



(10) **DE 10 2010 022 171 B4** 2013.11.21

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 022 171.6**
(22) Anmeldetag: **20.05.2010**
(43) Offenlegungstag: **24.11.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.11.2013**

(51) Int Cl.: **B62D 6/00** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147, Köln, DE**

(72) Erfinder:
Bünte, Tilman, Dr.-Ing., 86919, Utting, DE

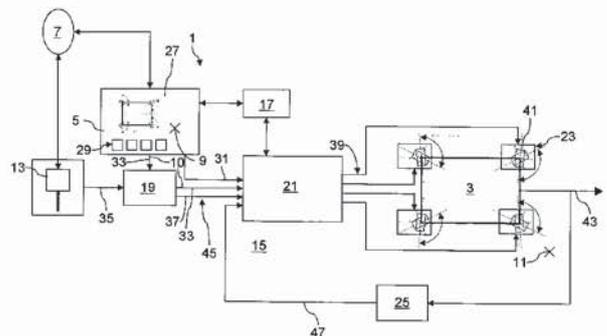
(74) Vertreter:
**Rösler Rasch & Partner Patent- und
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft, 81241,
München, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	198 03 873	A1
DE	43 94 316	T5
US	5 719 762	A

(54) Bezeichnung: **Mensch-Maschine-Schnittstelle für ein Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Mensch-Maschine-Schnittstelle (1) mittels der eine drei Freiheitsgrade aufweisende Soll-Bewegung (45) eines Fahrzeugs (3) vorgebar ist, mit:
– einem Bedienelement (5) mittels dem durch einen Bediener (7) des Fahrzeugs (3) zwei Koordinaten (33) zum Festlegen der Soll-Bewegung (45) ermittelbar sind, wobei die Koordinaten (33) einen ersten Freiheitsgrad und einen zweiten Freiheitsgrad der Soll-Bewegung (45) festlegenden Soll-Momentanpol des Fahrzeugs (3) charakterisieren,
– einer Steuervorrichtung (17) die ein Gebiet (61) einer Ebene (59), in der die Soll-Bewegung (45) verläuft, ausweist, in dem der Soll-Momentanpol (10) erlaubt ist,
– einer Anzeigevorrichtung (27) mittels der das erlaubte Gebiet (61) anzeigbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mensch-Maschine-Schnittstelle mittels der eine drei Freiheitsgrade aufweisende Sollbewegung eines Fahrzeugs vorgebar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Einstellen einer Sollbewegung eines Fahrzeugs in einer Ebene sowie ein vorrichtungsgemäßes und/oder verfahrensgemäßes Fahrzeug.

[0002] Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie Verfahren zum Einstellen einer Sollbewegung eines Fahrzeugs sind bekannt. Im allgemeinsten Sinn kann unter einer Mensch-Maschine-Schnittstelle eines Fahrzeugs eine Gesamtheit aller Eingabegeräte und/oder Bedienelemente sowie eine Summe aller durch menschliche Sinnesorgane wahrnehmbaren Anzeigen, welche mit einer Steuerung der Bewegung des Fahrzeugs im Zusammenhang stehen, verstanden werden. Straßengebundene Kraftfahrzeuge weisen beispielsweise ein Lenkrad sowie eine Pedalerie zur Längs- und Quersteuerung auf. In einer einfachen Ausgestaltung bewirkt eine Drehung des Lenkrades eine Einstellung von zwei Radlenkwinkeln beziehungsweise Spurwinkel zweier Räder einer Achse, wobei Räder von übrigen Achsen un gelenkt sind. Ferner sind aktive oder passive Vorrichtungen und/oder Verfahren bekannt, bei denen neben den Vorderrädern auch Hinterräder aktiv oder passiv gelenkt werden. Für eine ebene Bewegung eines solchen Fahrzeuges, das insgesamt vier Räder aufweist, ergeben sich insgesamt acht Radfreiheitsgrade. Ein Zustand dieser Freiheitsgrade kann beispielsweise durch vier zu den jeweiligen Rädern gehörige Radlenkwinkel sowie durch vier der jeweils zugehörigen Raddrehzahlen definiert werden. Bei herkömmlichen bodengebundenen Fahrzeugen, wie beispielsweise Personenkraftwagen, Lastkraftwagen oder Gabelstaplern sind diese Radfreiheitsgrade eingeschränkt. Beispielsweise sind in der Regel bei Personenkraftwagen die Räder der Hinterachse, abgesehen von elastokinematischen Effekten, von Änderungen durch Einfederungen, etc. un gelenkt. Eine Lenkung der Vorderräder ist mechanisch gekoppelt, so dass ein einzig für die Lenkung aller Räder verbleibender Freiheitsgrad über ein einziges Bedienelement, beispielsweise das Lenkrad, gestellt werden kann. Für einen Fahrer des Fahrzeugs reduziert sich daher das Stellen von vier Radlenkwinkeln auf eine vergleichsweise einfache Aufgabe einen Verdrehwinkel des Lenkrads einzustellen. Die Drehzahlen der vier Räder kann der Fahrer mittelbar durch Gasgeben und Bremsen mittels der Pedalerie beeinflussen. Die US 5,719,762 A betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Rotationsfahrzeugs zum Navigieren eines eine Kombination aus translatorischen und rotatorischen Bewegungen verwendenden Kurses mittels einer Vielzahl von eine Bewegung in drei Freiheitsgraden eines bemannten oder unbemannten Fahrzeugs steuernden Antriebssteuerrädern. Die

DE 198 03 873 A1 bezieht sich auf eine Stellelementanordnung zur Steuerung wenigstens der Querbewegung eines Fahrzeugs, insbesondere für ein allradgelenktes Fahrzeug mit einem handbetätigbaren Stellelement. Die DE 43 94 316 T5 betrifft ein Betriebssteuerungssystem für ein ortbewegliches Fahrzeug, das mit einem Paar von Antriebsrädern entlang einer diagonalen Linie eines Fahrzeugkörpers zum Drehen mittels eines Drehstellglieds und mit Mitlauf rädern entlang der anderen diagonalen Linie ausgestattet ist.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte Steuerung einer Bewegung eines Fahrzeugs mit einer Vielzahl von Lenkungsfreiheitsgraden, insbesondere bei Langsamfahrten und/oder Rangierfahrten, eine Manövrierfähigkeit verbunden mit einer vergleichsweise einfachen Bedienbarkeit zu ermöglichen.

[0004] Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe erfolgt durch eine Mensch-Maschine-Schnittstelle gemäß Anspruch 1.

[0005] Vorteilhaft können die zwei Freiheitsgrade der Sollbewegung durch ein einfaches Eingeben der zwei Koordinaten von dem Bediener des Fahrzeugs vorgegeben werden. Unter einer drei Freiheitsgrade aufweisenden Sollbewegung des Fahrzeugs kann beispielsweise eine ebene Bewegung beziehungsweise eine Bewegung, in einer Ebene, beispielsweise einer horizontalen Ebene verstanden werden. Dabei ist es möglich, dass eine aktuelle Lage der Ebene von einer Zeit abhängt und/oder die Sollbewegung in einer hinreichend kleinen Umgebung eines aktuellen Ortes des Fahrzeugs eben verläuft. Die Sollbewegung kann als zweidimensionale Bewegung des Fahrzeugs verstanden werden, wobei der Soll-Momentanpol einen Drehpunkt der Sollbewegung des Fahrzeugs darstellen kann.

[0006] Es ist denkbar, dass der Soll-Momentanpol über der Zeit veränderlich ist, so dass auch nicht kreisförmige Bewegungen des Fahrzeugs mittels des Soll-Momentanpols beschrieben werden können. Die Sollbewegung des Fahrzeugs verläuft dann lediglich in einer hinreichend kleinen zeitlichen Umgebung auf einer kreisförmigen Bahn, deren Mittelpunkt der Soll-Momentanpol ist. Vorteilhaft kann der Bediener des Fahrzeugs auf einfache Art und Weise, ohne dabei überfordert zu sein, die zwei Koordinaten der Ebene in das Bedienelement eingeben. Unter Koordinaten können beispielsweise zwei Skalare, ein Skalar ein Winkel, im allgemeinsten Sinne ein Punkt, der sich durch die Koordinaten beschreiben bzw. definieren lässt, verstanden werden. Vorteilhaft stehen im Vergleich zu einem einfachen Drehen eines Lenkrades alle denkbaren Möglichkeiten für eine Vorgabe einer Bewegungsbahn des Fahrzeuges des Fahrzeugs zur Verfügung. Vorteilhaft kann dies insbesondere für ei-

nen Langsamfahrbereich für ein besonders wendiges Rangieren des Fahrzeugs ausgenutzt werden, wobei eine beliebige Anzahl von Rädern des Fahrzeugs entsprechend des vorgegebenen Soll-Momentanpols so eingestellt werden können, dass das Fahrzeug bzw. eine Ist-Bewegung des Fahrzeugs einen Ist-Momentanpol aufweist, der dem vorgegebenen Soll-Momentanpol entspricht. Vorteilhaft kann der Bediener mittels der Koordinaten bzw. mittels des Soll-Momentanpols beliebig komplizierte Sollbewegungen des Fahrzeugs vorgeben, ohne sich dabei um dafür notwendige Radlenkwinkel selbst kümmern zu müssen. Eine entsprechende Anstellung der Radlenkwinkel kann vorteilhaft auf Basis des vorgegebenen Soll-Momentanpols, also ohne weiteres Zutun des Bedieners, erfolgen. Vorteilhaft kann das Fahrzeug, insbesondere falls dieses bodengebunden ist, eine Vielzahl von Lenkungsfreiheitsgraden beziehungsweise eine beliebige Anzahl von Rädern aufweisen, welche zumindest teilweise lenkbar sind, die vorteilhaft in ihrer Gesamtheit mittels der Vorgabe des Soll-Momentanpols ansteuerbar sind.

[0007] Aufgrund der drei Freiheitsgrade kann die ebene Bewegung des Fahrzeugs beschrieben bzw. parametrisiert werden durch eine Tripel-Kombination skalarer Größen. Insbesondere kann diese sein eine Position x_{IS} eines Schwerpunktes in einem Inertialkoordinatensystem, eine Position y_{IS} des Schwerpunktes in dem Inertialkoordinatensystem sowie ein Gierwinkel Ψ zwischen einer Längsachse des Fahrzeugs und einer x_{IS} -Achse des Inertialkoordinatensystems, insbesondere eine Komponente v_x einer Fahrzeuggeschwindigkeit am Fahrzeugschwerpunkt in einer Fahrzeuglängsrichtung, eine Komponente v_y der Fahrzeuggeschwindigkeit am Fahrzeugschwerpunkt in einer Fahrzeugsquerrichtung sowie eine Gierrate $d\Psi/dt$ (eine Drehgeschwindigkeit um eine Hochachse), insbesondere ein Betrag einer Fahrzeugschwindigkeit im Schwerpunkt des Fahrzeugs, ein Schwimmwinkel β im Schwerpunkt des Fahrzeugs sowie die Gierrate $d\Psi/dt$, insbesondere einen Kurvenradius R oder eine Kurvenkrümmung $\rho = 1/R$ bezogen auf den Schwerpunkt, den Schwimmwinkel β im Schwerpunkt zwischen einem Geschwindigkeitsvektor und der Längsachse des Fahrzeugs sowie die Gierrate $d\Psi/dt$ oder den Betrag der Fahrzeuggeschwindigkeit im Schwerpunkt, insbesondere eine Longitudinalbeschleunigung $a_{long} = dv/dt$, eine Zentripetalbeschleunigung $a_{lat} = v^2/R$ sowie eine Gierbeschleunigung $d^2\Psi/dt^2$, vorzugsweise eine Lage des Momentanpols x_{MP} in Fahrzeuglängsrichtung, eine Lage des Momentanpols y_{MP} in Fahrzeugsquerrichtung sowie die Gierrate $d\Psi/dt$ oder den Betrag v der Fahrzeuggeschwindigkeit im Schwerpunkt.

[0008] Bei einem Ausführungsbeispiel der Mensch-Maschine-Schnittstelle ist ein zweites Bedienelement mittels dem durch den Bediener des Fahrzeugs eine Vorgabegröße eingegbar ist vorgesehen, wobei die

Vorgabegröße zusätzlich einen dritten Freiheitsgrad der Sollbewegung beeinflusst. Vorteilhaft können mittels des Bedienelements und des zweiten Bedienelements sämtliche Freiheitsgrade der zweidimensionalen Bewegung des Fahrzeugs festgelegt bzw. beeinflusst werden. Dabei ist es vorteilhaft möglich, mittels des Soll-Momentanpols eine Bahn beziehungsweise Bahnkurve der Sollbewegung und mittels der Vorgabegröße eine Dynamik des Fahrzeugs entlang der Bahn vorzugeben bzw. zu beeinflussen.

[0009] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Mensch-Maschine-Schnittstelle ist vorgesehen, dass sich die Vorgabegröße auf zumindest ein Element der Gruppe einen Winkel, eine Winkelgeschwindigkeit, eine Winkelbeschleunigung, einen Winkelruck, einen Ort, eine Längsgeschwindigkeit, eine Längsbeschleunigung, einen Längsruck, ein Drehmoment bezieht. Vorteilhaft kann dadurch die Bewegung entlang der mittels des Soll-Momentanpols vorgegebenen Bahn beeinflusst bzw. vorgegeben werden.

[0010] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Mensch-Maschine-Schnittstelle ist vorgesehen, dass diese eine Steuerung aufweist, wobei die Steuerung eine Steuervorrichtung, die ein Gebiet der Ebene, in der die Sollbewegung verläuft, ausweist, in dem der Soll-Momentanpol erlaubt ist, wobei das Gebiet insbesondere von einer Betriebszustandsvorgabe und/oder einem Betriebszustand des Fahrzeugs abhängt. Das Gebiet kann sich beispielsweise aufgrund von Lenkwinkelbeschränkungen einzelner Räder des Fahrzeugs ergeben. Unter erlaubt kann verstanden werden, dass ein in dem Gebiet der Ebene liegender Soll-Momentanpol mittels entsprechenden Stellelementen des Fahrzeugs, beispielsweise Lenkwinkelstellern, so eingestellt werden kann, dass Drehachsen aller Räder durch den Soll-Momentanpol laufen bzw. sich in diesem schneiden. Vorteilhaft ist dadurch gewährleistet, dass, abgesehen von dynamischen Effekten, alle Räder des Fahrzeugs schräglaufwinkelfrei abrollen können. Unter einem Gebiet der Ebene kann ein beliebiger Teil, beispielsweise eine Gerade, ein Polygon, etc., der Ebene verstanden werden, der Element derselben ist, wobei das Gebiet zusammenhängend oder nicht zusammenhängend sein kann.

[0011] Alternativ und/oder zusätzlich weist die Steuerung eine Filtervorrichtung, die die Vorgabegröße zu einer Filter-Vorgabegröße filtert, insbesondere zumindest ein Element der Gruppe: die Winkelgeschwindigkeit, die Winkelbeschleunigung, den Winkelruck, die Längsgeschwindigkeit, die Längsbeschleunigung, den Längsruck limitiert, verzögert, glättet und/oder skaliert und/oder in einem zeitlichen Verlauf beeinflusst, auf. Vorteilhaft kann mittels der Filtervorrichtung ein Übertragungsverhalten der Mensch-Maschine-Schnittstelle beeinflusst und/oder vorgegeben werden, wobei beispielsweise mittels der

Filter-Vorgabegröße ein höherer Komfort einer tatsächlich eingestellten Ist-Bewegung des Fahrzeugs erzielbar ist. Unter Filtern kann ein dynamisches und/oder statisches Filtern verstanden werden. Insbesondere ist es vorteilhaft möglich den Längsruck und/oder den Winkelruck zu limitieren, wobei eine sich daraus ergebende Ist-Bewegung des Fahrzeugs als besonders komfortabel empfunden wird. Ferner kann dadurch eine Belastung des Fahrzeugs durch Fahrdynamikkräfte reduziert werden. Alternativ und/oder zusätzlich können die Längsbeschleunigung und/oder die Winkelbeschleunigung limitiert werden. Aufgrund der Vorgabe bzw. Limitierung des Längsrucks und/oder des Winkelrucks kann sich ein bestimmter Verlauf der Längsbeschleunigung und/oder der Winkelbeschleunigung ergeben, insbesondere ein linearer Verlauf der Längsbeschleunigung und/oder der Winkelbeschleunigung und ein parabolischer Verlauf der Längsgeschwindigkeit und/oder der Winkelgeschwindigkeit. Vorteilhaft ist es möglich, diesen Verlauf zu limitieren, beispielsweise um allzu große Beschleunigungen zu vermeiden und/oder dadurch die Filter-Vorgabegröße an eine tatsächliche Leistungsfähigkeit entsprechender Stellglieder bzw. Antriebsglieder des Fahrzeugs anzupassen. Alternativ und/oder zusätzlich weist die Steuerung eine Regelvorrichtung, die den Soll-Momentanpol sowie die Vorgabegröße oder die Filter-Vorgabegröße als Eingangsgröße verarbeitet auf. Alternativ und/oder zusätzlich weist die Steuerung eine der Regelvorrichtung nachgeschaltete Stellvorrichtung, die eine Ist-Bewegung des Fahrzeugs beeinflusst, auf. Vorteilhaft kann die Regelvorrichtung den Soll-Momentanpol sowie die Vorgabegröße oder die Filter-Vorgabegröße in eine Stellgröße zur Ansteuerung der Stellvorrichtung verarbeiten. Vorteilhaft beeinflusst die Stellvorrichtung die eigentliche Ist-Bewegung des Fahrzeugs entsprechend den Vorgaben des Bedieners. Alternativ und/oder zusätzlich weist die Steuerung eine dem Fahrzeug zugeordnete und der Regelvorrichtung vorgeschaltete Messvorrichtung, die eine die Ist-Bewegung des Fahrzeugs kennzeichnende Messgröße ermittelt auf. Vorteilhaft kann die Messgröße der Regelvorrichtung zugeführt werden, so dass diese beim Ermitteln der Stellgröße berücksichtigbar ist. Die Regelvorrichtung kann beispielsweise als Führungsregler ausgebildet sein, wobei dieser die Ist-Bewegung des Fahrzeugs den Vorgaben des Bedieners nachführt, wobei unter den Vorgaben der Soll-Momentanpol sowie die Vorgabegröße oder die Filter-Vorgabegröße verstanden werden können. Unter einem Betriebszustand kann im allgemeinsten Sinne ein Zustand des Fahrzeugs, insbesondere ein Bedienzustand, ein Steuerzustand der Steuerung und/oder ein fahrdynamischer Fahrzustand, insbesondere relativ zu einer Umgebung des Fahrzeugs, verstanden werden. Bei der Messgröße kann es sich um eine beliebige, die ebene Ist-Bewegung des Fahrzeugs beschreibende Größe, beispielsweise eine Mehrgrößengröße, insbesondere eine Tripel-Kombination einzelner

skalärer Größen, handeln. Gegebenenfalls können der Messvorrichtung **25** vorliegende Eingangsgrößen so verarbeitet und/oder umgerechnet werden, dass die Messgröße **47** direkt von der Regelvorrichtung **21** weiterverarbeitet werden kann.

[0012] Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Parametrierung, insbesondere zur Zusammensetzung der Messgröße, von einem Betriebsfall, beispielsweise einer Langsamfahrt, einer Rangierfahrt, einer Schnellfahrt und/oder ähnlichem, abhängig zu machen.

[0013] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Mensch-Maschine-Schnittstelle ist vorgesehen, dass diese ein drittes Bedienelement mittels dem die Betriebszustandsvorgabe für zumindest zwei Betriebsfälle des Fahrzeugs vorgebar ist, wobei insbesondere die zumindest zwei vorgebbaren Betriebsfälle aus der Gruppe eine Normalfahrt, eine Rangierfahrt, eine Querverfahrt ausgewählt sind, aufweist. Unter einer Normalfahrt kann beispielsweise eine Geradeausfahrt und eine Kurvenfahrt, die insbesondere auch höhere Geschwindigkeiten umfassen kann, bis zu einer gewissen minimalen Kurvenkrümmung verstanden werden. Unter einer Rangierfahrt kann beispielsweise ein Manövrieren des Fahrzeugs bei langsamen Geschwindigkeiten auf engstem Raum verstanden werden, insbesondere eine Drehung um eine Hochachse und/oder eine Kurvenfahrt mit einem sehr engen Kurvenradius, verstanden werden. Unter einer Querverfahrt kann eine Fahrt, die im wesentlichen in Fahrzeugquerrichtung verläuft, verstanden werden. Vorteilhaft kann mittels des dritten Bedienelements von dem Bediener des Fahrzeugs die Betriebszustandsvorgabe eingegeben werden, wobei dadurch die zumindest zwei Betriebsfälle des Fahrzeugs vorgebar sind. Vorteilhaft kann abhängig von den Betriebsfällen ein Steuer-, Regelungs- und/oder Einstellvorgang zum Beeinflussen der Ist-Bewegung parametrierbar werden. Dabei ist es beispielsweise möglich, eine Fahrzeuggeschwindigkeit bei der Rangierfahrt und/oder der Querverfahrt zu limitieren. Ferner ist es denkbar, dem Bediener des Kraftfahrzeugs, unterschiedliche Informationen, wie beispielsweise Warnmeldungen und/oder gesonderte Informationen, abhängig von den Betriebsfällen zur Verfügung zu stellen.

[0014] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Mensch-Maschine-Schnittstelle eine Anzeigevorrichtung aufweist. Mittels der Anzeigevorrichtung sind das Bedienelement und/oder das zweite Bedienelement und/oder das dritte Bedienelement und/oder die Koordinaten relativ zu einer Darstellung des Fahrzeugs und/oder einen die Koordinaten definierenden Punkt relativ, zu einer Darstellung des Fahrzeugs und/oder das erlaubte Gebiet anzeigbar. Vorteilhaft können diese Informationen dem Bediener des Fahrzeugs mittels der Anzeigevorrich-

tung zur Verfügung gestellt werden. Vorteilhaft ist es möglich, mit der Anzeigevorrichtung die Bedienelemente zu simulieren, so dass diese lediglich mittels der Anzeigevorrichtung grafisch darstellbar und an dieser selbst bedienbar sind. Die Anzeigevorrichtung weist dazu insbesondere einen Bildschirm und/oder einen berührungssensitiven Bildschirm als Teil zumindest eines der Bedienelemente und/oder eine Mehrsegmentanzeige und/oder ein Headup-Display auf. Vorteilhaft können die notwendigen Informationen dem Bediener zur Verfügung gestellt werden.

[0015] Die Mensch-Maschine-Schnittstelle kann Teil des Fahrzeugs sein. Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Mensch-Maschine-Schnittstelle als separate, von dem Fahrzeug trennbare und/oder bei Bedarf mit diesem verbindbare, insbesondere über eine Funkstrecke, Vorrichtung auszuführen, wobei mittels der Mensch-Maschine-Schnittstelle eine Echtzeit-Fernsteuerung, insbesondere auf Sicht, und/oder eine zeitlich unabhängige oder zeitversetzte Steuerung im Sinne einer Bahnplanung, einer zu einem späteren Zeitpunkt tatsächlichen Bewegungsausführung des Fahrzeugs erfolgen kann.

[0016] Die Aufgabe wird außerdem durch ein Verfahren gemäß Anspruch 7 gelöst.

[0017] Vorteilhaft kann zunächst der in der Ebene liegende Punkt und/oder die diesen kennzeichnenden Koordinaten ermittelt werden. Dies kann vorteilhaft, beispielsweise durch eine Vorgabe des Bedieners des Fahrzeugs, auf einfache Art und Weise geschehen. Darauf basierend kann der Soll-Momentanpol des Fahrzeugs ermittelt werden, in dessen Abhängigkeit vorteilhaft der Ist-Momentanpol des Fahrzeugs beeinflusst werden kann. Im Übrigen ergeben sich die vorab beschriebenen Vorteile.

[0018] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens sind ein Ermitteln einer einen dritten Freiheitsgrad der Soll-Bewegung einschränkenden Vorgabegröße und/oder ein Einstellen einer Ist-Bewegung des Fahrzeugs in Abhängigkeit des Soll-Momentanpols und der Vorgabegröße und/oder ein Ermitteln einer Filter-Vorgabegröße in Abhängigkeit von der Vorgabegröße und/oder ein Glätten, Limitieren, Verzögern, Skalieren und/oder Beeinflussen eines Verlaufs der Vorgabegröße und/oder einer einfachen oder mehrfachen Ableitung der Vorgabegröße und/oder einer einfachen oder mehrfachen Integration der Vorgabegröße zum Filtern der Vorgabegröße und/oder ein Ermitteln einer Stellgröße in Abhängigkeit des Soll-Momentanpols, der Vorgabegröße und/oder der Filter-Vorgabegröße und/oder ein Ermitteln und Weiterleiten der Stellgröße zum Beeinflussen der Ist-Bewegung des Fahrzeugs und/oder ein Ermitteln einer Messgröße in Abhängigkeit von der Ist-Bewegung des Fahrzeugs und/oder ein Ermitteln der Stellgröße in Abhängigkeit von der der Messgröße so-

wie des Soll-Momentanpols, der Vorgabegröße und/oder der Filter-Vorgabegröße vorgesehen. Vorteilhaft kann die Ist-Bewegung des Fahrzeugs von dem Bediener wunschgemäß durch ein einfaches Eingeben des Punktes und/oder der Koordinaten sowie der Vorgabegröße beeinflusst werden. Um das eigentlich dazu notwendige Einstellen der Radlenkwinkel sowie der dazugehörigen Raddrehzahlen bzw. eines zugehörigen Antriebs- oder Bremsmoments muss sich der Bediener des Fahrzeugs nicht selbst kümmern.

[0019] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens sind ein Ermitteln zumindest eines Gebiets der Ebene in dem der Soll-Momentanpol erlaubt ist und/oder ein Sperren einer Ermittlung der Koordinaten und/oder des Punktes und/oder des Soll-Momentanpols außerhalb des Gebiets und/oder ein Ermitteln, ob der Soll-Momentanpol und/oder der Ist-Momentanpol in dem erlaubten Gebiet liegen und/oder ein Vorgeben des Soll-Momentanpols abhängig davon, ob dieser in dem erlaubten Gebiet liegt und/oder ein Vorgeben des Soll-Momentanpols während eines Stillstands des Fahrzeugs und/oder ein Wechseln des Soll-Momentanpols von einem Teilgebiet zu einem weiteren Teilgebiet des Gebiets während des Stillstands des Fahrzeugs und/oder ein Ermitteln oder Vorgeben eines Komfortkriteriums zum Verstellen des Soll-Momentanpols und/oder ein Vorgeben oder Verstellen des Soll-Momentanpols während einer Fahrt des Fahrzeugs und/oder Vorgeben oder Verstellen des Soll-Momentanpols während einer Fahrt des Fahrzeugs in Abhängigkeit von dem Komfortkriterium und/oder ein Verstellen des Soll-Momentanpols von dem Teilgebiet zu dem weiteren Teilgebiet des Gebiets während des Stillstands des Fahrzeugs und/oder ein graphisches Darstellen des Fahrzeugs und des Punktes relativ zu dem dargestellten Fahrzeug und/oder ein graphisches Darstellen des Gebiets relativ zu dem dargestellten Fahrzeug vorgesehen. Vorteilhaft kann der Bediener des Fahrzeugs eine graphische Rückmeldung darüber erhalten, ob sich der gewählte Soll-Momentanpol in dem erlaubten Gebiet befindet. Vorteilhaft ist es möglich, Wechsel des Soll-Momentanpols bzw. ein darauf basierendes Einstellen des Ist-Momentanpols so vorzunehmen, dass eigentlich unerlaubte Lagen des Soll-Momentanpols und/oder des Ist-Momentanpols nur während eines Stillstands des Fahrzeuges auftreten. Vorteilhaft können entsprechende Stellbewegungen durch nicht erlaubte Zustände, beispielsweise Zustände, bei denen die Räder des Fahrzeugs nicht schräglaufwinkelfrei abrollen könnten während des Stillstands des Fahrzeugs erfolgen. Vorteilhaft kann eine Veränderung des Soll-Momentanpols während der Fahrt in Abhängigkeit des Komfortkriteriums erfolgen, so dass dabei beispielsweise nur als vergleichsweise sanft und/oder materialschonende Quer- und Längsbeschleunigung des Fahrzeugs auftreten. Vorteilhaft ist es möglich, dass das Gebiet von einer Betriebszustandsvorgabe, insbeson-

dere eingebbar durch den Bediener des Fahrzeugs, abhängt. Dies kann beispielsweise dazu ausgenutzt werden, dass während einer Fahrt keine unplausiblen Zustände und/oder fahrdynamisch instabilen Zustände des Fahrzeugs auftreten können. Ein solcher instabiler oder unplausibler Wechsel wäre beispielsweise ein Wechsel von einer vergleichsweise schnellen Geradeausfahrt zu einer Querfahrt. Vorteilhaft kann ein solcher Wechsel, der zu unkontrollierten und/oder unerwünschten Fahrzuständen führen könnte, während des Stillstands des Fahrzeugs erfolgen.

[0020] Die Aufgabe ist außerdem bei einem Fahrzeug mit einer vorab beschriebenen Mensch-Maschine-Schnittstelle oder zumindest steuerbar mittels der vorab beschriebenen Mensch-Maschine-Schnittstelle und/oder eingerichtet, ausgelegt und/oder konstruiert zum Durchführen eines vorab beschriebenen Verfahrens gelöst. Es ergeben sich die vorab beschriebenen Vorteile.

[0021] Weitere Vorteile, Eigenschaften und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der – gegebenenfalls unter Bezug auf die Zeichnung – zumindest ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Beschriebene und/oder bildlich dargestellte Eigenschaften bilden für sich oder in beliebiger, sinnvoller Kombination den Gegenstand der Erfindung, gegebenenfalls auch unabhängig von den Ansprüchen, und können insbesondere zusätzlich auch Gegenstand einer oder mehrerer separaten Anmeldung/en sein. Gleiche, ähnliche und/oder funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

[0022] Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Steuerung eines Fahrzeugs mittels einer Mensch-Maschine-Schnittstelle;

[0023] Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs mit vier gelenkten Rädern;

[0024] Fig. 3 eine schematische Ansicht des in Fig. 2 dargestellten Fahrzeugs, wobei eines der Räder des Fahrzeugs dargestellt ist und mittels Schraffuren Einstellmöglichkeiten des Rades symbolisiert sind;

[0025] Fig. 4 bis Fig. 7 das in Fig. 2 dargestellte Fahrzeug, betrieben in verschiedenen Betriebsfällen; und

[0026] Fig. 8 ein Bedien- und Anzeigeelement zum Bedienen des in Fig. 2 dargestellten Fahrzeugs in den in den Fig. 4 bis Fig. 7 dargestellten Betriebsfällen.

[0027] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** zum Steuern eines Fahrzeugs **3**.

[0028] Die Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** weist ein erstes Bedienelement **5** auf, mittels dem ein Bediener **7** einen Punkt **9** vorgeben kann. Mittels der Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** wird der Punkt **9** in Koordinaten **33** eines Soll-Momentanpols **10** des Fahrzeugs **3** umgerechnet.

[0029] Außerdem weist die Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** ein zweites Bedienelement **13** auf. Das zweite Bedienelement **13** kann beispielsweise als haptisches Bedienelement, beispielsweise als Spacemaus, als Joystick, als Maus und/oder ähnliches ausgeführt sein.

[0030] Die Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** weist eine Steuerung **15** auf. Die Steuerung **15** ist zur Verarbeitung von Bedienereingaben des Bedieners **7**, insbesondere von Eingaben des Bedieners **7** in das erste Bedienelement **5** und das zweite Bedienelement **13**, ausgelegt. Die Steuerung **15** weist eine Steuervorrichtung **17** auf, die ein erlaubtes Gebiet des Punktes **9** bzw. des Soll-Momentanpols **10** ausgibt.

[0031] Ferner weist die Steuerung **15** eine Filtervorrichtung **19** auf, die Eingaben des Bedieners bzw. Ausgangsgrößen des ersten Bedienelements **5** und/oder des zweiten Bedienelements **13** filtert.

[0032] Der Filtervorrichtung **19** ist eine Regelvorrichtung **21** nachgeschaltet, die eine Stellvorrichtung **23** der Steuerung **15** steuert. Dem Fahrzeug **3** ist eine Messvorrichtung **25** zugeordnet, die der Regelvorrichtung **21** vorgeschaltet ist.

[0033] Das erste Bedienelement **5** weist eine Anzeigevorrichtung **27** auf. Mittels der Anzeigevorrichtung **27** kann der von dem Bediener **7** eingebbare Punkt **9** relativ zur Lage des Fahrzeugs **3** dargestellt werden. Außerdem kann mittels der Anzeigevorrichtung **27** ein drittes Bedienelement **29** dargestellt werden. Das dritte Bedienelement **29**, das in Fig. 1 mittels vier Quadraten symbolisiert ist, dient zum Vorgeben von Betriebsfällen des Fahrzeugs **3**. Bei den Betriebsfällen kann es sich beispielsweise um eine Normalfahrt, eine Rangierfahrt und eine Querfahrt des Fahrzeugs **3** handeln. Ferner kann ein weiterer Betriebsfall, ein Stillstand des Fahrzeugs vorgegeben werden. Mittels des dritten Bedienelements **29** kann eine die Betriebsfälle kennzeichnende Betriebszustandsvorgabe **31** ermittelt werden. Die Betriebszustandsvorgabe **31** kann von der Regelvorrichtung **21** verarbeitet werden, beispielsweise durch eine entsprechende Parametrierung pro Betriebsfall.

[0034] Das erste Bedienelement **5** und das zweite Bedienelement **29** werden mittels der Anzeigevorrichtung **27** dargestellt. Bei der Anzeigevorrichtung **27** handelt es sich um einen berührungssensitiven Bildschirm, so dass durch Berühren einer entsprechenden Fläche, die einer Darstellung eines Teils des dritten Bedienelements **29** entspricht, die Betriebszustandsvorgabe **31** ermittelt werden kann. Ferner kann durch ein entsprechendes Berühren der Anzeigevorrichtung **27** relativ zu einer Darstellung des Fahrzeugs **3** der Punkt **9** eingegeben werden, wobei dieser nach einer Berührung mittels der Anzeigevorrichtung **27** dargestellt werden kann. Der so ermittelte bzw. dargestellte Punkt **9** wird in die Koordinaten **33**, insbesondere zwei Skalare, umgerechnet. Der Punkt **9** bzw. der Soll-Momentanpol **10** liegen in einer Ebene, die von dem Fahrzeug befahren wird bzw. in der eine Bewegung des Fahrzeugs **3** stattfindet. Die Koordinaten **33** kennzeichnen den Punkt **9** auf der Ebene.

[0035] Die Koordinaten **33** können mittels der Filtervorrichtung mit einem Übertragungsverhalten von **1** an die Regelvorrichtung **21** weitergeleitet werden. Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Koordinaten **33** direkt an die Regelvorrichtung **21** zu leiten oder mittels der Filtervorrichtung **19** zu filtern, beispielsweise ein Übergang zwischen einer ersten Bedieneingabe und einer zweiten Bedieneingabe, bei der der Punkt **9** verändert wird, derart zu filtern, dass ein fahrdynamisch und/oder komfortorientierter Übergang bzw. Wechsel des Soll-Momentanpols **10** erfolgt. Dies kann entsprechend eines vorgebbaren oder vorgegebenen Komfortkriteriums erfolgen.

[0036] Mittels des zweiten Bedienelements **13** wird eine Vorgabegröße **35** ermittelt, die beispielsweise eine Winkelgeschwindigkeit und/oder eine Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs **3** kennzeichnet. Die Vorgabegröße **35** wird als Eingangsgröße der Filtervorrichtung **19** zugeführt. Diese verarbeitet die Vorgabegröße zu einer Filter-Vorgabegröße **37**, die der Regelvorrichtung **21** zugeführt wird. Die Filtervorrichtung **19** kann als dynamisches und/oder als statisches Filter ausgelegt sein. Insbesondere kann ein Winkelruck und/oder ein Längsruck mittels der Filtervorrichtung **19** limitiert werden. Alternativ und/oder zusätzlich können auch eine Winkelbeschleunigung und/oder eine Längsbeschleunigung und/oder eine Winkelgeschwindigkeit und/oder eine Längsgeschwindigkeit limitiert und/oder skaliert und/oder in einem Verlauf beeinflusst werden. Insbesondere kann die Vorgabegröße **35** durch eine Glättung in die Filter-Vorgabegröße **37** umgerechnet werden. Vorteilhaft können dadurch ruckartige Eingaben an dem zweiten Bedienelement **13** geglättet an die Regelvorrichtung **21** weitergegeben werden.

[0037] Die Regelvorrichtung **21** ermittelt eine Stellgröße **39** zum Steuern der Stellvorrichtung **23**. Bei

der Stellgröße **39** kann es sich um eine Mehrgrößengröße, beispielsweise in Form von vier Lenkwinkeln und entsprechend vier dazugehörigen Raddrehzahlen des Fahrzeugs **3** handeln. Mittels der Stellvorrichtung **23** werden die Lenkwinkel der Räder **41** sowie entsprechende Raddrehzahlen und/oder Antriebs- oder Bremsmomente der Räder **41** eingestellt. Als Reaktion darauf führt das Fahrzeug **3** eine Ist-Bewegung **43** durch, die mittels der Regelvorrichtung **21** und der nachgeschalteten Stellvorrichtung **23** in Abhängigkeit von einer Soll-Bewegung **45** beeinflusst wird. Die Soll-Bewegung **45** des Fahrzeugs **3** wird durch die Koordinaten **33** und die Vorgabegröße **35** gekennzeichnet. Die Soll-Bewegung **45** und die Ist-Bewegung **43** weisen drei Freiheitsgrade auf. Die Freiheitsgrade werden mittels den Koordinaten **33** und der Vorgabegröße **35** festgelegt bzw. beeinflusst.

[0038] Dem Fahrzeug **3** ist die Messvorrichtung **25** zugeordnet. Mittels der Messvorrichtung **25** ist eine die Ist-Bewegung **43** des Fahrzeugs **3** kennzeichnende Messgröße **47** ermittelbar. Die Messgröße **47** wird ebenfalls der Regelvorrichtung **21** zur Verarbeitung zugeführt, wobei sich ein Regelkreis zum Beeinflussen der Ist-Bewegung in Abhängigkeit von der Soll-Bewegung und der Messgröße **47** ergibt.

[0039] Fig. 2 zeigt eine schematische Draufsicht des in Fig. 1 von dem Bediener **7** mittels der Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** bedienbaren Fahrzeugs **3**.

[0040] Zu erkennen ist ein als Rechteck dargestellter Umriss des Fahrzeugs **3**, wobei an jeder Ecke des Rechtecks ein Rad **41** des Fahrzeugs **3** angeordnet ist. Die Räder **41** können mittels der in Fig. 1 symbolisierten Stellvorrichtung **23** jeweils in einem Lenkwinkel **49** eingestellt werden. In Fig. 2 sind pro Rad **41** zwei Extrempositionen dargestellt. Für jedes der Räder **41** ist mittels gepunkteter Linien pro Position eine Laufrichtung **51** und eine Drehachse **53** eingezeichnet. Ferner ist in Fig. 2 ein fahrzeugfestes Koordinatensystem des Fahrzeugs **3** mit einer x-Achse **55** und einer y-Achse **57** eingezeichnet. Die Koordinaten **33** des Punktes **9** beziehungsweise der Momentanpol **10** und/oder **11** können in dem fahrzeugfesten Koordinatensystem dargestellt werden. Es kann vereinfachend angenommen werden, dass die Bewegung des Fahrzeugs **3** in der Ebene stattfindet, in der das fahrzeugfeste Koordinatensystem liegt.

[0041] Die Fig. 4 bis Fig. 7 zeigen jeweils eine schematische Draufsicht des in Fig. 2 dargestellten Fahrzeugs **3**, jeweils in einem unterschiedlichen Betriebszustand. Die in den Fig. 4 bis Fig. 7 dargestellten Betriebszustände des Fahrzeugs **3** können in verschiedene Betriebsfälle unterschieden werden. Ein erster Betriebsfall ist in den Fig. 4 und Fig. 5 dargestellt, der einer Rangierfahrt, also einem Manövrieren des Fahrzeugs **3** auf einem engsten Raum entspricht. Ein

weiterer Betriebsfall, der einer Normalfahrt entspricht ist in [Fig. 6](#) dargestellt. Unter einer Normalfahrt kann eine Geradeausfahrt des Fahrzeugs bis hin zu einer Kurvenfahrt mit einer mäßigen Bahnkurvenkrümmung verstanden werden. Ein dritter Betriebsfall ist in [Fig. 7](#) dargestellt, der einer Querfahrt entspricht, also einer Bewegung des Fahrzeugs **3** in einer y-Richtung, insbesondere einer Kurvenfahrt in y-Richtung mit einer vergleichsweise geringen Krümmung.

[0042] Die Bewegung des Fahrzeugs **3**, wie in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) dargestellt, verläuft in einer Ebene **59**, die der Zeichenebene der [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) entspricht. Mittels weiß ausgefüllten Polygonen ist in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) als die Gesamtheit der weißen Flächen ein Gebiet **61** der Ebene **59** dargestellt. In dem Gebiet **61** der Ebene **59** ist der Soll-Momentanpol **10** erlaubt. Dies rührt daher, dass die Bereiche zwischen den Extrempositionen, den die Lenkwinkel **49** der Räder **41** einnehmen können, derart ausgelegt sind, dass in dem Gebiet **61** der Ebene **59** jeder beliebige Punkt als Ist-Momentanpol **11** des Fahrzeugs **3** eingestellt werden kann, wobei für jeden einstellbaren Ist-Momentanpol **11** des Fahrzeugs **3** die Lenkwinkel **49** der Räder **41** so einstellbar sind, dass alle vier Räder **41** schräglaufwinkelfrei abrollen.

[0043] Dazu werden die Drehachsen **53** der Räder **41** so eingestellt, dass diese sich alle in einem Punkt, dem Soll-Momentanpol **10** des Fahrzeugs **3** schneiden, wobei unter der Voraussetzung eines schlupffreien Abrollens der Räder **41** der Ist-Momentanpol **11** des Fahrzeugs **3** mit dem Soll-Momentanpol **10** übereinstimmt.

[0044] In [Fig. 3](#) ist die schematische Draufsicht des Fahrzeugs **3** dargestellt, wobei nur eines der Räder **41** eingezeichnet ist. Mittels einer Schraffur **63** ist ein Gebiet der Ebene **59** symbolisiert, das wegen der Lenkwinkelbeschränkung an diesem Rad **41** nicht von der Drehachse **53** des eingezeichneten Rads **41** überstrichen werden kann. In dem mittels der Schraffur **63** in [Fig. 3](#) gekennzeichneten Gebiet kann also der Ist-Momentanpol **11** des Fahrzeugs **3**, unter der Voraussetzung eines schräglaufwinkelfreien Abrollens der Räder **41** nicht liegen. Daher macht es keinen Sinn, in dieses Gebiet den Soll-Momentanpol **10** zu legen.

[0045] Für jede Anzahl von Rädern **41** und zugehörigen Lenkwinkelbeschränkungen lässt sich mit der beschriebenen Vorgehensweise vorteilhaft das Gebiet **61** bestimmen. Vorteilhaft kann dies auch für andere Antriebskonzepte, beispielsweise bei mehrachsigen Fahrzeugen und einem in Kauf genommenen nicht schräglaufwinkelfreien Abrollen an beispielsweise einer oder mehrerer der Achsen erfolgen. Ebenso vorteilhaft kann das Gebiet **61** für Fahrzeuge mit omnidirektionalen Rädern, auch bekannt als Allseitenräder, ermittelt werden, wobei es möglich ist, dass das Ge-

biet **61** eine mögliche Lage des Soll-Momentanpols **10** nicht beschränkt, also mit der Ebene **59** identisch ist.

[0046] Das in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) dargestellte Gebiet **61** ergibt sich als verbleibende Restmenge der mittels der Schraffur **63** gekennzeichneten Gebiete aller vier Räder **41**. Übrig bleibt das Gebiet **61** der Ebene **59**, in dem der Ist-Momentanpol **11** des Fahrzeugs **3** liegen kann.

[0047] [Fig. 4](#) zeigt das Fahrzeug **3** in dem ersten Betriebsfall der Rangierfahrt, wobei der Ist-Momentanpol **11** innerhalb eines Umrisses des Fahrzeugs **3** liegt, wobei sich das Fahrzeug **3** quasi auf der Stelle dreht.

[0048] [Fig. 5](#) zeigt das Fahrzeug **3** ebenfalls in dem ersten Betriebsfall, der Rangierfahrt, wobei der Ist-Momentanpol **11** sehr nahe eines der Räder **41** jedoch außerhalb eines Umrisses des Fahrzeugs **3** liegt, sich das Fahrzeug **3** also quasi um eine Ecke bzw. um eines der Räder **41** dreht.

[0049] [Fig. 6](#) zeigt das Fahrzeug **3** in einer Normalfahrt, wobei das Fahrzeug **3** eine Kurve mit mäßiger Krümmung durchfährt. Es ist zu erkennen, dass das Fahrzeug **3** in dem zweiten Betriebsfall, der Normalfahrt, sich wie ein Fahrzeug mit einer Vorder- und Hinterachslenkung verhält.

[0050] [Fig. 7](#) zeigt das Fahrzeug in einem dritten Betriebsfall, einer Querfahrt, wobei der Ist-Momentanpol **11** sehr weit vor dem Fahrzeug **3** oder sehr weit hinter dem Fahrzeug **3** liegt. Dieser Betriebsfall kann beispielsweise zum Quereinparken des Fahrzeugs **3** genutzt werden.

[0051] Ein Verstellen bzw. Beeinflussen des Ist-Momentanpols **11** zwischen den Teilgebieten des Gebiets **61** der Ebene **59** kann vorteilhaft während eines Stillstands des Fahrzeugs **3** erfolgen. Dazu kann der Bediener **7** des Fahrzeugs **3** das dritte Bedienelement **29** zunächst auf Stopp schalten, so dass das Fahrzeug **3** zum Stillstand kommt. Sobald das Fahrzeug **3** stillsteht, kann der Bediener **7** mittels des dritten Bedienelements **29** die Betriebszustandsvorgabe **31** mittels einer Eingabe generieren. Vorzugsweise wird die Mensch-Maschine-Schnittstelle **1**, insbesondere die Regelvorrichtung **21**, für die drei in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) dargestellten Betriebsfälle beziehungsweise in Abhängigkeit von der Betriebszustandsvorgabe **31** jeweils geeignet bzw. angepasst parametrierbar.

[0052] [Fig. 8](#) zeigt ein erstes Bedienelement **5** einer Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** eines Fahrzeugs **3** analog des in [Fig. 1](#) dargestellten ersten Bedienelements **5**. Das in [Fig. 8](#) dargestellte erste Bedienelement **5** weist einen berührungssensitiven Bildschirm auf. Mittels des berührungssensitiven Bildschirms ist

die Ebene 59 und deren Gebiet 61 dargestellt. Das Gebiet 61 ist weiß und das übrige Gebiet der Ebene 59 mittels der Schraffur 63 dargestellt. In der Ebene 59 liegend ist mittels der Anzeigevorrichtung 27 des ersten Bedienelements 5 eine Abbildung 65 des Fahrzeugs 3 inklusive einer Stellung der Räder 41 darstellbar. In einer relativen Lage zu der Abbildung 65 des Fahrzeugs 3 ist der Punkt 9 auf der Anzeigevorrichtung 27 des ersten Bedienelements 5 des Fahrzeugs 3 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Punkt 9 in dem erlaubten Gebiet 61 auf der Ebene 59 liegt. Der Punkt 9 ist in einem Teilgebiet des Gebiets 61, das einer Querfahrt des Fahrzeugs 3 entspricht dargestellt, wobei die Räder 41 entsprechend eingelenkt dargestellt sind. Auf der Anzeigevorrichtung 27 ist zusätzlich zu dem ersten Bedienelement 5 auch das dritte Bedienelement 29 dargestellt, wobei das dritte Bedienelement 29 vier auf der Anzeigevorrichtung 27 ausgewiesene Berührflächen 67 aufweist. Eine der Berührflächen 67 ist zum Einstellen des Stillstands des Fahrzeugs 3 vorgesehen, wobei die übrigen drei Berührflächen 67 für die in den Fig. 3 bis Fig. 7 dargestellten drei Betriebsfälle vorgesehen sind. Alternativ und/oder zusätzlich ist es möglich, auch das zweite Bedienelement 13 auf der Anzeigevorrichtung 27 darzustellen, beispielsweise als grafisch symbolisierter Schieberegler.

[0053] Die ebene Bewegung des Fahrzeugs 3, d. h. bei einer Draufsicht auf die Ebene 59 in der die Bewegung des Fahrzeugs 3 stattfindet, wie in den Figuren dargestellt, lässt sich zu jedem Zeitpunkt als eine Drehung um den Ist-Momentanpol 11 auffassen.

[0054] Die ebene Bewegung des Fahrzeugs 3 umfasst drei Freiheitsgrade, wobei für die Darstellung eines zeitlichen Verlaufs und/oder einer Messung mittels der Messvorrichtung 25 grundsätzlich drei unabhängige skalare Größen notwendig sind, beispielsweise die beiden Koordinaten 33 und die Vorgabegröße 35. Gegebenenfalls unterschiedliche Tripel-Kombinationen können mittels geometrischer Zusammenhänge ineinander umgerechnet werden.

[0055] Vorteilhaft kann abhängig von einem der in den Fig. 3 bis Fig. 7 dargestellten Betriebsfälle eine unterschiedliche Parametrierung, insbesondere eine unterschiedliche Tripel-Kombination, gewählt werden.

[0056] Vorteilhaft kann die Mensch-Maschine-Schnittstelle 1 dem Bediener 7 einen einfachen und intuitiven Zugang ermöglichen. Vorteilhaft kann der Bediener 7 seine Eingaben zur Übermittlung der gewünschten Fahrzeugsteuerung schnell und unkompliziert tätigen, wobei diese vorteilhaft mittels der Steuerung 15 mit einer möglichst geringen Verzögerung in die Ist-Bewegung 43 umgesetzt werden können. Vorteilhaft kann die Bedienung des Fahrzeugs 3

mittels der in Fig. 1 dargestellten Mensch-Maschine-Schnittstelle 1 mit geringem Aufwand erlernt werden.

[0057] Die in Fig. 1 dargestellte Steuerung 15 ist zunächst vereinfachend so ausgelegt, dass sämtliche Räder 41 des Fahrzeugs 3 zu jedem Zeitpunkt schräglaufwinkelfrei auf einem Untergrund abrollen. Es tritt also kein Querschlepp auf. Darüber hinaus kann vereinfachend angenommen werden, dass auch kein Längsschlepp auftritt. Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Steuerung 15 an auftretenden Querschlepp und/oder Längsschlepp anzupassen. Ferner ist es alternativ und/oder zusätzlich möglich, die Steuerung 15 so auszulegen, dass auch Hangabtriebskräfte, Windkräfte und/oder andere Störkräfte bzw. Störgrößen berücksichtigt werden. Alternativ und/oder zusätzlich können Hub-, Nick- oder Wankbewegungen des Fahrzeugs 3 eingerechnet werden. Ferner können alternativ und/oder zusätzlich Trägheitskräfte des Fahrzeugs 3, sowie Reibungskräfte berücksichtigt werden. Vorzugsweise ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerung 15, insbesondere für die Betriebsfälle der Rangierfahrt und der Querfahrt, wie sie in den Fig. 4, Fig. 5 und Fig. 7 dargestellt sind, auf vernachlässigbare kleine Störgrößen, insbesondere wie vorab beschrieben, ausgelegt ist.

[0058] Vorteilhaft ist durch das Gebiet 61 der Ebene 59 sichergestellt, dass lediglich solche Fahrzeugbewegungen des Fahrzeugs 3 kommandiert werden können, welche unter der Annahme schräglaufwinkelfrei abrollender Räder 41 nicht zu einer Verletzung der gegebenenfalls vorhandenen Lenkwinkelbeschränkungen führen. Eine entsprechende Berechnung und/oder Überwachung dieser Bedingung kann vorteilhaft mittels der Steuervorrichtung 17 durchgeführt werden. Diese steht dazu in Verbindung mit der Regelvorrichtung 21 und der Anzeigevorrichtung 27 bzw. dem ersten Bedienelement 5 und dem dritten Bedienelement 29. Vorteilhaft kann das von der Steuervorrichtung 17 ausgegebene Gebiet 61 der Ebene 59 mittels der Anzeigevorrichtung 27 dem Bediener 7 des Fahrzeugs 3 graphisch angezeigt werden. Außerdem steht die Steuervorrichtung 27 mit der Regelvorrichtung 21 in Verbindung. Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Steuervorrichtung 17 als Teil der Regelvorrichtung 21 vorzusehen.

[0059] Vorteilhaft ist die Verwendung des Soll-Momentanpols 10 zur Definition der gewünschten Fahrzeugbewegung des Fahrzeugs 3 dem Bediener 7 intuitiv zugänglich und mittels der Mensch-Maschine-Schnittstelle 1 einfach zu definieren und/oder graphisch zurückzumelden.

[0060] In einer vorteilhaften Ausprägung der Mensch-Maschine-Schnittstelle 1 wird der Soll-Momentanpol 10 der Fahrzeugbewegung in den Koordinaten 33 des fahrzeugfesten ebenen horizontalen

Koordinatensystems, wie in **Fig. 2** dargestellt, definiert und über das erste Bedienelement **5** eingegeben. Hierbei ist x bzw. die x -Achse **55** die Koordinate in Richtung der Fahrzeuglängsachse nach vorne und y bzw. die y -Achse **57** die Richtung der Fahrzeugquerachse nach links. Der Ursprung des Koordinatensystems liegt beispielsweise in der Mitte einer Vorderachse des Fahrzeugs **3**, an einem Fahrersitz und/oder in einem Fahrzeugschwerpunkt, wie in **Fig. 2** dargestellt, bevorzugter Weise an einer einem menschlichen Abstraktionsvermögen leicht zugänglichen Position.

[0061] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** ist das Koordinatensystem graphisch dargestellt, beispielsweise mit Hilfe eines Bildschirms bzw. der Anzeigevorrichtung **27**. Auf der Anzeigevorrichtung **27** kann zur Veranschaulichung zusätzlich eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug **3** bzw. die Abbildung **65** des Fahrzeugs **3** dargestellt sein (**Fig. 8**). Die Lage des Soll-Momentanpols **10** kann in dieser Darstellung relativ zu dem Fahrzeug **3** für den Bediener **7** äußerst anschaulich dargestellt werden.

[0062] Die Ausführung des ersten Bedienelements zur Definition des Punktes **9** bzw. des Soll-Momentanpols **10** kann vorteilhaft eine möglichst einfache Angabe der Koordinaten **33** des Soll-Momentanpols **10** unterstützen. Es ist denkbar, dazu eine Computermaus, einen Joystick oder ein vergleichbares Gerät einzusetzen. Mittels eines solchen Geräts kann der Soll-Momentanpol **10** an eine gewünschte Stelle in dem Koordinatensystem gesetzt oder verschoben werden, beispielsweise mittels Berühren der Anzeigevorrichtung **27**, mittels Mausclick und/oder Drag and Drop. Bevorzugt kann die Eingabe mittels der berührungsempfindlichen Oberfläche der Anzeigevorrichtung **27** erfolgen, wobei die Berührung beispielsweise mittels eines Fingers des Bedieners **7** und/oder eines Stiftes erfolgen kann, wobei dadurch die Positionierung des Soll-Momentanpols **10** erfolgt.

[0063] Die graphische Variante des ersten Bedienelements **5** ist vorteilhaft zusätzlich zum graphischen Darstellen des Gebiets **61** der Ebene **59** ausgelegt. Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, das Gebiet und/oder Teilgebiete des Gebiets **61** farblich darzustellen. Dadurch kann das Gebiet **61** gegenüber nicht erlaubten Gebieten der Ebene **59**, die mittels der Schraffur **63** gekennzeichnet sind, abgehoben werden.

[0064] Vorteilhaft können auch die Räder **41** in dem Koordinatensystem mittels der Anzeigevorrichtung **27** in einer Draufsicht dargestellt werden. Werden die Räder **41** entsprechend ihren aus der Lage des Soll-Momentanpols **10** berechneten Lenkwinkeln **49** verdreht dargestellt, unterstützt dies vorteilhaft nochmals verbessert das Verständnis für die Bewegung

des Fahrzeugs **3**, die der Bediener **7** mittels der Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** in Form der Ist-Bewegung **43** erhält.

[0065] Zusätzlich zum Soll-Momentanpol **10** ist zur vollständigen Definition der Bewegung des Fahrzeugs **3** noch die Vorgabegröße **35** notwendig. Dazu weist die Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** das zweite Bedienelement **13** auf. Mittels des zweiten Bedienelements **13** wird die Vorgabegröße **35** als weitere skalare Größe generiert. Bevorzugt kann als physikalischer Sollwert eine Gierrate bzw. eine Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugs **3** um seine Hochachse, welche identisch ist mit der Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugs **3** um den Soll-Momentanpol **10** verwendet werden. Gegebenenfalls können auch andere physikalisch interpretierbare Größen, welche mit der Drehung des Fahrzeugs um seine Hochachse in Zusammenhang stehen, beispielsweise eine Gierbeschleunigung oder eine durch Filterung einer Sollgierrate berechnete Filter-Vorgabegröße **37** verwendet werden. Bevorzugter Weise weist das zweite Bedienelement eine Eingabevorrichtung auf, mittels der die skalare Vorgabegröße **35** unter Vorgabe eines Drehrichtungssinns und einer Amplitude, die beispielsweise einen Betrag der Gierrate oder Gierbeschleunigung entspricht, erlaubt. Beispiele hierfür sind ein Drehknopf, ein Schieberegler, ein Lenkrad oder eine Pedalerie, wie sie bei einem Flugzeug zur Ansteuerung eines Seitenruders zum Einsatz kommt. Gegebenenfalls kann das zweite Bedienelement **13** auch Eingabegeräte aufweisen, die mehrere Größen gleichzeitig abfragen, beispielsweise ein Joystick und/oder eine Spacemaus.

[0066] Alternativ und/oder zusätzlich ist es möglich, anstelle der lenkbaren Räder **41** so genannte omnidirektionale Räder vorzusehen. Zum Einstellen bzw. Beeinflussen des Ist-Momentanpols **11** können die Regelvorrichtung **21** sowie die nachgeschaltete Stellvorrichtung **23** entsprechend angepasst werden.

[0067] Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, den Soll-Momentanpol **10** bzw. dessen Koordinaten **33** mittels einer Tastatur einzutippen.

[0068] Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, den Soll-Momentanpol **10** dynamisch zu verstellen, diesen also zeitveränderlich vorzusehen. Dazu kann in der Steuerung **15** ein Komfortkriterium hinterlegt sein, wobei die zeitveränderliche Einstellung des Soll-Momentanpols **10** in Abhängigkeit des Komfortkriteriums erfolgt. Das Komfortkriterium kann beispielsweise eine Limitierung eines Rucks und/oder einer Beschleunigung des Fahrzeugs **3** aufweisen.

[0069] Vorteilhaft kann für den in **Fig. 6** dargestellten Betriebsfall, insbesondere für eine Geradeausfahrt, bei dem der Soll-Momentanpol **10** im Unendlichen liegt, eine Parametrierung gewählt werden, bei der

mittels des zweiten Bedienelements **13** eine Längsgeschwindigkeit, ein Längsruck und/oder eine Längsbeschleunigung vorgegeben werden können.

[0070] Vorteilhaft ist es denkbar, während einer Fahrt den Soll-Momentanpol **10** und damit den Ist-Momentanpol **11**, insbesondere des ersten, in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellten Betriebsfalls des Fahrzeugs **3**, entlang einer beliebigen Kurve, welche innerhalb des Gebietes **61** liegt, zu verschieben, wobei gegebenenfalls dazu der Soll-Momentanpol **10** und/oder der Ist-Momentanpol **11** auch über die durch die Lenkachsen der Räder **41** bestimmten singulären Punkte geführt werden kann.

[0071] Vorteilhaft können während des Fahrzeugstillstands sämtliche Radlenkwinkel **49** der Räder **41** beliebig verstellt werden, wobei an den Rädern lediglich so genannter Bohrschlupf auftritt, jedoch kein Schräglaufwinkel und kein Längsschlupf an den Rädern sowie keine unerwünschten starken Gier-, Quer- und Längsbeschleunigungen am Fahrzeug.

[0072] Alternativ und/oder zusätzlich ist es möglich, mittels der Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** einen Wechsel zwischen den in den **Fig. 4** bis **Fig. 7** dargestellten Betriebsfällen mit Hilfe einer Ablaufsteuerung, insbesondere im Sinne eines Zustandautomats durchzuführen, wobei vorteilhaft unter einer Beachtung weiterer technischer Erfordernisse, beispielsweise einer Betriebssicherheit geordnete Übergänge zwischen den Betriebsfällen sichergestellt werden können.

[0073] Für den Fall, dass der Bediener **7** einen Soll-Momentanpol **10** eingeben möchte, welcher nicht in dem gültigen Gebiet **61** für den in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellten Betriebsfall liegt, so kann eine solche Eingabe ignoriert werden, wobei der Soll-Momentanpol **10** auf einer zuletzt gewählten gültigen Position verbleiben kann. Die Gültigkeit der Eingabe kann durch eine logische Verknüpfung mehrerer Ungleichungen auf einfache Weise überprüft werden. Dazu wird zunächst die über das erste Bedienelement **5** angegebene gewünschte Momentanpol-Position bzw. der Soll-Momentanpol **10** in die Koordinaten **33** umgerechnet und/oder direkt verwendet, falls sie in Form der Koordinaten vorliegt. Die Überprüfung der Koordinaten kann beispielhaft für eine zwischen -95° und 25° liegende Lenkwinkelbegrenzung eines linken Vorderrads und eines rechten Hinterrads beziehungsweise eine zwischen -25° und 95° liegende Lenkwinkelbegrenzung eines rechten Vorderrads und eines linken Hinterrads durch folgenden Bool'schen Ausdruck erfolgen:

$$[(|y_{\text{test}}| < s/2 + (|x_{\text{test}}| - l/2) \cdot \tan(-5^\circ)) \wedge (|y_{\text{test}}| < s/2 + (|x_{\text{test}}| - l/2) \cdot \tan(-65^\circ))] \vee [(|y_{\text{test}}| > s/2 + (|x_{\text{test}}| - l/2) \cdot \tan(-5^\circ) \wedge (|y_{\text{test}}| > s/2 + (|x_{\text{test}}| - l/2) \cdot \tan(65^\circ)) \wedge (|y_{\text{test}}| < s/2 + (|x_{\text{test}}| + l/2) \cdot \tan(5^\circ)) \wedge (|y_{\text{test}}| > -s/2 + (|x_{\text{test}}| - l/2) \cdot \tan(65^\circ))],$$

wobei

x_{test} , y_{test} die Koordinaten **33** des zu prüfenden Soll-Momentanpols **10**, und s eine Spurweite des Fahrzeugs **3** und l ein Radstand des Fahrzeugs **3** sind.

[0074] Für eine gültige Lage des Soll-Momentanpols **10** kann zu jedem Rad **41** mit Index i mit $i = 1 \dots 4$ der Lenkwinkel **49** $\delta_{R,i}$ wie folgt berechnet werden. Die Koordinaten des betrachteten Rades **41** im fahrzeugfesten Koordinatensystem, wie in **Fig. 2** dargestellt, seien $(x_{R,i}, y_{R,i})$. Im Beispiel eines linken Vorderrades **41** mit Index $i = 1$ ist $x_{R,1} = l/2$ und $y_{R,1} = s/2$.

[0075] Aus geometrischen Betrachtungen folgt bei schräglaufrischem Abrollen des Rads **41** die Beziehung

$$\tan(\delta_{R,i}) = \arctan((x_{R,i} - x_{MP}) / (y_{MP} - y_{R,i})),$$

wobei x_{MP} , y_{MP} die Koordinaten **33** des Soll-Momentanpols **10** sind.

[0076] Diese Gleichung hat unendlich viele Lösungen, welche sich um ganzzahlige Vielfache von 180° unterscheiden. Es sind nur diejenigen Lösungen zutreffend, welche die gegebenen Lenkwinkelbeschränkungen erfüllt. Für alle Fälle, in denen das gültige Radlenkwinkelintervall zwischen den Extrempositionen nicht größer als 180° ist, existiert nur eine eindeutige Lösung. Wenn der Soll-Momentanpol **10** durch den Bediener **7** festgelegt wurde, können die Lenkwinkel **49** entsprechend der angegebenen Berechnungsvorschrift eingestellt werden. Sobald Ist-Radlenkwinkel hinreichend genau mit den so vorgegebenen Soll-Werten übereinstimmen, kann die Bewegung des Fahrzeugs **3** beginnen. Dazu wird beispielsweise eine Soll-Gierrate bzw. Soll-Winkelgeschwindigkeit $d\psi/dt$ des Fahrzeugs **3** aus der skalaren Größe des zugeordneten zweiten Bedienelements **13** berechnet. Hieraus ergeben sich unmittelbar aus geometrischen Überlegungen die notwendigen Raddrehzahlen, welche erforderlich sind, damit sich das Fahrzeug **3** ohne Reifenlängsschlupf bewegt, wobei Trägheits- und/oder Reibungskräfte vernachlässigt werden können.

[0077] Die Raddrehzahl $\omega_{R,i}$ für das Rad **41** mit dem Index i und den Koordinaten $(x_{R,i}, y_{R,i})$ lässt sich nach der Berechnungsformel

$$|\omega_{R,i}| = d\psi/dt / R_{\text{Rad},i} \cdot \sqrt{(x_{R,i} - x_{MP})^2 + (y_{R,i} - y_{MP})^2}$$

bestimmen, wobei $R_{\text{Rad},i}$ den Radius des i -ten Rades **41** bezeichnet. Ein Vorzeichen der Raddrehzahl

kann gesondert bestimmt werden, je nach einer Vorzeichendefinition und Orientierung des Rades **41**.

[0078] Ein Umschalten der Betriebsfälle mittels des dritten Bedienelements **29** kann alternativ und/oder zusätzlich vorteilhaft auch eine unterschiedliche Interpretation des ersten Bedienelements **5** und/oder des zweiten Bedienelements **13** bewirken, wobei beispielsweise gleichartige Eingaben des Bedieners **7** unterschiedlich interpretiert werden. Es ist beispielsweise möglich, bei einer Auswahl des ersten Betriebsfalls, wie in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt, die Eingabe des Soll-Momentanpols **10** sowie das zweite Bedienelement **13**, frei zu schalten, so dass beispielsweise eine Drehung um die Hochachse erfolgen kann. Nach dem Umschalten auf den Betriebsfall der Normalfahrt kann das zweite Bedienelement **19** dagegen beispielsweise genutzt werden, um die Kurvenkrümmung, oder die Querbeschleunigung vorzugeben, wobei weitere Bedienelemente verwendet werden können, um die verbleibenden zwei Freiheitsgrade zu steuern. Dies kann beispielsweise mittels üblichen Bedienelementen, wie Fahrpedal und Bremspedal erfolgen. Gegebenenfalls ist es auch denkbar, insbesondere in einem zusätzlichen Betriebsfall, das zweite Bedienelement so zu interpretieren, dass damit alle drei Freiheitsgrade beeinflussbar sind. Ferner ist es denkbar, in einem weiteren Betriebsfall eine konventionelle Steuerung und/oder Lenkung des Fahrzeugs mittels Lenkrad und Pedalen zu parametrieren. Schließlich ist es denkbar, die konventionelle Steuerung mittels Lenkrad und/oder Pedalen stets im Hintergrund mitzurechnen und im Falle eines Eingreifens des Bedieners **7** an dem Lenkrad und/oder den Pedalen diese Steuerbefehle höher zu priorisieren und auszuführen.

[0079] Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** im Sinne einer Fernsteuerung auszuführen.

[0080] Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** nicht zu einer zeitlich unmittelbaren Steuerung des Fahrzeugs **3** zu verwenden, sondern für eine Definition einer Fahrzeugbewegung, welche zu einem späteren Zeitpunkt zur Anwendung an dem Fahrzeug **3** oder einem beliebigen anderen Fahrzeug kommt.

[0081] Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Mensch-Maschine-Schnittstelle **1** nicht nur zur Steuerung eines physisch real existierenden Fahrzeugs **3** zu verwenden, sondern zur Steuerung einer Bewegung eines simulierten Fahrzeugs, beispielsweise im Zusammenhang mit einem Fahrsimulator, einem Trainingsgerät, einem Spielzeug und/oder zur Visualisierung eines beliebigen bewegten Objekts, insbesondere eines Objekts in einem computeranimierten Video und/oder einer Augmented-Reality-Anwendung. Der Begriff Fahrzeug ist breit auszule-

gen, insbesondere kann darunter ein mit einer beliebigen Anzahl von Rädern oder Kraftübertragungsvorrichtungen ausgestattetes Objekt verstanden werden, beispielsweise auch gänzlich ohne Räder, wobei die Kraftübertragungsvorrichtungen beispielsweise statt der Räder Steuerröhren, Ketten, Schrauben, etc. die Bewegung antreiben aufweisen können. Ferner kann das Kraftfahrzeug ein Personenkraftwagen, ein Lastkraftwagen, ein Sonderfahrzeug, ein Servicefahrzeug, eine Baumaschine, ein Minenfahrzeug, ein Militärfahrzeug, ein Kettenfahrzeug, ein Flurförderzeug, ein Gabelstapler, ein fahrerloses Transportfahrzeug, ein Portalhubwagen, eine Mobilitätshilfe für gehbehinderte Menschen, ein mobiler Roboter, ein teilautonomes oder ferngesteuert fahrendes Fahrzeug, ein Fahrzeug mit omnidirektionalen Rädern und/oder ein virtuelles Fahrzeug in einem Fahrsimulator sein.

[0082] In einem allgemeinen Anwendungsfall der Mensch-Maschine-Schnittstelle **1**, kann diese auch zum Bewegen und/oder Handhaben von beliebigen Objekten Verwendung finden. Ein Antrieb beziehungsweise ein Beeinflussen der Ist-Bewegung **43** kann mittels einer Handhabungsvorrichtung, beispielsweise einer Robotervorrichtung, erfolgen.

[0083] Ferner kann der Erfindungsgedanke auch auf dreidimensionale Anwendungen erweitert werden. Anstelle des Soll-Momentanpols **10** kann eine Soll-Momentanpolachse vorgegeben werden, beispielsweise mittels einer einen Stab greifenden kraftsensitiven, zurückweichenden und momentengeregelten Robotervorrichtung als Eingabevorrichtung beziehungsweise Bedienelement, wobei die Anzeigevorrichtung eine Virtual Reality Brille aufweisen kann, mittels der die Soll-Momentanpolachse virtuell in einer relativen Lage zu einem virtuellen dreidimensionalen Objekt darstellbar ist, wobei das virtuelle dreidimensionale Objekt ein reales Objekt abbildet. Die Lage der virtuellen Soll-Momentanpolachse kann mittels manuellem Greifen und Führen des physisch vorhandenen Stabs vorgegeben werden, wobei eine Soll-Drehung des Objekts um die Soll-Momentanpolachse durch Verdrehen des Stabs vorgebar ist. Alle Vorgaben können mittels der Robotervorrichtung aufgenommen werden. Das Beeinflussen der Ist-Bewegung des realen Objekts kann mittels einer weiteren Robotervorrichtung erfolgen.

Bezugszeichenliste

1	Mensch-Maschine-Schnittstelle
3	Fahrzeug
5	Bedienelement
7	Bediener
9	Punkt
10	Soll-Momentanpol
11	Ist-Momentanpol
13	zweites Bedienelement

15	Steuerung
17	Steuervorrichtung
19	Filtervorrichtung
21	Regelvorrichtung
23	Stellvorrichtung
25	Messvorrichtung
27	Anzeigevorrichtung
29	drittes Bedienelement
31	Betriebszustandsvorgabe
33	Koordinaten
35	Vorgabegröße
37	Filter-Vorgabegröße
39	Stellgröße
41	Räder
43	Ist-Bewegung
45	Soll-Bewegung
47	Messgröße
49	Lenkwinkel
51	Laufriichtung
53	Drehachse
55	x-Achse
57	y-Achse
59	Ebene
61	Gebiet
63	Schraffur
65	Abbildung
67	Berührungsfläche

Patentansprüche

1. Mensch-Maschine-Schnittstelle (1) mittels der eine drei Freiheitsgrade aufweisende Soll-Bewegung (45) eines Fahrzeugs (3) vorgebar ist, mit:

- einem Bedienelement (5) mittels dem durch einen Bediener (7) des Fahrzeugs (3) zwei Koordinaten (33) zum Festlegen der Soll-Bewegung (45) ermittelbar sind, wobei die Koordinaten (33) einen ersten Freiheitsgrad und einen zweiten Freiheitsgrad der Soll-Bewegung (45) festlegenden Soll-Momentanpol des Fahrzeugs (3) charakterisieren,
- einer Steuervorrichtung (17) die ein Gebiet (61) einer Ebene (59), in der die Soll-Bewegung (45) verläuft, ausweist, in dem der Soll-Momentanpol (10) erlaubt ist,
- einer Anzeigevorrichtung (27) mittels der das erlaubte Gebiet (61) anzeigbar ist.

2. Mensch-Maschine-Schnittstelle nach dem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch:

- ein zweites Bedienelement (13) mittels dem durch den Bediener (7) des Fahrzeugs (3) eine Vorgabegröße (35) eingegbar ist, die zusätzlich einen dritten Freiheitsgrad der Soll-Bewegung (45) beeinflusst.

3. Mensch-Maschine-Schnittstelle nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Vorgabegröße (35) auf zumindest ein Element der Gruppe: einen Winkel, eine Winkelgeschwindigkeit, eine Winkelbeschleunigung, einen Winkelruck, einen Ort, eine Längsgeschwindigkeit,

eine Längsbeschleunigung, einen Längsruck, ein Antriebs- oder Bremsmoment bezieht.

4. Mensch-Maschine-Schnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Steuerung (15), die zumindest ein Element der Gruppe:

- eine Filtervorrichtung (19), die die Vorgabegröße (35) zu einer Filter-Vorgabegröße (37) filtert, insbesondere zumindest ein Element der Gruppe: die Winkelgeschwindigkeit, die Winkelbeschleunigung, den Winkelruck, die Längsgeschwindigkeit, die Längsbeschleunigung, den Längsruck limitiert, verzögert, glättet, und/oder skaliert und/oder in einem zeitlichen Verlauf beeinflusst,
- eine Regelvorrichtung (21), die den Soll-Momentanpol (10) sowie die Vorgabegröße (35) oder die Filter-Vorgabegröße (37) als Eingangsgröße verarbeitet,
- eine der Regelvorrichtung nachgeschaltete Stellvorrichtung (23), die eine Ist-Bewegung (43) des Fahrzeugs (3) beeinflusst,
- eine dem Fahrzeug (3) zugeordnete und der Regelvorrichtung (21) vorgeschaltete Messvorrichtung (25), die eine die Ist-Bewegung (43) des Fahrzeugs (3) charakterisierende Messgröße (47) ermittelt, aufweist.

5. Mensch-Maschine-Schnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch:

- eine drittes Bedienelement (29) mittels dem die Betriebszustandsvorgabe (31) für zumindest zwei Betriebsfälle des Fahrzeugs vorgebar ist, wobei insbesondere die zumindest zwei vorgebbaren Betriebsfälle aus der Gruppe: eine Normalfahrt, eine Rangierfahrt, eine Querfahrt ausgewählt sind.

6. Mensch-Maschine-Schnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Anzeigevorrichtung (27) zumindest ein Element der Gruppe:

- das Bedienelement (5),
 - das zweite Bedienelement (13),
 - das dritte Bedienelement (29),
 - die Koordinaten (33) relativ zu einer Darstellung des Fahrzeugs (3),
 - einen die Koordinaten (33) definierenden Punkt (9) relativ zu einer Darstellung des Fahrzeugs (3), anzeigbar ist,
- wobei die Anzeigevorrichtung (27) insbesondere zumindest ein Element der Gruppe:
- einen Bildschirm,
 - einen berührungssensitiven Bildschirm als Teil zumindest eines der Bedienelemente (5, 29, 13),
 - eine Mehrsegmentanzeige,
 - ein Headupdisplay,
- aufweist.

7. Verfahren zum Einstellen einer Soll-Bewegung (45) eines Fahrzeugs (3) in einer Ebene (59) mittels

einer Mensch-Maschine-Schnittstelle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:

- Ermitteln zumindest eines Gebiets (61) der Ebene (59) in dem ein ersten und einen zweiten Freiheitsgrad der Soll-Bewegung (45) einschränkender Soll-Momentanpol (10) erlaubt ist,
- Anzeigen des erlaubten Gebiets (61) mittels der Anzeigevorrichtung (27),
- Ermitteln eines in der Ebene (59) liegenden Punktes (9) und/oder von zwei Koordinaten (33) eines in der Ebene (59) liegenden Koordinatensystems,
- Ermitteln des Soll-Momentanpols (10) des Fahrzeugs (3) in Abhängigkeit des Punktes (9) und/oder der Koordinaten (33),
- Beeinflussen eines Ist-Momentanpols (11) des Fahrzeugs (3) in Abhängigkeit des Soll-Momentanpols (10).

8. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch zumindest eines des Folgenden:

- Ermitteln einer ersten dritten Freiheitsgrad der Soll-Bewegung (45) einschränkenden Vorgabegröße (35),
- Einstellen einer Ist-Bewegung (43) des Fahrzeugs (3) in Abhängigkeit des Soll-Momentanpols (10) und der Vorgabegröße (35),
- Ermitteln einer Filter-Vorgabegröße (37) in Abhängigkeit von der Vorgabegröße (35),
- Glätten, Limitieren, Verzögern, Skalieren und/oder Beeinflussen eines Verlaufs der Vorgabegröße (35) und/oder einer einfachen oder mehrfachen Ableitung oder Integration der Vorgabegröße (35) zum Filtern der Vorgabegröße (35),
- Ermitteln einer Stellgröße (39) in Abhängigkeit des Soll-Momentanpols (10), der Vorgabegröße (35) und/oder der Filter-Vorgabegröße (37),
- Ermitteln und Weiterleiten der Stellgröße (39) zum Beeinflussen der Ist-Bewegung (43) des Fahrzeugs (3),
- Ermitteln einer Messgröße (47) in Abhängigkeit von der Ist-Bewegung (43) des Fahrzeugs (3),
- Ermitteln der Stellgröße (39) in Abhängigkeit von der Messgröße (47) sowie des Soll-Momentanpols (10), der Vorgabegröße (35) und/oder der Filter-Vorgabegröße (37).

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 oder 8, gekennzeichnet durch zumindest eines des Folgenden:

- Sperren einer Ermittlung der Koordinaten (33) und/oder des Punktes (9) und/oder des Soll-Momentanpols (10) außerhalb des Gebiets (61),
- Ermitteln, ob der Soll-Momentanpol (10) und/oder der Ist-Momentanpol (11) in dem erlaubten Gebiet (61) liegen,
- Vorgeben des Soll-Momentanpols (10) abhängig davon ob dieser in dem erlaubten Gebiet (61) liegt,
- Vorgeben des Soll-Momentanpols (10) während eines Stillstands des Fahrzeugs (3),

- Wechseln des Soll-Momentanpols (10) von einem Teilgebiet zu einem weiteren Teilgebiet des Gebiets (61) während des Stillstands des Fahrzeugs (3),
- Ermitteln oder Vorgeben eines Komfortkriteriums zum Verstellen des Soll-Momentanpols (10),
- Vorgeben oder Verstellen des Soll-Momentanpols (10) während einer Fahrt des Fahrzeugs (3),
- Vorgeben oder Verstellen des Soll-Momentanpols (10) während einer Fahrt des Fahrzeugs (3) in Abhängigkeit von dem Komfortkriterium,
- Verstellen des Soll-Momentanpols (10) von dem Teilgebiet zu dem weiteren Teilgebiet des Gebiets (61) während des Stillstands des Fahrzeugs (3),
- grafisches Darstellen des Fahrzeugs (3) und des Punktes (9) relativ zu dem dargestellten Fahrzeug (3),
- grafisches Darstellen des Gebiets (61) relativ zu dem dargestellten Fahrzeug (3),
- grafisches Darstellen des Punktes (9) relativ zu dem dargestellten Gebiet (61).

10. Fahrzeug (3) mit einer Mensch-Maschine-Schnittstelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder zumindest steuerbar mittels der Mensch-Maschine-Schnittstelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und/oder eingerichtet, ausgelegt und/oder konstruiert zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

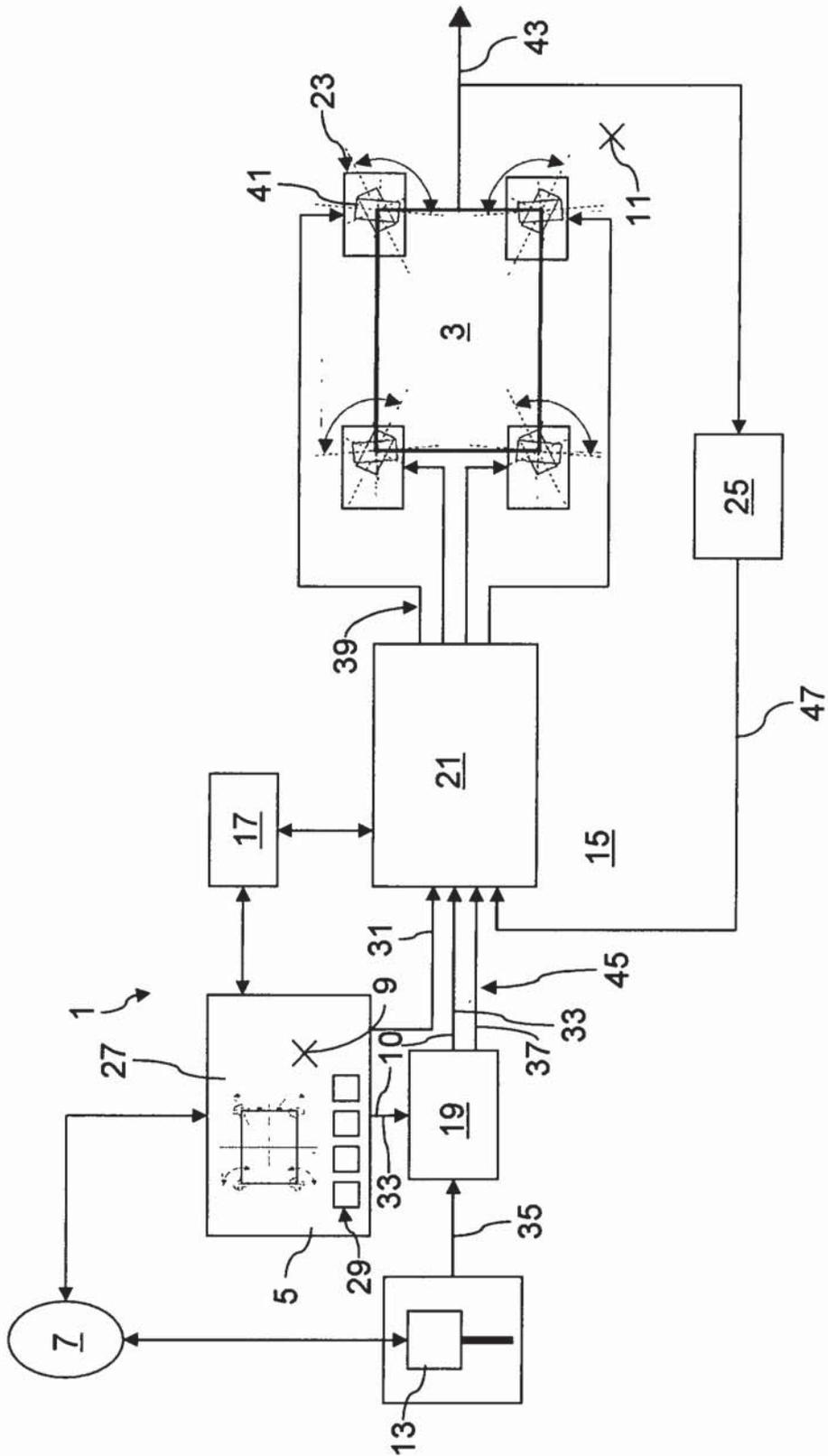


Fig. 1

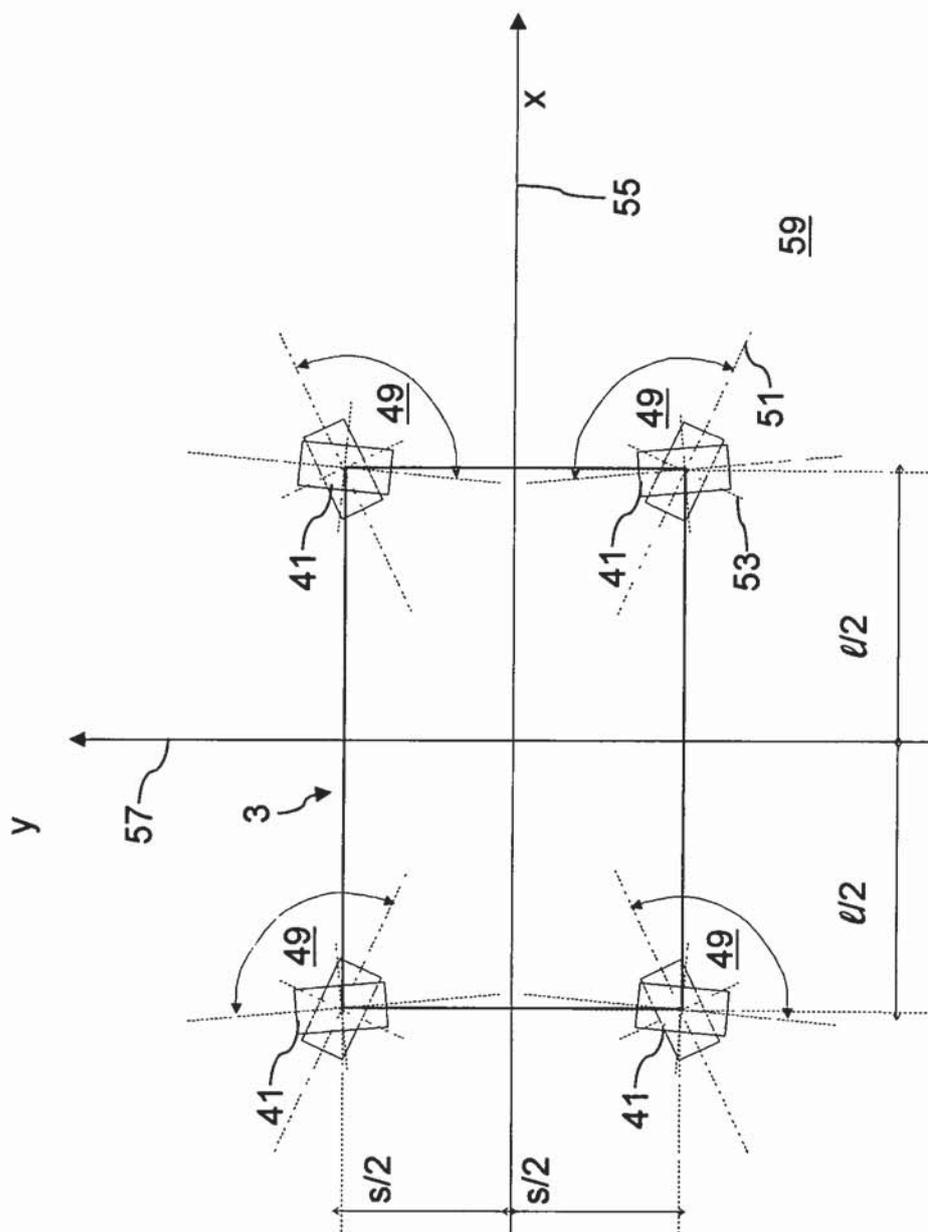


Fig. 2

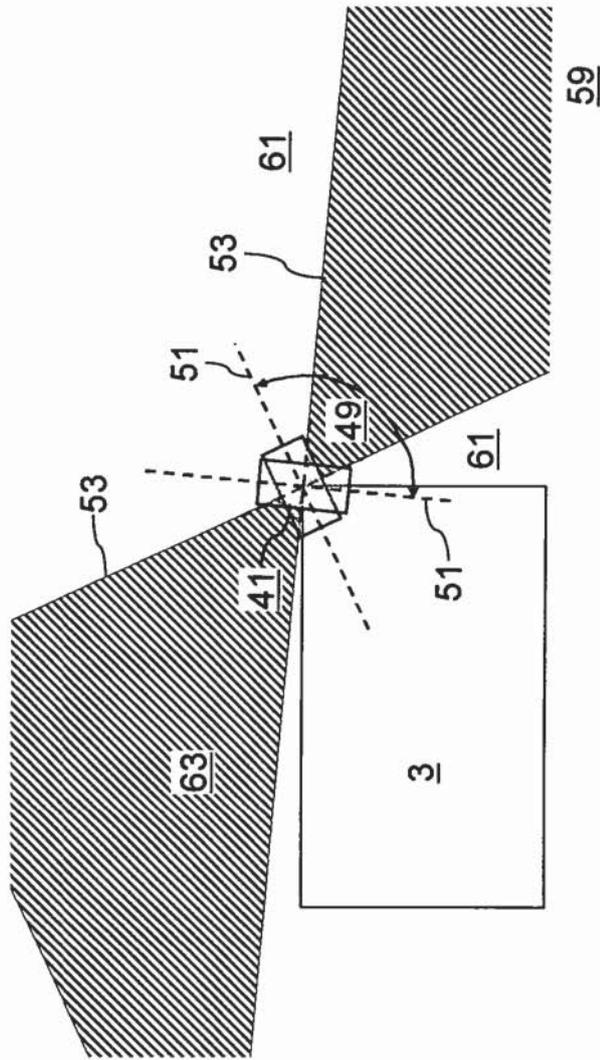


Fig. 3

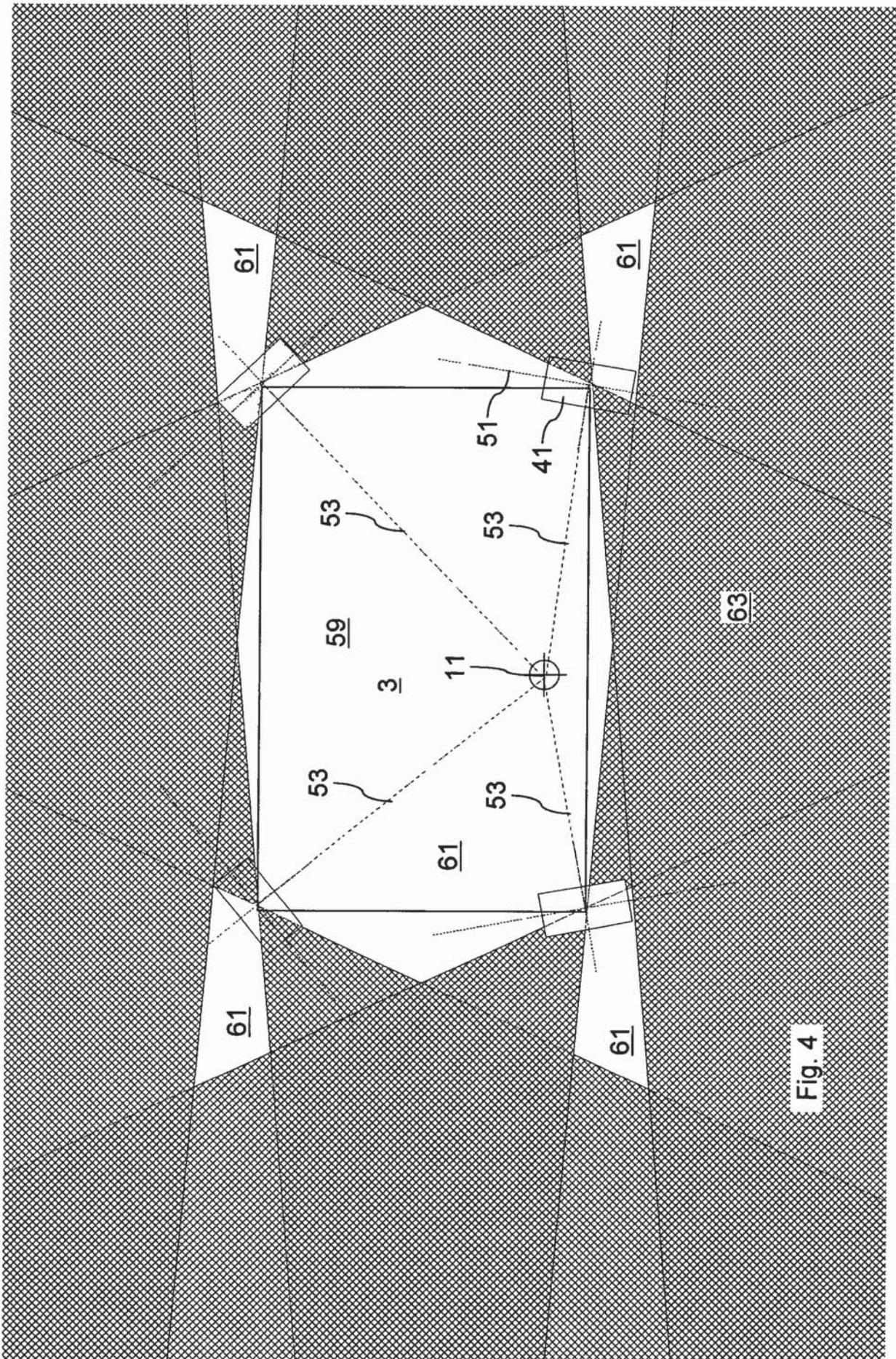


Fig. 4

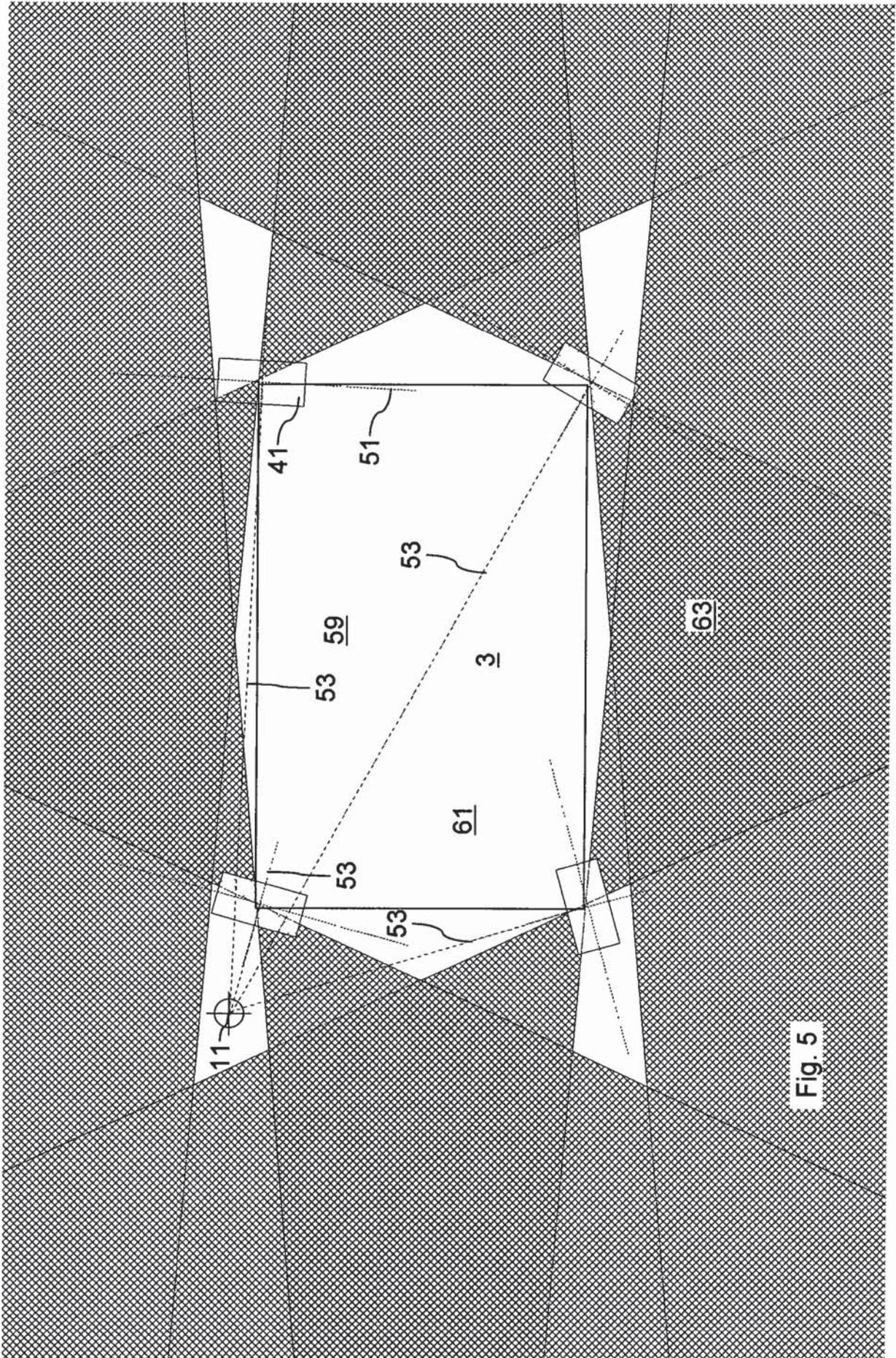
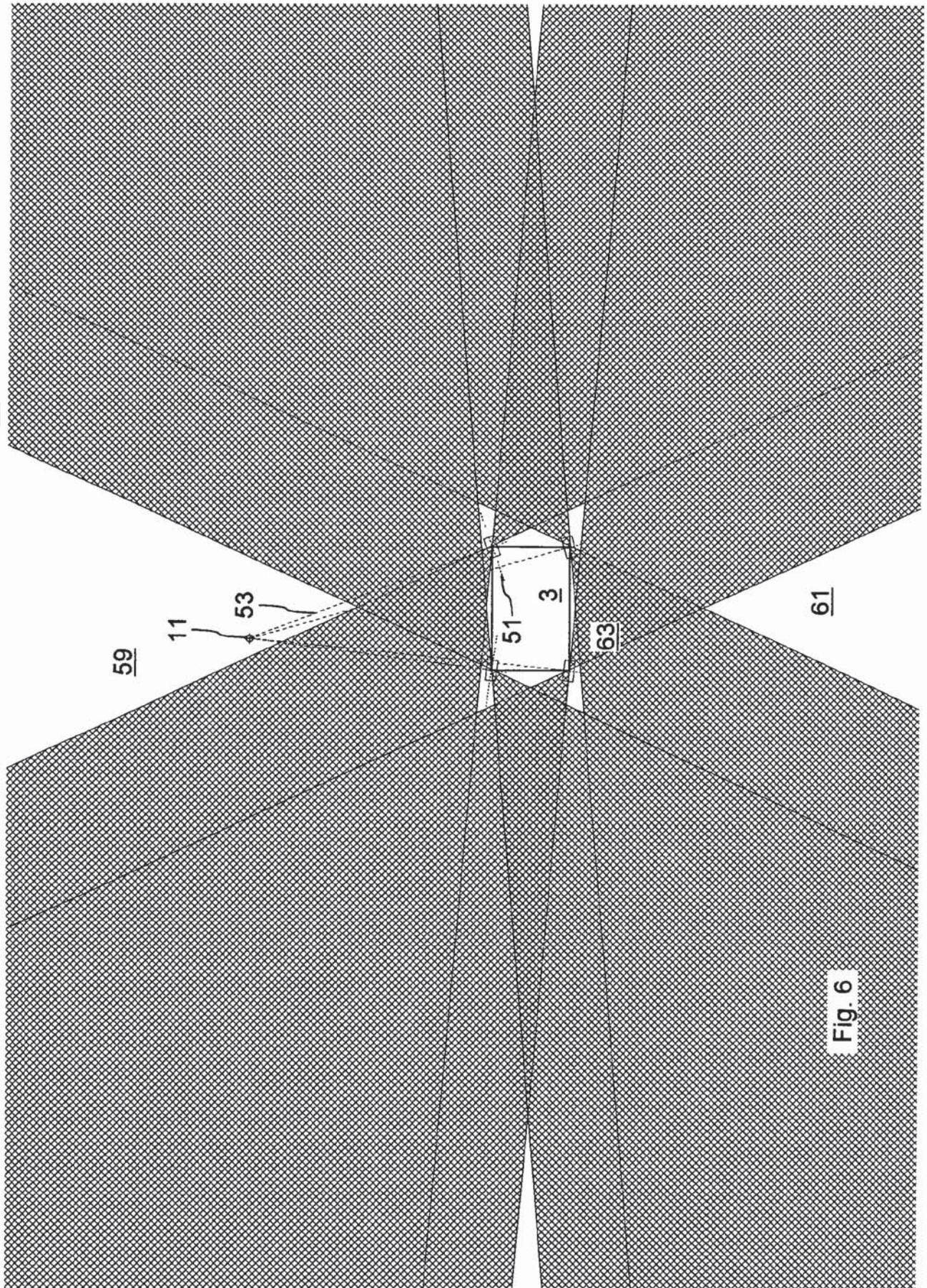
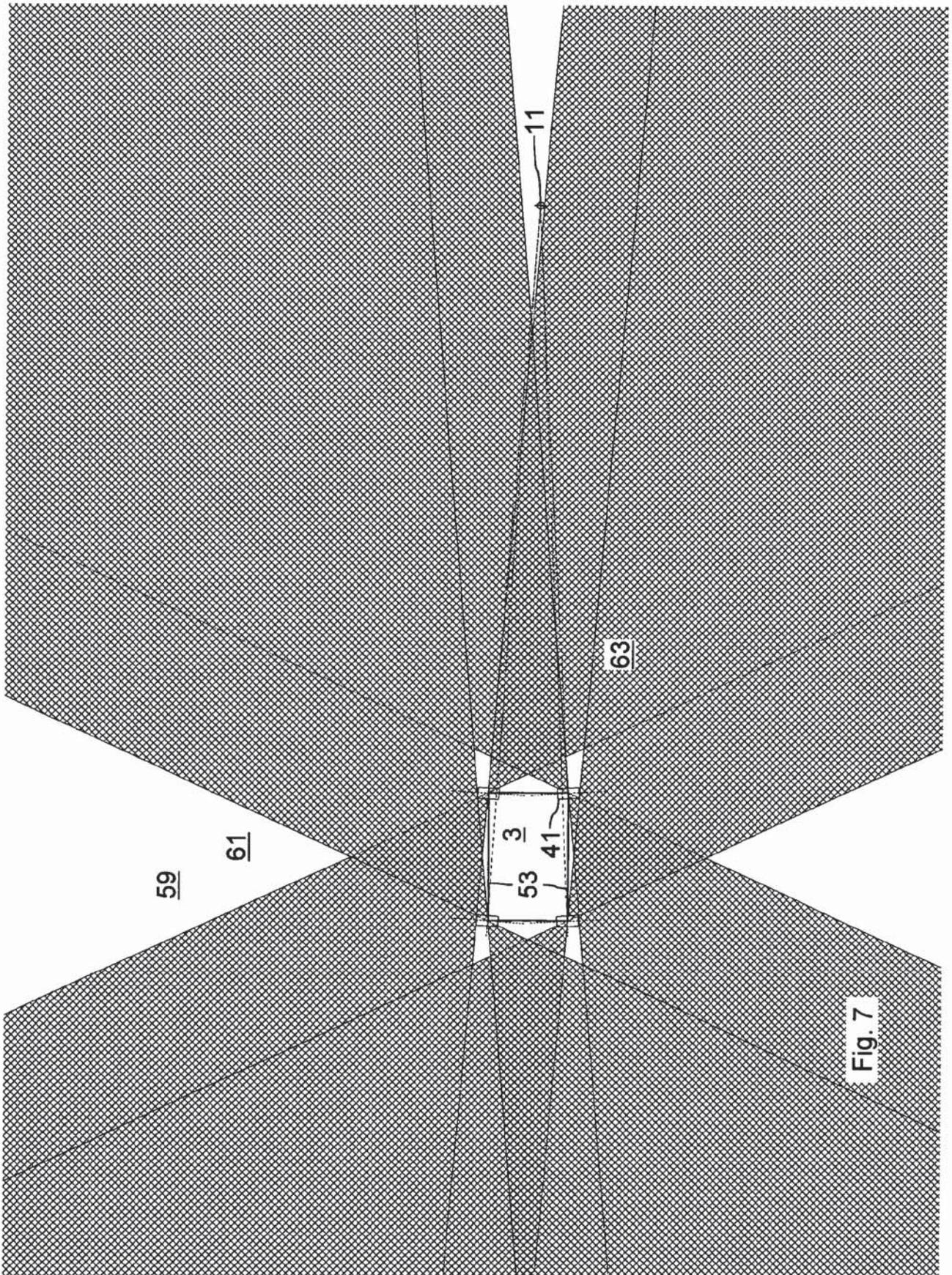


Fig. 5





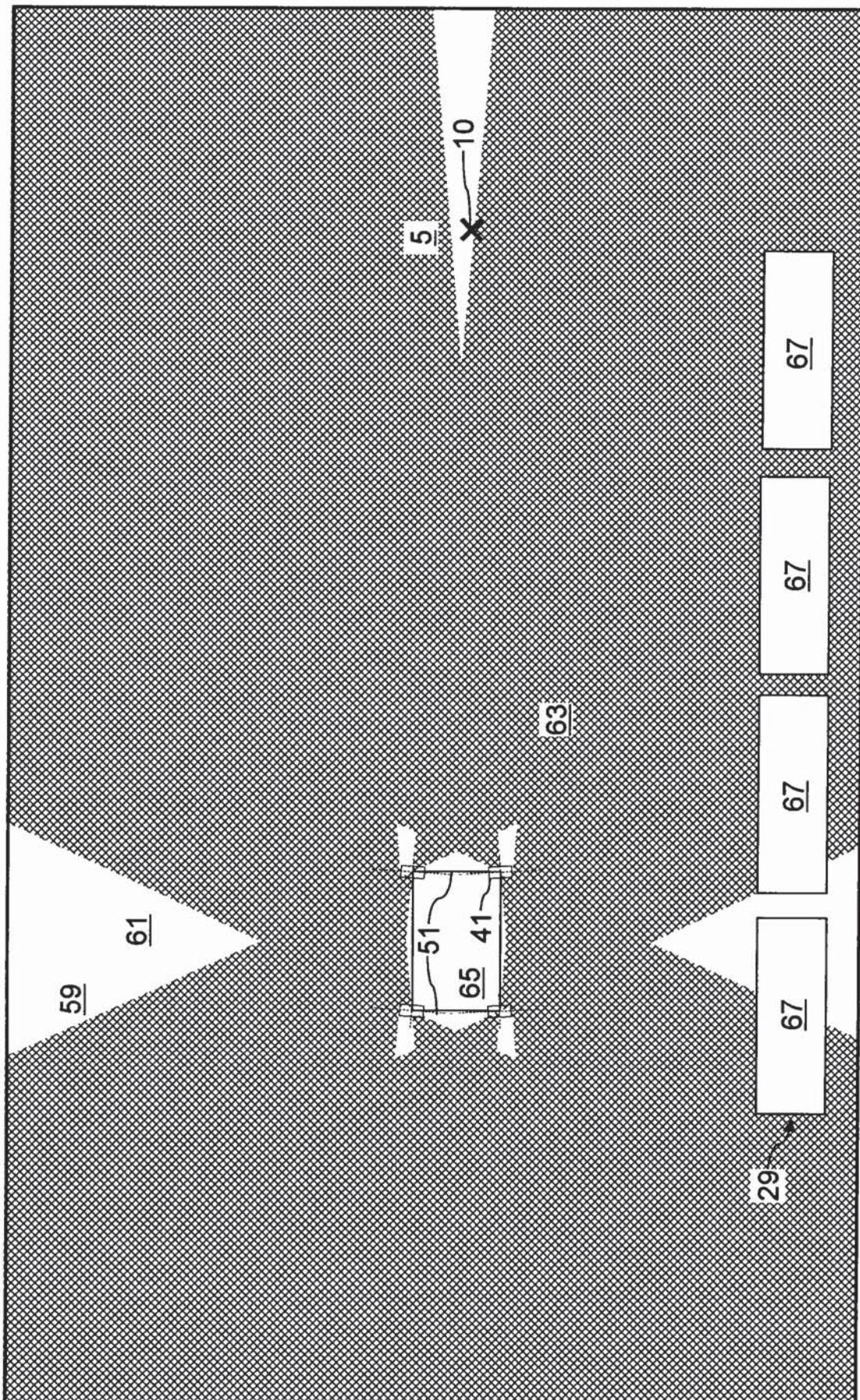


Fig. 8