedes Fahrzeug ein WLAN-Modul auf, wobei am WLAN-Modul Aktuatoren und gegebenenfalls auch Sensoren des Fahrzeugs über ein Bussystem, insbesondere einen CAN-Bus, angebunden sind.

Bevorzugt umfasst jedes Fahrzeug für den Antrieb zumindest einen Elektromotor mit Leistungselektronik. Bevorzugt wird die Leistung des Fahrzeugs von der Steuerungseinheit oder durch Informationen aus dem Datenspeicher des Fahrzeugs beeinflusst, indem die Parameter der Leistungselektronik des Elektromotors verändert werden. Bevorzugt gibt die Steuerungseinheit oder die Informationen aus dem Datenspeicher geänderte Parameter der Leistungselektronik und eine Zeitdauer vor, für welche die geänderten Parameter anzuwenden sind. Dadurch wird vorteilhaft erreicht, dass durch eine einmalige Kommunikation bzw. Datenübertragen mit der Steuerungseinheit ein Effekt auf das Fahrzeug für eine gewisse Zeitdauer aufrecht ist oder zur



Verfügung steht, ohne dass eine erneute Kommunikation und/oder Rückmeldung durch das Fahrzeug nötig ist.

Bevorzugt arbeitet das erste Positionserkennungssystem mit Ultrabreitband (UWB) Positionsbestimmungstechnologie. Ein Indoor Positionserkennungssystem mit Ultra-wideband hat eine Genauigkeit von ca. 10-30 Zentimetern und eine geringe Latenzzeit (Positionsabfrage bis zu 100 Mal pro Sekunde möglich). Die Positionsbestimmung basiert auf einem Laufzeitverfahren (Time of Flight, ToF). Dabei wird die Signallaufzeit zwischen einem Objekt und mehreren Empfängern gemessen. Für die genaue Lokalisierung eines Objektes sind mindestens 3 Empfänger nötig (Trilateration). Erfindungsgemäß weist jedes Fahrzeug einen Sender, insbesondere einen Ultrabreitband-Sender auf, wobei mehrere Empfänger entlang der Strecke angeordnet sind. Bevorzugt sind gerichtete Empfänger vorhanden, welche Signale aus einer Richtung mit einem begrenzten Winkelbereich erfassen, und Empfänger vorhanden, welche Signale aus einem breiten Winkelbereich erfassen, beispielsweise alle von vorne in einem Bereich von 360° um die Sensorfläche auftreffenden Signale. Bevorzugt sind entlang der gesamten Strecke Empfänger angeordnet. Bevorzugt weisen die Empfänger einen Abstand in Fahrtrichtung von 3-15 Meter zueinander auf, insbesondere 5-12 Meter. Bevorzugt sind die Empfänger auf einer Höhe von 1 - 5 Meter über der Fahrbahn angeordnet, insbesondere in einem Bereich von 1,5 bis 3 Meter. Bevorzugt sind entlang der Strecke zumindest 20 Empfänger, bevorzugt zumindest 30 Empfänger, insbesondere zumindest 40 Empfänger angeordnet.

Bevorzugt ist zudem ein Positionserkennungssystem zur Bestimmung der Rundenzeit vorhanden, beispielsweise in Form einer Induktionsschleife.

Bevorzugt sind im Tunnel mehrere Lautsprecher montiert. Bevorzugt sind zumindest sechs, besonders bevorzugt zumindest 8 Lautsprecher im Tunnel montiert. Bevorzugt weist jedes Element des Tunnels zumindest zwei Lautsprecher auf, welche an



gegenüberliegenden Seiten der Tunnelwände vorliegen. Die Lautsprecher können auch unabhängig zu den Tunnelsegmenten vorliegen. Daher kann eine beliebige Anzahl von Lautsprechern an beliebigen Stellen des Tunnels oder der Strecke angebracht sein. Bevorzugt wird die Positionsbestimmung der personengesteuerten Fahrzeuge verwendet, um die Wiedergabe von Tönen und Geräuschen aus den Lautsprechern zu steuern oder zu regeln. Bevorzugt werden die Signale an mehreren Lautsprechern derart von den Daten des Positionserkennungssystems verändert, dass die Töne und/oder Geräusche dem jeweiligen Kart entlang der Rennstrecke von einem Lautsprecher oder Lautsprecherpaar zum nächsten folgen.

Bevorzugt wird je Fahrzeug ein Signal an die Lautsprecher generiert, wobei das Signal unterschiedlichen zueinander beabstandeten Lautsprechern mit unterschiedlichem Pegel bereitgestellt wird, wobei der Pegel des Signals in Abhängigkeit der Distanz zwischen dem jeweiligen Lautsprecher und dem jeweiligen Fahrzeug verändert wird.

Die Ansteuerung der Lautsprecher kann in einer Ausführungsvariante aufgrund der Position, des Status und/oder des aktuellen Aussehens zumindest eines virtuellen Elements erfolgen. Bevorzugt wird aufgrund der detektierten Relativposition eines Fahrzeugs zu einem virtuellen Element eine Veränderung der Darstellung des virtuellen Elements durchgeführt und zeitgleich oder in Folge dieser Veränderung eine Wiedergabe an zumindest einem Lautsprecher gestartet.

Die Ansteuerung der Lautsprecher kann aber auch unabhängig von der Position der Fahrzeuge und/oder der Position der virtuellen Elemente erfolgen.

Bevorzugt wird auf der Fahrbahn eine virtuelle Route mit geringeren Abmessungen als die Fahrbahnbreite dargestellt, wobei die Position des Fahrzeugs relativ zu dieser virtuellen Route bestimmt wird, und aufgrund der ermittelten Relativposition Daten generiert und an das Fahrzeug übertragen werden.



Bevorzugt werden auf der Fahrbahn virtuelle Elemente dargestellt, wobei die Position des Fahrzeugs relativ zu diesen virtuellen Elementen bestimmt wird, und aufgrund der ermittelten Relativposition Daten generiert und an das Fahrzeug übertragen werden. Bevorzugt wird alternativ oder zusätzlich die Darstellung zumindest eines virtuellen Elements aufgrund der ermittelten Relativposition verändert, bevorzugt nur für eine begrenzte Zeitdauer, wonach das virtuelle Element bevorzugt wieder in den Ausgangszustand zurückversetzt wird. Bevorzugt wird alternativ oder zusätzlich die Wiedergabe oder der Pegel einer Wiedergabe von Lautsprechern aufgrund der ermittelten Relativposition verändert.

Bevorzugt kann die Position von virtuellen Elementen aufgrund der ermittelten Position eines Fahrzeugs verändert werden, sodass virtuelle Elemente auf ein Fahrzeug zubewegt oder von diesem wegbewegt werden können.

Bevorzugt wird dem jeweiligen Fahrzeug eine eindeutige Kennung der Person zugewiesen, die das Fahrzeug lenkt.

Bevorzugt wird der Kombination aus Person und Fahrzeug eine Konfiguration zugewiesen, welche Auswirkungen auf die Fahrzeugleistung hat. Beispielsweise kann die Leistung des Fahrzeugs an das Gewicht, die Erfahrung und/oder zuvor erzielte Rundenzeiten der Person angepasst werden. Die Fahrzeugleistung kann bevorzugt auch in Abhängigkeit der Fahrzeit oder der Anzahl an gefahrenen Runden verändert werden. Bevorzugt wird dies genutzt um zu Beginn eine Eingewöhnungsphase für ungeübte Lenker zu schaffen. Bevorzugt werden die Lenker der Fahrzeuge vor Fahrtbeginn gewogen und das Gewicht gespeichert. Bevorzugt wird den Lenkern vor Fahrtbeginn jeweils ein Fahrzeug zugewiesen oder den Fahrzeugen jeweils ein Lenker. Bevorzugt wird die Leistung des jeweiligen Fahrzeugs an das gespeicherte Gewicht des jeweiligen Lenkers angepasst.

Die Fahrzeugleistung kann bevorzugt auch in Abhängigkeit der Relativpositionen von Fahrzeugen zueinander geändert werden.



Bevorzugt wird die Leistung von zu überrundenden Fahrzeugen bei Annäherung eines überrundenden Fahrzeugs reduziert, um das Vorbeifahren zu erleichtern. Dadurch kann vorteilhaft eine Kolonnenbildung hinter langsameren Teilnehmern verhindert werden.

Bevorzugt können automatisch oder durch manuellen Eingriff in das zentrale Steuerungssystem folgende Maßnahmen gesetzt werden:

- Reduzierung der Leistung oder Maximalgeschwindigkeit zumindest eines Fahrzeugs, beispielsweise bei gefährlichem Verhalten,
- Stoppen eines oder mehrerer Fahrzeuge,
- Zuweisungen eines Lenkers zu einem anderen Fahrzeug, falls ein Fahrzeug ausfällt oder aus sonstigem Grund zu tauschen ist,
- Wiedergabe von Warnhinweisen und Geschwindigkeitsreduktion der Fahrzeuge.

Warnhinweise für die Lenker der Fahrzeuge können durch Anzeigeelemente am Fahrzeug und/oder durch Anzeigeelemente an der Strecke ausgegeben werden. Alternativ oder zusätzlich können Warnhinweise über Lautsprecher am Fahrzeug und/oder an der Strecke wiedergegeben werden. Beispielsweise können entlang der Strecke und/oder an den Fahrzeugen Lichtsignale angeordnet sein. Ein Warnhinweis kann durch Einschalten, Farbwechsel und/oder Blinken von Leuchtmitteln erfolgen. Warnhinweise können auch auf Anzeigeflächen bildlich oder als Text dargestellt werden, beispielsweise an Anzeigeflächen an der Strecke oder entfernt von dieser, beispielsweise einem anderen Raum, wie beispielsweise einem Kontrollraum.

Bevorzugt wird die Fahrzeugleistung oder die Maximalgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Absolutposition der Fahrzeuge auf der Strecke beeinflusst, beispielsweise um Zonen der Rennstrecke mit Geschwindigkeitslimits zu schaffen.



Bevorzugt kann die Fahrzeugleistung oder die Maximalgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Fahrzeit oder der Rundenanzahl erhöht oder verringert werden, bevorzugt graduell.

Bevorzugt wird aus den Daten des Positionserkennungssystems erfasst, wenn ein Fahrzeug zum Stillstand kommt, oder sehr langsam oder in die falsche Richtung unterwegs ist. Bevorzugt werden in diesem Fall die Leistung oder Geschwindigkeit des betroffenen Fahrzeugs und/oder von herankommenden nachfolgenden Fahrzeugen beeinflusst.

Bevorzugt wird die aktuelle Position aller Fahrzeuge auf der Rennstrecke erfasst und auf zumindest einem Anzeigegerät wiedergegeben. Bevorzugt werden zudem Rundenzeiten und/oder Rennpositionen und/oder Höchstgeschwindigkeiten erfasst und auf zumindest einem Anzeigegerät wiedergegeben. Bevorzugt werden einzelne oder mehrerer dieser Informationen verwendet, um in Abhängigkeit davon virtuelle Elemente zu erstellen oder zu verändern.

Bevorzugt sind zusätzliche Anzeigevorrichtungen entlang der Strecke angeordnet, um Informationen, beispielsweise die oben erwähnten, für die Lenker zur Verfügung zu stellen. Bevorzugt ist eine Anzeigevorrichtung neben oder über dem Start und/oder dem Ziel angeordnet. Bevorzugt ist eine Anzeigevorrichtung am Eingang des Tunnels angeordnet, um eine Information zum Tunnelmodus darstellen zu können.

Bevorzugt kommunizieren die Fahrzeuge mit einer zentralen Steuerung, um Steuerungselemente und/oder Motorleistung der Fahrzeuge zu aktivieren oder zu deaktivieren.

Bevorzugt kommunizieren die Fahrzeuge mit einer zentralen Steuerung, um einen kontrollierbaren, zeitbegrenzten Leistungsboost bereit zu stellen.

Bevorzugt steht den Lenkern ein Eingabemittel, insbesondere ein Taster, zur Verfügung, über welches eine zeitlich begrenzte Leistungssteigerung des Fahrzeugs abrufbar ist. Bevorzugt weist das Eingabemittel zudem ein Ausgabemittel, insbesondere eine



Status-LED, auf, welches den Status zur Verfügbarkeit einer Leistungssteigerung des Fahrzeugs anzeigt. Bevorzugt ist ein erneutes Abrufen der Leistungssteigerung erst nach Ablauf einer definierbaren Zeitspanne verfügbar, welche bevorzugt durch geeignete Anzeigeelemente dargestellt werden kann. Bevorzugt ist die Anzahl der verfügbaren Leistungssteigerung je Runde oder je Rennen von der zentralen Steuerung definierbar und wird in einem Speicher des Fahrzeugs abgespeichert.

Bevorzugt kann die WIFI-Verbindung zwischen den Fahrzeugen und der zentralen Steuerungseinheit am jeweiligen Fahrzeug deaktiviert werden, sodass das Fahrzeug keine Steuerungsbefehle mehr empfängt, beispielsweise indem der WIFI-Empfänger am Fahrzeug deaktiviert wird. Dadurch kann beispielsweise ein Fahrzeug, welches durch Personal der Rennstrecke bedient wird, von globalen Steuerungsbefehlen der zentralen Steuerungseinheit ausgenommen werden.

Bevorzugt sendet zumindest eines von mehreren Fahrzeugen in Zeitabständen eine Statusmeldung an die zentrale Steuerung, welche die Fahrzeugeinstellungen, insbesondere Leistungseinstellungen, beinhaltet. Bevorzugt werden diese Fahrzeugeinstellungen mit den von der zentralen Steuerung für das Fahrzeug vorgegebenen Fahrzeugeinstellungen verglichen und bei einer Abweichung neue Fahrzeugeinstellungen an das Fahrzeug gesendet. Dadurch kann sichergestellt werden, dass im Fall einer Signalunterbrechung oder eines Signalfehlers die falschen oder veralteten Fahrzeugeinstellungen des Fahrzeuges korrigiert werden. Dadurch wird die Sicherheit des Systems maßgeblich verbessert.

Für den Fall, dass von einem oder mehreren Fahrzeugen über einen Zeitraum von mehreren Übertragungszyklen keine Statusmeldungen empfangen werden, kann ein Fehler- oder Warnsignal ausgegeben werden, welches anzeigt, dass das betroffene Fahrzeug keine Daten an die Steuerungseinheit sendet. Wenn ein Fahrzeug zwar Statusmeldungen sendet, die Anweisungen der zentralen Steuerungseinheit aber keine Auswirkungen auf diese haben, kann



festgestellt werden, dass ein Fahrzeug keine Daten der Steuerungseinheit empfängt.

Bevorzugt sendet auch die zentrale Steuerungseinheit zyklisch Daten bzw. Fahrzeugeinstellungen an die Fahrzeuge.

Wenn ein Fahrzeug über mehrere Zyklen keine Daten oder Fahrzeugeinstellungen erhält, kann das Fahrzeug mit den zuletzt erhaltenen Fahrzeugeinstellungen betrieben werden, oder die Fahrzeugeinstellungen können auf im Fahrzeug gespeicherte Ausgangs- oder Notfalls-Fahrzeugeinstellungen gesetzt werden.

Die Ausgangsfahrzeugeinstellungen können automatisch bei jeder Inbetriebnahme des Fahrzeugs geladen oder gesetzt werden.

Zur Umsetzung der gegenständlichen Erfindung sind allgemein personengesteuerte Fahrzeuge geeignet, insbesondere Kraftfahrzeuge, wie beispielsweise Automobile, Motorräder, Autoscooter, Minibikes, Elektroscooter, Schneemobile oder E-Bikes. Ferner könnten zur Umsetzung der gegenständlichen Erfindung auch muskelbetriebene Fahrzeuge, wie beispielsweise Fahrräder, verwendet werden. Bevorzugt befindet sich die steuernde Person am oder im Fahrzeug. Weniger bevorzugt ist auch eine Fernsteuerung des Fahrzeugs durch eine Person möglich.

Die Strecke ist bevorzugt ein Rundkurs, sodass ein und dasselbe Fahrzeug wiederkehrend das zumindest eine virtuelle Element und das zweite Positionserkennungssystem passiert.

Die Strecke kann teilweise oder zur Gänze im Freien angeordnet sein.

Die Strecke ist bevorzugt zur Gänze in einer Halle angeordnet.

Ausführungsvarianten eines bevorzugten Tunnels, werden anhand von Zeichnungen veranschaulicht:

Fig. 1: veranschaulicht ein bevorzugtes Tunnelement, welches im Rahmen der Erfindung zum Einsatz kommen kann, in Schnittansicht von vorne und in Schnittansicht von der Seite.



Fig. 2: veranschaulicht mehrere bevorzugte Tunnelemente, welche im Rahmen der Erfindung zum Einsatz kommen können, in Ansicht von oben.

Fig. 3: veranschaulicht mehrere bevorzugte Tunnelemente, welche im Rahmen der Erfindung zum Einsatz kommen können, in Ansicht von der Seite.

Fig. 4: zeigt schematisch den Aufbau eines bevorzugten modularen Tunnels in Ansicht von oben.

Fig. 5: zeigt schematisch den Aufbau einer weiteren Ausführungsvariante eines bevorzugten modularen Tunnels in Ansicht von oben.

Fig. 6: zeigt schematisch den Aufbau des bevorzugten modularen Tunnels in Ansicht von vorne.

Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines bevorzugten Tunnelsegments 1 zur Verwendung bei der gegenständlichen Erfindung. Links in Fig. 1 ist das Tunnelsegment 1 in Schnittansicht quer zur Fahrtrichtung dargestellt, rechts in Schnittansicht in Fahrtrichtung.

Das Tunnelsegment 1 umfasst ein hohlpolyedrisches Dach 2, an das beidseits der Rennstrecke 3 bzw. der Fahrbahn Seitenwände 4 anschließen. Das Dach 2 weist in seinen quer zur Fahrtrichtung der Strecke liegenden Seitenflächen Öffnungen 5 auf. Im oberen Bereich des Daches 2 ist zumindest ein Projektor 6 montiert. Bevorzugt ist zumindest ein Projektor 6 zentral im Dach 2 an einer Montagevorrichtung 7, beispielsweise einer Traverse montiert. Die Projektionsfläche 8 des Projektors 6 beleuchtet bevorzugt zumindest die gesamte Länge der Rennstrecke 3, welche unter dem Dach 2 liegt. Bevorzugt ragt die Projektionsfläche 8 des Projektors 6 aus zumindest einer der Öffnungen 5 hervor, um so auf einen Teil der Rennstrecke 3, welcher vor und/oder hinter dem Dach 2 liegt, zu projizieren.

Bevorzugt sind die virtuellen Elemente der gegenständlichen Erfindung auf einen Teilbereich der Projektionsfläche begrenzt,



wobei mehrere virtuelle Elemente in einer Projektionsfläche 8 dargestellt werden können. Bevorzugt ist zumindest ein virtuelles Element im Überlappungsbereich zweier Projektionsflächen 8 benachbarter Projektoren 6 angeordnet, wobei jeder Projektor 6 das virtuelle Element darstellt. Vorteilhaft kann so eine Abschattung von virtuellen Elementen durch Fahrzeuge und Personen vermieden werden.

Fig. 2 zeigt einen beispielhaften Tunnelabschnitt, welcher sich aus mehreren Tunnelsegmenten 1 zusammensetzt. Zwischen den Tunnelsegmenten 1 sind Übergangsstücke 9 angeordnet, mit welchen der Tunnelverlauf an den Rennstreckenverlauf angepasst werden kann. Wie in Fig. 2 veranschaulicht ist, können die Tunnelsegmente 1 mit einheitlicher Grundrissform, bevorzugt mit rechteckiger Grundrissform vorliegen. Bevorzugt können die Tunnelsegmente 1 mit einheitlichen Abmessungen vorliegen.

Wie veranschaulicht, können die Übergangsstücke 9 in unterschiedlicher Ausprägung vorliegen. Im Bereich von Kurven oder Knicken der Rennstrecke 3 können Übergangsstücke 9 mit im Wesentlichen kreissegmentförmiger, dreieckiger oder keilförmiger Grundrissform eingesetzt werden.

Im Bereich von Geraden können Übergangsstücke 9 mit im Wesentlichen rechteckiger Grundrissform eingesetzt werden

Die Übergangsstücke 9 verbinden die Öffnungen 5 aneinander anschließender Tunnelsegmente 1. Die Übergangsstücke 9 bilden somit jeweils ein Übergangsdach zwischen benachbarten Dächern 2.

Die Übergangsstücke 9 können zudem Seitenwände 4 aufweisen, oder ein Teilbereich der Seitenwände 4 kann im Bereich der Übergangsstücke 9 liegen.

Am ersten und/oder letzten Tunnelsegment 1 kann an der eingangs- bzw. ausgangsseitigen Öffnung 5 eine Überdachung 10 vorgesehen sein, welchen einen Teilbereich der Rennstrecke 3 vor dem ersten Tunnelsegment 1 oder nach dem letzten Tunnelsegment 1 überdacht, sodass der Lichteinfall in das erste und/oder letzte Tunnelsegment 1 reduziert wird.



In Fig. 2 ist veranschaulicht, dass die Projektionsflächen 8 benachbarter Projektoren 6 bevorzugt nahtlos aneinander anschließen oder sogar überlappen. Im Bereich der Kurve oder des Knicks der Rennstrecke 3 überlappen die Projektionsflächen 8 der beiden Projektoren 6.

Im Beispiel der Fig. 2 ist das Tunnelsegment 1 mit Überdachung 10 das letzte Tunnelsegment 1 des Tunnels der Fig. 3.

Fig. 3 veranschaulicht einen beispielhaften Tunnel in Seitenansicht.

Der Tunnel ist an einer Rampe 11 vorgesehen. Die unterschiedlichen Steigungen der Tunnelsegmente 1 werden durch die Übergangsstücke 9 ausgeglichen.

Durch die aneinander anschließenden Projektionsflächen 8 der Projektoren 6 ist ein Teilbereich der Rennstrecke 3, welcher sich im Tunnel befindet, als Anzeigefläche für virtuelle Elemente ausgebildet.

Die Dächer 2 überragen vorteilhaft die durch die Überdachungen 10 und die Übergangsstücke 9 gebildete Tunneldecke 12. Wie dargestellt, kann die Tunneldecke 12 im Bereich der Überdachungen 10 und im Bereich der Übergangsstücke 9 unterschiedlich hoch ausgeführt sein.

Bevorzugt beträgt der Abstand der Projektoren 6 zur Rennstrecke 3 zumindest 4 m, insbesondere zumindest 6 m. Bevorzugt beträgt der Abstand der Tunneldecke 12 zur Rennstrecke 3 zwischen 2 m und 3,5 m. Bevorzugt sind die Projektoren 6 oberhalb der Tunneldecke 12 angebracht.

Dadurch, dass die Projektoren 6 in Dächern 2 angeordnet sind, welche die Tunneldecke 12 nach oben hin überragen, kann mit den einzelnen Projektoren 6 jeweils ein größerer Bereich der Rennstrecke 3 abgedeckt werden, als wenn dieser an der Tunneldecke 12 angebracht wären. Die Projektoren 6 sind bevorzugt UHD-Projektoren. Die Projektoren 6 sind bevorzugt mit



einer Steuerung bzw. einem Rechner mit Datenkabeln verbunden, insbesondere mit optischen Leitern.

Bevorzugt sind oberhalb der Projektoren 6, bevorzugt in den oberen Deckflächen der Dächer 2, Öffnungen und/oder Lüftungsgitter in den Dächern 2 vorhanden.

Bevorzugt wird der Tunnel vom unteren Ende her befahren, da in diesem Fall beim Einfahren ein vorteilhafter Blickwinkel auf die Projektionsflächen 8 im Bereich der Rampe gegeben ist.

Fig. 4 zeigt schematisch eine beispielhafte Ausgestaltung der Dächer 2 und Übergangsstücke 9. Die Dächer 2 sind hohlpyramidenstumpfförmig ausgeführt, wobei deren obere Fläche geschlossen oder offen sein kann. Die Dächer 2 weisen auf gegenüberliegenden Seitenflächen Öffnungen 5 auf. Durch die Ausschnitte in den trapezförmigen Seitenflächen resultieren geneigte Öffnungsflächen der Öffnungen 5.

Die Übergangsstücke 9 sind zur besseren Erkennbarkeit punktiert dargestellt. Die Übergangsstücke 9 verbinden die Ränder der Öffnungen 5. Die Übergangsstücke weisen am oberen Ende eine größere Ausdehnung in Fahrtrichtung der Strecke auf als am unteren Ende, um die schräg ansteigenden Öffnungsflanken der Öffnungen 5 auszugleichen. Die Übergangsstücke 9 können lediglich die dargestellten oberen Flächen und die beiden schräg ansteigenden Seitenflächen umfassen. Alternativ können die Übergangsstücke 9 zudem einen Teil der Seitenwand 4 umfassen.

Wie in Fig. 5 dargestellt ist, können die Dächer 2 in einer anderen Ausführungsvariante mit senkrechten Öffnungsflächen der Öffnungen 5 ausgeführt sein. Dies kann erreicht werden, indem die Seitenfläche des Daches 2, an welcher die Öffnung 5 vorliegt, aus mehreren Teilflächen zusammengesetzt ist. In diesem Fall können zwei Dächer 2 auch ohne Übergangsstück 9 direkt aneinander anschließend platziert werden, wenn diese mit gleicher Steigung an einem gemeinsamen geraden Streckenabschnitt vorliegen.



Fig. 6 veranschaulicht schematisch ein Tunnelsegment 1 in Ansicht von vorne. Das Dach 2 weist an seiner quer zur Fahrtrichtung liegenden Seitenfläche eine Öffnung 5 auf. Die längs zur Fahrbahn liegenden Seitenflächen liegen auf Seitenwänden 4 auf. Entlang der Seitenwände 4 können Pufferelemente 13 vorgesehen sein, welche einen Aufprall dämpfen können. Die Einfahrtsöffnung des Tunnelsegments 1 erstreckt sich von der Fahrbahn hinauf über die Seitenwände 4 bis zur Unterkante des Daches 2, von dort bevorzugt über einen Teilbereich 14 der quer zur Fahrtrichtung liegenden Seitenfläche über die gesamte Breite der quer zur Fahrtrichtung liegenden Seitenfläche. Am oberen Ende des Teilbereichs 14 kann, wie dargestellt, eine trapezförmige Öffnung 15 in der quer zur Fahrtrichtung liegenden Seitenfläche vorliegen, welche nur einen Teilbereich der quer zur Fahrtrichtung liegenden Seitenfläche einnimmt. Anstelle der trapezförmigen Öffnung 15 könnte auch eine dreieckige, vieleckige, runde oder ovale Öffnung vorgesehen sein.

Es wäre auch denkbar, auf die trapezförmige Öffnung 15 ganz zu verzichten, sodass die strichliert dargestellte obere Kante des Teilbereichs 14 die Tunneldecke 12 bildet.

Weniger bevorzugt könnte bei höher ausgeführten Seitenwänden 4 auf die Öffnung 5 im Dach 2 vollständig verzichtet werden.

Der zu den Figuren beschriebene segmentförmige Aufbau des Tunnels ist zwar vorteilhaft, um einen modularen Aufbau für unterschiedliche Streckenverläufe zu erreichen, es sei aber darauf hingewiesen, dass auch andere Tunnels für die hierin beanspruchte Erfindung vorteilhaft verwendet werden können, und dass beanspruchte Aspekte der gegenständlichen Erfindung auch ganz ohne Tunnel ausführbar sind.

Auf folgende Verallgemeinerungen sei hingewiesen:

Weniger bevorzugt kann eine Tunneldecke mit Öffnungen versehen werden und oberhalb dieser Öffnungen Projektoren 6 angebracht werden, beispielsweise um einen bestehenden Tunnel oder eine



Überdachung für die gegenständliche Erfindung einsetzbar zu machen. Weniger bevorzugt können an beliebigen Tunnels oder Überdachungen Projektoren 6 angebracht werden, welche virtuelle Elemente der gegenständlichen Erfindung im Tunnel darstellen können. Weniger bevorzugt können die virtuellen Elemente an einem nicht überdachten Bereich der Strecke dargestellt werden.

Anstelle das virtuelle Element mit herkömmlichen Projektoren auf die Fahrbahn zu projizieren, kann das virtuelle Element auch mit einem Hologrammprojektor als Hologramm oberhalb der Fahrbahn dargestellt werden.

Im Folgenden wird anhand der Fig. 3 und 6 ein bevorzugtes Positionserkennungssystem im Tunnel beschrieben. Im Tunnel oder in zumindest einem Tunnelsegment 1 ist zumindest ein LIDAR-Gerät 16 angebracht. Das LIDAR-Gerät 16 sendet bevorzugt einen Laserstrahl aus, welcher in einer Ebene, bevorzugt parallel zur Fahrbahn, geschwenkt oder rotiert wird, und empfängt Reflexionen dieses Laserstrahls, aus deren Laufzeit sich die Anwesenheit von und die Distanz zu Objekten bestimmen lässt. Bevorzugt sind mehrere LIDAR-Geräte im Tunnel angebracht, insbesondere zumindest 3, bevorzugt 4. Bevorzugt erstreckt sich der Tunnel über zwei Ebenen, wobei auf jeder Ebene und bevorzugt im Bereich der Rampe 11 zumindest je ein LIDAR-Gerät 16 angeordnet ist.

Im Tunnel oder in zumindest einem Tunnelsegment 1 ist zumindest ein UWB-Empfänger 17 angebracht. Bevorzugt sind mehrere UWB-Empfänger 17 im Tunnel angebracht, sodass das Signal eines UWB-Senders 18 am Fahrzeug an jeder Position im Tunnel von zumindest drei Empfängern 17 empfangbar ist. Bevorzugt sind entlang der gesamten Strecke UWB-Empfänger 17 angebracht. Bevorzugt sind mehrere UWB-Empfänger 17 entlang der Strecke angebracht, sodass das Signal eines UWB-Senders 18 am Fahrzeug an jeder Position der Strecke von zumindest drei UWB-Empfängern 17 empfangbar ist.

Bevorzugt umfasst zumindest ein Tunnelsegment 1 ein LIDAR-System 16 und zumindest einen UWB-Empfänger 17. Allgemein formuliert, umfasst zumindest ein Tunnelsegment 1 einen Empfänger des ersten



Positionserkennungssystem und zumindest ein zweites Positionserkennungssystem.

Am Fahrzeug ist zudem ein Drahtloskommunikationsgerät 19 angeordnet, welches von einem ortsfesten Drahtloskommunikationsgerät 20 Daten empfängt. Bevorzugt handelt es sich um WLAN-Kommunikationsgeräte. Bevorzugt umfasst der Sendebereich des ortsfesten Drahtloskommunikationsgeräts 20 zumindest den gesamten Tunnel, bevorzugt die gesamte Strecke, sodass Fahrzeuge auf der Strecke nur von dem einen Drahtloskommunikationsgerät 19 Daten erhalten.

Bevorzugt ist das Drahtloskommunikationsgerät 20 an einem zentralen Punkt innerhalb eines Rundkurses platziert.



## Ansprüche

1. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn, in welchem/welcher mehrere Projektoren (6) angebracht sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Projektoren (6) in Fahrtrichtung des Tunnels oder der Überdachung der Fahrbahn mit Abstand aufeinanderfolgend angebracht sind und Projektoren (6) jeweils oberhalb einer Öffnung in der Decke des Tunnels oder der Überdachung angebracht sind, wobei die Öffnungen in der Decke in Fahrtrichtung der Fahrbahn mit Abstand zueinander vorliegen und wobei die Projektionsbereiche der Projektoren (6) auf der Fahrbahn in deren Fahrtrichtung nahtlos aneinander anschließen oder überlappen.
2. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach oben hin anschließend an die Öffnungen jeweils ein Dach (2) angeordnet ist, wobei der Projektor im oberen Bereich des Dachs angebracht ist.
3. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dächer (2) als Segmente (1) vorliegen, welche durch dazwischenliegende Übergangsstücke (9) verbunden sind, wobei die Decke durch die Übergangsstücke (9) gebildet ist und die Öffnungen begrenzt durch die innere Mantelflächen der Dächer (2) vorliegen.
4. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Projektoren (6) mit einem Abstand von zumindest 0,5 Meter bevorzugt zumindest einen Meter über der Öffnung vorliegen.
5. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Überdachung oder der Tunnel aus mehreren Segmenten zusammengesetzt ist, wobei die Segmente je ein Dach (2) umfassen, welches quer zur Fahrbahn liegende Seitenflächen aufweist, wobei in diesen Seitenflächen Öffnungen (5) vorliegen und wobei einander zugewandte Seitenflächen von aneinander anschließenden Segmenten durch ein Übergangsstück



- (9) verbunden sind, wobei das Übergangsstück (9) einen Teil der Decke des Tunnels oder der Überdachung bildet und wobei die Dächer (2) der Segmente die Decke des Tunnels oder der Überdachung nach oben hin überragen und wobei in den Dächern (2) die Projektoren (6) angebracht sind.
6. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Überdachung oder der Tunnel aus mehreren einheitlichen Segmenten mit jeweils rechteckigem Grundriss zusammengesetzt ist, wobei die Segmente einheitliche Dächer (2) umfassen, in denen jeweils zumindest ein Projektor (6) angebracht ist, wobei zwischen den Dächern (2) zueinander angrenzender Segmente Übergangsstücke (9) vorgesehen sind, welche unterschiedliche Steigungen oder Winkel zwischen aneinander angrenzenden Segmenten ausgleichen.
7. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Tunnel oder die Überdachung an einer Steigung oder einer Rampe der Fahrbahn vorliegt, welche von einer ersten Ebene der Fahrbahn hinauf zu einer zweiten Ebene der Fahrbahn führt, wobei die Fahrbahn Teil eines Rundkurses ist.
8. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Tunnel oder der Überdachung zumindest drei Empfänger eines erstes Positionserkennungssystems angeordnet sind, welche ein Signal eines an einem Fahrzeug angeordneten Senders empfangen und daraus die Position des Fahrzeugs im Tunnel oder unter der Überdachung ermitteln.
9. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Tunnel ein Positionserkennungssystem angeordnet ist, welches zumindest einen Sender und einen Empfänger umfasst und welches durch Laufzeitmessung eines vom Fahrzeug vom Sender zum Empfänger



reflektierten Signals die Distanz des Fahrzeugs zum Sender und/oder Empfänger ermittelt.

10. Tunnel oder Überdachung einer Fahrbahn, dadurch gekennzeichnet, dass der Tunnel oder die Überdachung aus zumindest zwei Segmenten (1) zusammengesetzt ist, und in jedem dieser Segmente (1) ein Projektor (6) angebracht ist, welcher ein Bild auf eine Fahrbahn innerhalb des Tunnels oder der Überdachung projiziert, wobei die Projektionsflächen aufeinanderfolgender Projektoren (6) nahtlos aneinander anschließen oder sich zumindest teilweise überlappen und wobei im Tunnel oder der Überdachung zumindest drei Empfänger eines erstes Positionserkennungssystems angeordnet sind, welche ein Signal eines an einem Fahrzeug angeordneten Senders empfangen und daraus die Position des Fahrzeugs im Tunnel oder unter der Überdachung ermitteln, und in zumindest einem Segment ein zweites Positionserkennungssystem angeordnet ist, welches zumindest einen Sender und einen Empfänger umfasst, und welches durch Laufzeitmessung eines vom Fahrzeug vom Sender zum Empfänger reflektierten optischen Signals die Distanz des Fahrzeugs zum Sender und/oder Empfänger ermittelt, wobei die Positionsdaten des ersten und des zweiten Positionserkennungssystems an eine zentrale Steuerung übermittelt werden, welche die Position und/oder das Erscheinungsbild von zumindest einem in den Projektionsflächen dargestellten virtuellen Element aufgrund der Positionsdaten zumindest eines Fahrzeugs verändert.



Fig. 1

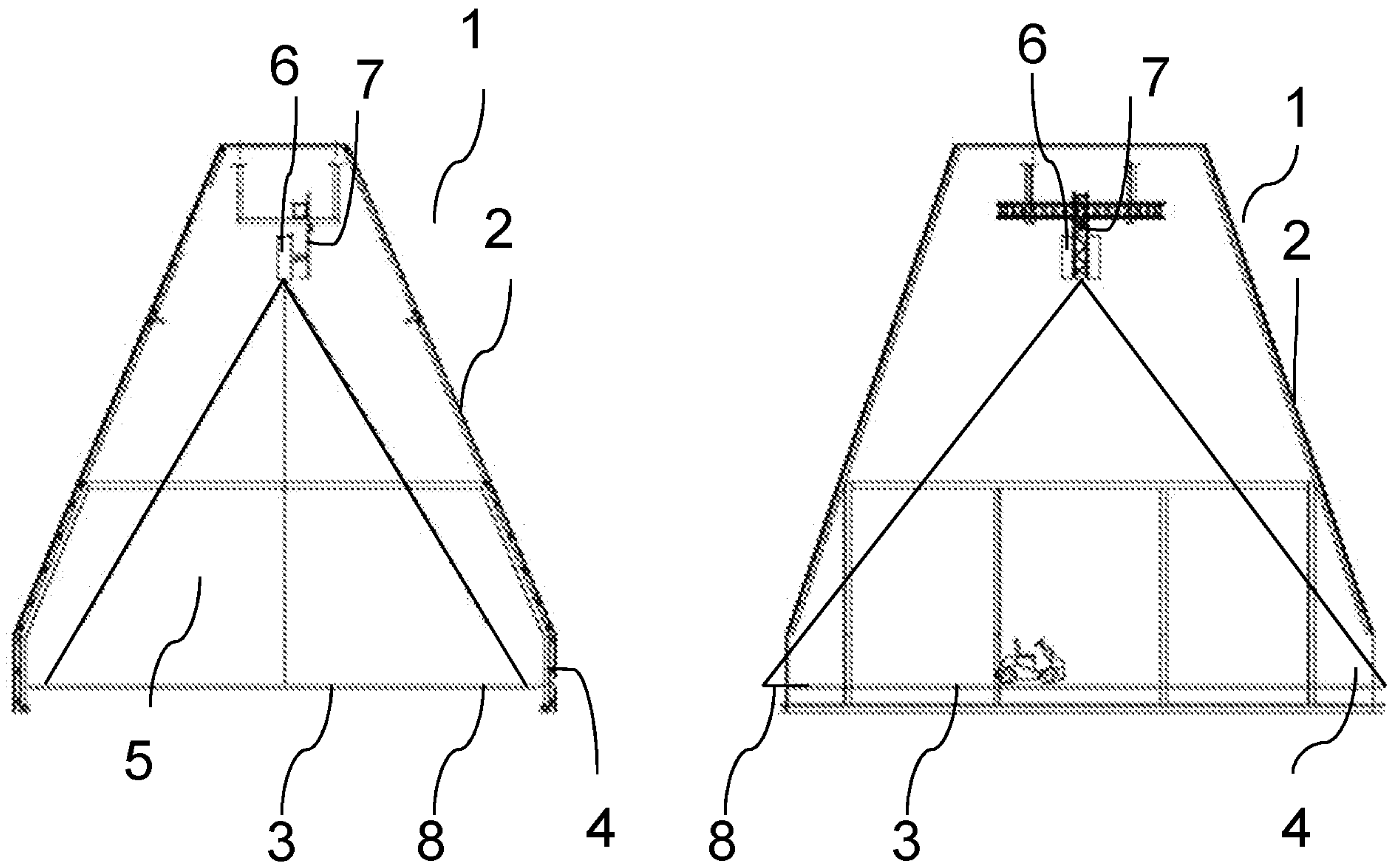


Fig. 2

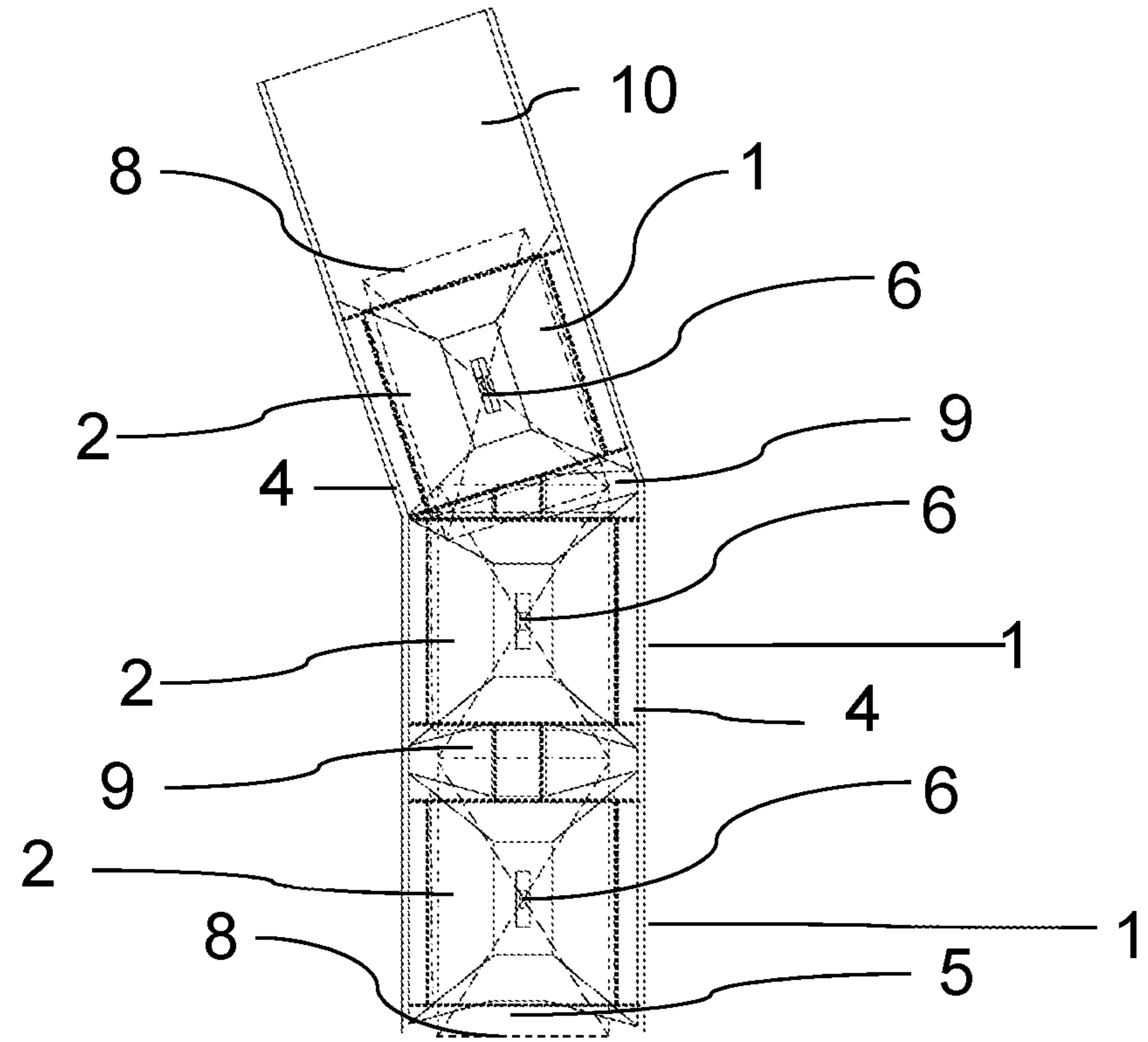




Fig. 3

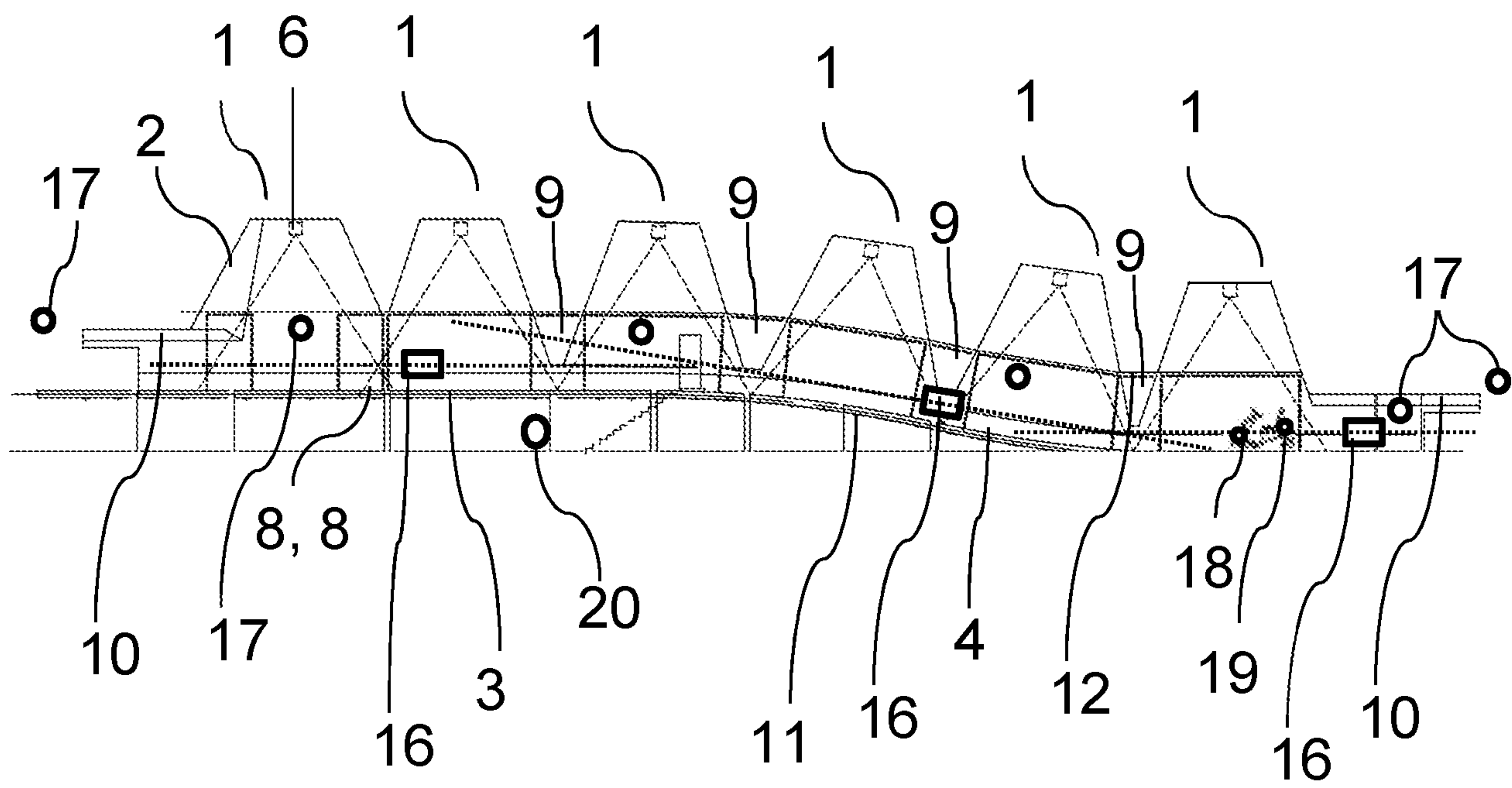


Fig. 4

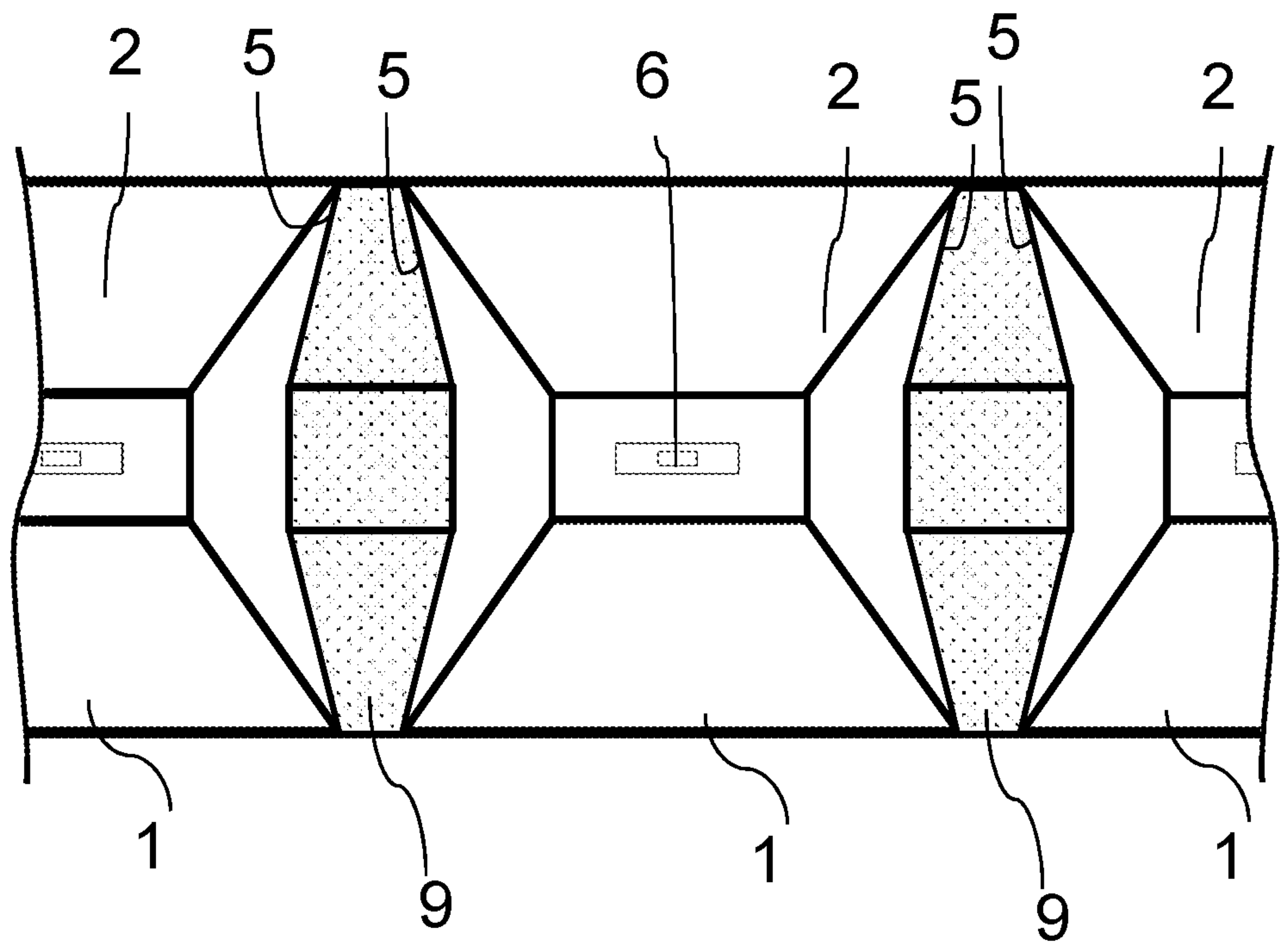




Fig. 5

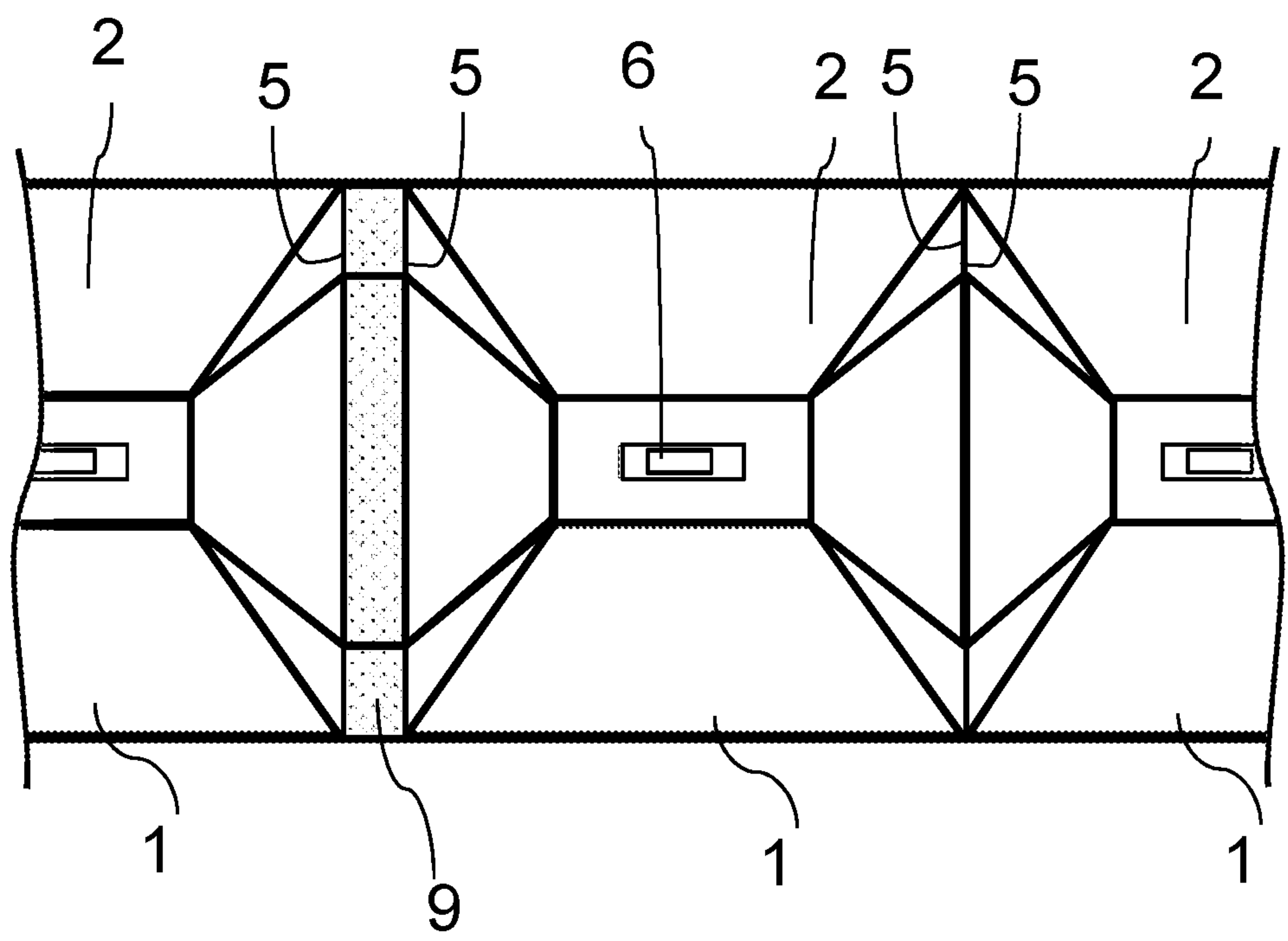


Fig. 6

