



(10) **DE 10 2019 213 958 A1** 2021.03.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 213 958.2**

(22) Anmeldetag: **12.09.2019**

(43) Offenlegungstag: **18.03.2021**

(51) Int Cl.: **B62D 1/02 (2006.01)**

B62D 6/00 (2006.01)

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

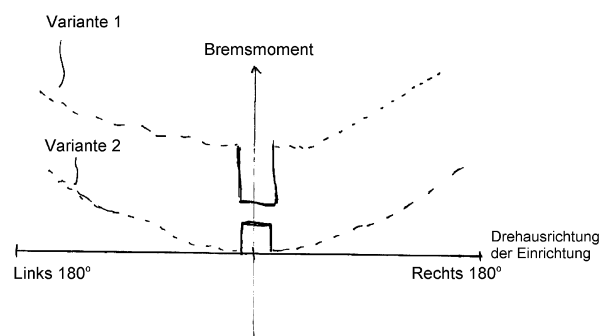
(72) Erfinder:
**Haevescher, Rainer, 32351 Stemwede, DE;
Neumann, Artur, 32689 Kalletal, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Drehsteuereinrichtung zum Lenken**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Drehsteuereinrichtung (1) zum Lenken eines Fahrzeugs, die eine Benutzerschnittstellenoberfläche (3), insbesondere einen Knopf, umfasst, die bzw. der zum Drehen bezüglich eines Gehäuses (5) der Einrichtung (1) um eine Drehachse (7) der Einrichtung (1) ausgestaltet ist, ferner umfassend eine Sensoreinheit (9) zum Überwachen der Ausrichtung und/oder der Drehbewegung der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) bezüglich des Gehäuses (5), eine Verarbeitungseinheit (11) und eine Kommunikationsschnittstelle (13) zum Übertragen von Steuersignalen (Ts) gemäß einer Ausgabe (Op) von der Verarbeitungseinheit (11), wobei die Ausgabe (Op) durch die Verarbeitungseinheit (11) basierend auf Sensordaten (Ds) von der Sensoreinheit (9) erzeugt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Drehsteuereinrichtung zum Lenken eines Fahrzeugs, die einen magnetorheologischen Aktor zum Beeinflussen eines Bremsmoments, mit dem ein drehbarer Teil der Drehsteuereinrichtung beaufschlagt wird, umfasst. Haptische Schnittstellen für die Steuerung sind zum Beispiel aus der europäischen Patentveröffentlichung EP206561A1 bekannt, in der eine Anordnung zum Beeinflussen von Eigenschaften eines Magnetfelds zum Zwecke des Modulierens der Drehmomentübertragung zwischen einem Drehelement und einem Gehäuse der haptischen Schnittstelle offenbart ist. Die Patentveröffentlichungsschriften US2016/0378131A1, US2016/0216763A1 und US2011/0181405A1 offenbaren weitere solche Steuereinrichtungen, die allgemein zur Verwendung in Automobilen geeignet sind.

[0002] Ferner offenbart die deutsche Patentveröffentlichung DE 10 2010 029 184 A1 eine Drehsteuereinrichtung, die dazu verwendet werden kann, Betriebsmodi, wie zum Beispiel einen Vorwärtsfahrtbetriebsmodus oder einen Rückwärtsfahrtbetriebsmodus eines Fahrzeugs, auszuwählen sowie das Fahrzeug zu lenken. Die noch unveröffentlichte deutsche Patentanmeldung DE 10 2018 222 235 der Anmelderin offenbart eine Drehsteuereinrichtung zum Lenken, wobei die Einrichtung einen magnetorheologischen Aktor zum Simulieren der haptischen Reaktion eines herkömmlichen Lenkrads in der Drehsteuereinrichtung umfasst. Der Text dieser früheren Anmeldung ist in dieser Anmeldung weitgehend aufgenommen. Darüber hinaus beschreibt das US-Patent US6 557 662 B1 ein herkömmliches Lenkrad, das zu einer Steer-By-Wire-Einrichtung, die einen magnetorheologischen Aktor umfasst, umgerüstet ist. Die vorliegende Anmeldung betrifft jedoch ein Drehstueerelement, das einen kleineren Durchmesser als eine menschliche Hand oder einen Durchmesser, der kleiner als 10 cm ist, besitzt und herkömmlicherweise in der Mittelkonsole eines Fahrzeugs positioniert oder in einer Gruppe von Bedienelementen auf dem Armaturenbrett integriert ist und als eine Alternative zu einem Lenkrad oder im Fall eines großen autonom fahrenden Fahrzeugs als ein Mittel zum begrenzten Eingriff in die Lenkung eines Fahrzeugs in seltenen Situationen, in denen es erforderlich wird, gesehen werden kann.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht in dem Einführen einer weiteren verbesserten Drehsteuereinrichtung, die zum Lenken eines Fahrzeugs bei Fehlen eines herkömmlichen Lenkrads geeignet ist.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs definierte Drehsteuereinrichtung gelöst. Die

abhängigen Ansprüche und die Beschreibung definieren vorteilhafte Ausführungsformen des Systems.

[0005] Daher wird die Aufgabe durch eine Drehsteuereinrichtung zum Lenken eines Fahrzeugs gelöst, die einen magnetorheologischen Aktor zum Beeinflussen eines Bremsmoments des magnetorheologischen Aktors, mit dem ein drehbarer Teil der Drehsteuereinrichtung beaufschlagt wird, umfasst, wobei der magnetorheologische Aktor dahingehend ausgestaltet ist, das Bremsmoment basierend auf von der Einrichtung empfangenen Fahrzeugzustandsinformationen derart zu beeinflussen, dass, wenn sich das Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit bewegt, die unter einer vorbestimmten Geschwindigkeit liegt, und wenn Traktionsführungsteile eines Fahrzeugs, insbesondere Räder, auf eine in Vorwärts-Rückwärts-Richtung verlaufende Achse des Fahrzeugs eingestellt sind, eine Änderung des Bremsmoments reduziert oder vergrößert wird.

[0006] Eine diese Funktionalität umfassende Drehsteuereinrichtung ist gegenüber zuvor offenbarten Einrichtungen vorteilhaft, weil es in Fahrsituationen mit geringer Geschwindigkeit oder Stillstand für einen Benutzer oder Bediener oder Fahrer eines Fahrzeugs günstig ist, wenn er in der Lage ist, eine zentrale Einstellung der Räder des Fahrzeugs zu ermitteln und zu bewirken. Bei Geschwindigkeiten über Schrittempo, wie zum Beispiel 5 oder 10 Kilometer pro Stunde, kann ein Bediener oder Fahrer diese zentrale Einstellung feststellen, indem er die durch Drehen der Drehsteuereinrichtung verursachten Auswirkungen auf das Fahrzeug beobachtet. In einer geparkten Situation oder einer Situation mit geringer Geschwindigkeit kann der Fahrer nicht feststellen, wann diese zentrale Einstellung erreicht ist, entweder, weil sich das Fahrzeug nicht bewegt, oder weil die Richtungsänderungen bei geringen Geschwindigkeiten von unter 5 oder 10 Kilometern pro Stunde nicht wahrnehmbar sind. Daher gestattet eine solche Ausgestaltung des magnetorheologischen Aktors, dass er bei der Drehausrichtung einen zentralen Rastpunkt oder eine Änderung der Haptik bereitstellt, der bzw. die dieser zentralen Einstellung, das heißt entlang einer in Vorwärts-Rückwärts-Richtung verlaufenden Achse des Fahrzeugs, entspricht, dem Benutzer/Fahrer, diesen Bezugspunkt schnell zu erhalten.

[0007] Eine Primärausrichtung des drehbaren Teils oder der Benutzerschnittstellenoberfläche ist eine Ausrichtung, in der die Kommunikationsschnittstelle (13) ein Steuersignal (Ts) zum Einstellen von Traktionsführungsteilen eines Fahrzeugs, insbesondere von Rädern, überträgt, so dass das Fahrzeug in einer durch eine in Vorwärts-Rückwärts-Richtung verlaufende Achse des Fahrzeugs definierten Richtung und/oder in einer der aktuellen Bewegungsimpulsrichtung des Fahrzeugs entsprechenden Richtung und/oder einer entsprechenden aktuellen Ausrich-

tung des drehbaren Teils des magnetorheologischen Aktors geführt wird, wenn die Traktionsführungsteile des Fahrzeugs, insbesondere die Räder, auf die in Vorwärts-Rückwärts-Richtung verlaufende Achse des Fahrzeugs eingestellt sind.

[0008] Bei einer Ausführungsform umfasst die Drehsteuereinrichtung zum Lenken eines Fahrzeugs ferner eine Benutzerschnittstellenoberfläche, die dahingehend ausgestaltet ist, sich bezüglich eines Gehäuses der Einrichtung um eine Drehachse der Einrichtung zu drehen, und umfasst ferner eine Sensoreinheit zum Überwachen der Ausrichtung und/oder Drehbewegung der Benutzerschnittstellenoberfläche bezüglich des Gehäuses, eine Verarbeitungseinheit und eine Kommunikationsschnittstelle zum Übertragen von Steuersignalen gemäß einer Ausgabe von der Verarbeitungseinheit und zum Empfangen von Fahrzeugzustandsinformationen, wobei die Ausgabe durch die Verarbeitungseinheit basierend auf Sensordaten von der Sensoreinheit erzeugt wird, wobei die Drehsteuereinrichtung ferner einen magnetorheologischen Aktor umfasst, der ein Drehelement aufweist, das mit der Benutzerschnittstellenoberfläche mechanisch verbunden ist, wobei das zum Drehen der Benutzerschnittstellenoberfläche erforderliche Benutzerdrehmoment von Eigenschaften eines in dem magnetorheologischen Aktor angelegten Magnetfelds abhängig ist, wobei der magnetorheologische Aktor dahingehend ausgestaltet ist, gemäß Befehlssignalen von der Verarbeitungseinheit das Magnetfeld zu erzeugen und/oder seine Eigenschaften zu beeinflussen, und wobei die Verarbeitungseinheit die Befehlssignale basierend auf von der Kommunikationsschnittstelle empfangenen Fahrzeugzustandsinformationen erzeugt.

[0009] Die Fahrzeugzustandsinformationen umfassen zum Beispiel Informationen über die aktuelle Einstellung der Traktionsführungsteile oder Räder.

[0010] Daher kann die Drehsteuereinrichtung so ausgestaltet sein, dass die Verarbeitungseinheit zur Ausgabe von Befehlssignalen zum Ansteuern der Anordnung derart, dass die Anordnung das Magnetfeld auf eine Weise beeinflusst, die bewirkt, dass das Bremsmoment des magnetorheologischen Aktors die Bremsmomente eines herkömmlichen Lenkrads simuliert, während zusätzlich ein Bezugspunkt für die zentrale Einstellung der Räder bei geringen Geschwindigkeiten oder im geparkten Zustand bereitgestellt wird, ausgestaltet ist. Dies reduziert vorteilhafterweise die kognitive Müdigkeit eines Bedieners und stellt ferner eine haptische Reaktion für einen Bediener bereit, die es gestattet, eine Lenkfunktion der Drehsteuereinrichtung zu verwenden, ohne dass bei ihrer Verwendung auf die Einrichtung geblickt werden muss. Dies ermöglicht einem Bediener die Freiheit, beim Führen des Fahrzeugs die Fahrzeugumgebung kontinuierlich zu beobachten.

[0011] Die Einrichtung kann dazu verwendet werden, einen Betriebsmodus des Fahrzeugs auszuwählen, der zum Beispiel ein Vorwärtsfahrtbetriebsmodus, in dem ein Drehmoment von einer Antriebseinheit des Fahrzeugs übertragen wird, um das Fahrzeug in eine Vorwärtsrichtung anzutreiben, ein Rückwärtsfahrtbetriebsmodus, in dem ein Drehmoment von einer Antriebseinheit des Fahrzeugs übertragen wird, um das Fahrzeug in eine Rückwärtsrichtung anzutreiben, ein Neutralbetriebsmodus, in dem kein Drehmoment von einer Antriebseinheit des Fahrzeugs übertragen wird, ein Parkbetriebsmodus, in dem eine an der Antriebseinheit des Fahrzeugs befestigte Drehmomentübertragungseinheit mechanisch gesperrt ist, oder ein anderer Betriebsmodus ist.

[0012] Die Integration einer Lenkfunktionalität, einer Funktionalität zum Auswählen eines Betriebsmodus des Fahrzeugs und/oder Steuern anderer sicherheitsrelevanter Funktionen und/oder Betreiben eines Navigationsmenüs, eines Infotainmentmenüs oder anderer Funktionen gestattet eine Reduzierung der Anzahl von Betätigungseinrichtungen oder -tasten, die in einem Fahrzeug benötigt werden. Ferner kann eine eine Lenkfunktionalität umfassende Drehsteuereinrichtung als das alleinige Mittel zum Lenken des Fahrzeugs, insbesondere in einem hochautonomen Fahrmodus, zum Beispiel in einem Level-4-Modus, in dem nur gelegentlich erforderlich ist, dass ein Bediener das Fahrzeugs lenkt, dienen.

[0013] Eine sicherheitsrelevante Funktion des Fahrzeugs im Sinne der Erfindung kann zum Beispiel die Wahl eines Betriebsmodus des Fahrzeugs, Lenken, Beschleunigen oder Bremsen des Fahrzeugs sein. Eine nicht sicherheitsrelevante Funktion des Fahrzeugs kann zum Beispiel Navigation oder Steuern einer Multimedia-Schnittstelle sein.

[0014] Ein Kommunikationsweg im Sinne der Erfindung kann zum Beispiel eine Festverdrahtung zum Übertragen von Daten, wie zum Beispiel ein Datenbus, und/oder ein drahtloser Datenübertragungskanal sein. In vielen modernen Straßenfahrzeugen ist ein CAN-Datenbus eine bevorzugte Art von Kommunikationsweg.

[0015] Die Benutzerschnittstellenoberfläche oder der Knopf im Sinne der Erfindung kann die Außenfläche einer ringförmigen und/oder halbschalenförmigen Struktur sein, die für einen Bediener, das heißt einen Benutzer, des Fahrzeugs zugänglich ist. Die Benutzerschnittstellenoberfläche kann ferner eine unter der Außenfläche der Benutzerschnittstellenoberfläche liegende Konstruktion umfassen.

[0016] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuereinrichtung erzeugt die Verarbeitungseinheit die Befehlssignale zumindest teilweise basierend auf Infor-

mationen über Fahrzeuggeschwindigkeit, -beschleunigung und/oder Radstellung, wobei die Kommunikationsschnittstelle dahingehend ausgestaltet ist, die Informationen zu empfangen und die Informationen der Verarbeitungseinheit zuzuführen.

[0017] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung erzeugt die Verarbeitungseinheit die Befehlssignale zumindest teilweise basierend auf durch die Sensoreinheit erzeugten Sensorinformationen über eine Änderung der Ausrichtung der Benutzerschnittstellenoberfläche von einer Primärausrichtung der Benutzerschnittstellenoberfläche, wobei die Primärausrichtung eine Ausrichtung ist, in der die Kommunikationsschnittstelle ein Steuersignal zum derartigen Einstellen von Traktionsführungsteilen eines Fahrzeugs, insbesondere Rädern, überträgt, dass das Fahrzeug in eine durch eine in Vorwärts-/Rückwärtsrichtung verlaufende Achse des Fahrzeugs definierte Richtung und/oder in eine der aktuellen Bewegungsimpulsrichtung des Fahrzeug entsprechende Richtung geführt wird.

[0018] Wenn ein Drehmoment von außen an die Benutzerschnittstellenoberfläche zum Drehen der Benutzerschnittstellenoberfläche in eine von der Primärausrichtung abweichende Ausrichtung angelegt wird, erzeugt die Verarbeitungseinheit bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung derartige Befehlssignale, dass der magnetorheologische Aktor das Magnetfeld erzeugt und/oder die Eigenschaften des Magnetfelds beeinflusst, um die Drehmomentübertragung zwischen der Benutzerschnittstellenoberfläche und dem Gehäuse zu erhöhen.

[0019] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung umfasst die Drehsteuer-einrichtung ferner einen Servoaktor, der dahingehend ausgestaltet ist, ein Drehmoment gemäß den von der Verarbeitungseinheit ausgegebenen Befehlssignalen direkt und/oder indirekt an die Benutzerschnittstellenoberfläche anzulegen.

[0020] Wenn ein Drehmoment von außen an die Benutzerschnittstellenoberfläche zum Drehen der Benutzerschnittstellenoberfläche in eine von der Primärausrichtung abweichende Ausrichtung angelegt wird, dient der Servoaktor bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung dazu, ein Drehmoment in eine der Drehbewegung entgegengesetzte Richtung, in eine Drehrichtung der Primärausrichtung, anzulegen, derart, dass sich die Benutzerschnittstellenoberfläche in die Primärausrichtung dreht, wenn das manuell angelegte Drehmoment entfernt wird.

[0021] Wenn eine Position und/oder Ausrichtung der Benutzerschnittstellenoberfläche bei Fehlen einer von einer externen Quelle an die Einrichtung angelegten Kraft konstant bleibt, dann kann diese Position und/oder Ausrichtung der Benutzerschnittstellen-

oberfläche als eine stabile Position bezeichnet werden. Wenn die Benutzerschnittstellenoberfläche andererseits nicht in einer gewissen Position oder Ausrichtung bleibt, weil zum Beispiel ein Mechanismus der Einrichtung innen eine Kraft anlegt, dann kann diese Position und/oder Ausrichtung als instabil bezeichnet werden.

[0022] Eine Position der Benutzerschnittstellenoberfläche im Sinne der Erfindung bezieht sich auf die Platzierung der Benutzerschnittstellenoberfläche innerhalb einer Ebene, die in einem bestimmten Abstand räumlich von dem Gehäuse der Einrichtung versetzt ist. Eine Ausrichtung der Benutzerschnittstellenoberfläche im Sinne der Erfindung bezieht sich auf eine Drehverschiebung der Benutzerschnittstellenoberfläche um einen bestimmten Drehungsgrad bezüglich einer anfänglichen Einstellung der Benutzerschnittstellenoberfläche mit Bezug auf das Gehäuse um die Drehachse der Einrichtung.

[0023] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung umfasst der magnetorheologische Aktor ein Drehelement, das mit der Benutzerschnittstellenoberfläche mechanisch verbunden ist und zum Zusammenwirken mit einem magnetorheologischen Fluid des magnetorheologischen Aktors dient, und wobei der magnetorheologische Aktor eine Anordnung zum Erzeugen eines auf das magnetorheologische Fluid einwirkenden Magnetfelds und/oder zum Beeinflussen seiner Eigenschaften umfasst, um eine Drehmomentübertragung zwischen der Benutzerschnittstellenoberfläche und dem Gehäuse zu modulieren, umfasst.

[0024] Der Zustand des magnetorheologischen Fluids der Einrichtung definiert die Drehmomentübertragungseigenschaften der Drehsteuer-einrichtung. Um den Zustand des Fluids zu beeinflussen, wird der Anordnung eine Spannung zugeführt und diese variiert, um Änderungen in einem umgebenden Magnetfeld zu induzieren, das die Viskosität des Fluids beeinflusst. In Abhängigkeit von dem Magnetfeld, insbesondere in Abhängigkeit von Eigenschaften des Magnetfelds, wie zum Beispiel Intensität und/oder Richtung, kann das MRF zwischen einem flüssigen und einem festen Zustand variieren. Diese Änderungen können sehr genau gesteuert werden. In einem flüssigen Zustand überträgt das MRF wenig bis kein Drehmoment zwischen dem Drehelement und dem Gehäuse. Wenn sich die Viskosität jedoch erhöht und sich das Fluid einem festen Zustand nähert, erhöhen sich die Scherkräfte in dem Fluid und zwischen dem Fluid und dem Drehelement sowie zwischen dem Fluid und dem Gehäuse oder einer Komponente, die fest am Gehäuse angebracht ist. Dadurch wird wiederum eine Drehmomentübertragung zwischen der Benutzerschnittstellenoberfläche und dem Gehäuse erhöht.

[0025] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung ist die Verarbeitungseinheit dahingehend ausgestaltet, Befehlssignale zum Ansteuern der Anordnung zum Erzeugen des Magnetfelds und/oder Beeinflussen seiner Eigenschaften basierend auf Sensordaten von der Sensoreinheit auszugeben.

[0026] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung umfasst die Sensoreinheit der Einrichtung ferner einen Sensor zum Überwachen des an die Benutzerschnittstellenoberfläche angelegten Drehmoments.

[0027] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung überwacht die Sensoreinheit der Einrichtung ferner die Beschleunigung der Drehbewegung der Benutzerschnittstellenoberfläche bezüglich des Gehäuses.

[0028] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung umfasst das Drehelement eine Kammer, die das magnetorheologische Fluid enthält, und es ist ein statisches Element vorgesehen, das bezüglich des Gehäuses fest angeordnet ist und zumindest teilweise innerhalb der Kammer angeordnet ist, so dass die Drehmomentübertragung zwischen einer Innenfläche der Kammer des Drehelements und dem statischen Element von den Eigenschaften eines Magnetfelds abhängig ist.

[0029] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung ist das Drehelement dahingehend ausgestaltet, sich innerhalb einer Kammer des Aktors, die das magnetorheologische Fluid enthält, zu drehen, wobei die Kammer bezüglich des Gehäuses fest angeordnet ist, so dass die Drehmomentübertragung zwischen dem Drehelement und einer Innenfläche der Kammer von den Eigenschaften eines Magnetfelds abhängig ist.

[0030] Bei einer Ausführungsform der Drehsteuer-einrichtung ist ein Federelement vorgesehen und ist ein Verbindungselement vorgesehen, das dazu dient, die Benutzerschnittstellenoberfläche über das Federelement mit dem Gehäuse lösbar zu verbinden, wenn sich die Drehsteuereinrichtung in einem Lenkmodus befindet, so dass eine von außen an die Einrichtung angelegte Drehkraft in dem Federelement gespeichert wird, und wenn die externe Kraft entfernt wird, die Energie als eine Drehkraft zum Zurückdrehen der Benutzerschnittstellenoberfläche in die Primärposition freigesetzt wird.

[0031] Als Nächstes werden bestimmte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die folgenden Figuren ausführlich erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 ein Schemadiagramm einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drehsteuereinrichtung;

Fig. 2 ein Schemadiagramm einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drehsteuereinrichtung;

Fig. 3 ein Kraftverlaufdiagramm gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drehsteuereinrichtung; und

Fig. 4 ein Diagramm eines durch den magnetorheologischen Aktor bei geringen Geschwindigkeiten angelegten Bremsmoments bezüglich eines Drehwinkels der Drehsteuereinrichtung bezüglich einer Primärausrichtung.

[0032] **Fig. 1** zeigt ein Schemadiagramm einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drehsteuereinrichtung **1**, die eine Benutzerschnittstellenoberfläche **3** aufweist, welche durch einen Benutzer oder Bediener eines Fahrzeugs bewegt und gedreht werden kann. Die Benutzerschnittstellenoberfläche kann um eine Drehachse **7** der Einrichtung **1** in verschiedene Ausrichtungen **A1** gedreht werden. Die Benutzerschnittstellenoberfläche **3** kann ferner durch einen Benutzer oder Bediener des Fahrzeugs zwischen einer ersten, zweiten und dritten Position **P1**, **P2**, **P3** bewegt werden.

[0033] Die Einrichtung **1** umfasst ein Gehäuse **5**, das eine auf einem Substrat **15**, bei dem es sich um eine Leiterplatte handelt, angebrachte Verarbeitungseinheit **11** zumindest teilweise umschließt. Die Verarbeitungseinheit **11** ist mit einer Kommunikationsschnittstelle **13** verbunden. Über die Kommunikationsschnittstelle **13** können Signale, wie zum Beispiel Steuersignale **Ts**, übertragen und empfangen werden. Die Verarbeitungseinheit **11** ist ferner mit einer Sensoreinheit **9** verbunden, die zum Überwachen der Drehbewegung und/oder der Ausrichtung der Benutzerschnittstellenoberfläche bezüglich des Gehäuses **5** dient. Die Sensoreinheit **9** überträgt Sensordaten **Ds** zu der Verarbeitungseinheit **11**, und basierend auf diesen Sensordaten **Ds** kann die Verarbeitungseinheit **11** Steuersignale zur Übertragung über die Kommunikationsschnittstelle **13** erzeugen.

[0034] Ferner umfasst die Einrichtung eine Anordnung **17** zum Erzeugen und Beeinflussen eines Magnetfelds in einer Kammer **19** des Gehäuses **5**. Die Kammer enthält ein magnetorheologisches Fluid **21**, auch als MRF bekannt. Ein Drehelement **23** ist teilweise innerhalb der Kammer positioniert. Das Drehelement **23** ist mit der Benutzerschnittstellenoberfläche **3** mechanisch verbunden und dreht sich mit der Drehung der Schnittstelle **3**.

[0035] Entsprechend Änderungen von Eigenschaften des Magnetfelds, die durch die Anordnung **17** bewirkt werden, wie zum Beispiel Feldstärke und -

richtung, variiert das magnetorheologische Fluid 12 sozusagen hinsichtlich der Viskosität. Daher überträgt das Fluid dementsprechend mehr oder weniger Drehmoment zwischen der Benutzerschnittstellenoberfläche 3 und dem Gehäuse 5 der Einrichtung 1. Dies wird durch die sich ändernden Scherkräfte in dem Fluid und zwischen dem Fluid und der Kammerwand verursacht. Da das Gehäuse 5 der Einrichtung im Fahrzeug allgemein fest angebracht ist, kann in Betracht gezogen werden, dass die Anordnung eine Art Verzögerungskraft, die auf die Benutzerschnittstellenoberfläche 3 einwirkt, moduliert. Derartige Systeme, die ein MRF 21 in einer Kammer 19, Drehelemente 23 und Anordnungen 17 zum Beeinflussen des Magnetfelds in der Kammer 19 umfassen, werden häufig als MRF-Aktoren bezeichnet. Die Verarbeitungseinheit 11 ist dahingehend ausgestaltet, Befehlssignale zum Steuern der Anordnung 17 auszugeben. Die Anordnung 17 kann zum Beispiel durch eine Schaltung auf dem Substrat 15, die der Anordnung 17 einen pulsweitenmodulierten (PWM) Strom oder eine pulsweitenmodulierte (PWM) Spannung gemäß den Befehlssignalen von der Verarbeitungseinheit 11 zuführt, angesteuert werden.

[0036] Ferner umfasst die Einrichtung einen Servoaktor 25, der mit dem Drehelement 23 in Eingriff gelangt und daher ein Drehmoment an die Benutzerschnittstellenoberfläche 3 anlegen kann. Wenn ein Lenkmodus der Drehsteuereinrichtung 1 aktiv ist, kann der Servoaktor 25 gemäß von der Verarbeitungseinheit empfangenen Befehlssignalen Drehmoment an die Benutzerschnittstellenoberfläche 3 anlegen. Die Verarbeitungseinheit 11 kann diese Steuerungssignale basierend auf Fahrzeugdaten erzeugen, die ihr über die Kommunikationsschnittstelle 13 zugeführt werden. Diese Fahrzeugdaten können Radeinstellungsinformationen, Geschwindigkeitsinformationen, Chassisinformationen usw., aber auch Informationen über die aktuelle Ausrichtung der Benutzerschnittstellenoberfläche 3 und zum Beispiel Informationen über ein derzeit von einem Benutzer von außen angelegtes Drehmoment umfassen. Basierend auf diesen Informationen kann der Prozessor 11 Befehlssignale erzeugen, die bewirken, dass der Servoaktor 25 Drehmoment anlegt, so dass eine haptische Reaktion auf die Drehsteuereinrichtung 1 dem Benutzer oder Bediener übermittelt wird, wobei die aktive haptische Reaktion, die ein herkömmliches Lenkrad bereitstellen würde, simuliert wird. Wenn das Fahrzeug beim Wenden zum Beispiel mit einer bestimmten Geschwindigkeit über eine Schlagloch fährt, werden die Räder beeinflusst, und diese Wirkung kann herkömmlicherweise durch einen das Lenkrad haltenden Fahrer überwacht und korrigiert werden. In einem Steer-by-Wire-System müssen diese Wirkungen durch ein Aktorsystem, wie zum Beispiel das hier gezeigte, erzeugt werden, um dem Bediener die Möglichkeit zu geben, Korrekturen durchzuführen.

[0037] Fig. 2 zeigt ein Schemadiagramm einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drehsteuereinrichtung, wobei kein Servoaktor 25 zur Bereitstellung eines aktiven haptischen Einflusses auf die Benutzerschnittstellenoberfläche 3 vorgesehen ist. Stattdessen umfasst die Drehsteuereinrichtung 1 ein Federelement 27. Das Federelement 27 kann über ein Befestigungselement 29 mit einem mit der Benutzerschnittstellenoberfläche 3 verbundenen Drehelement mechanisch verbunden und davon getrennt werden. Das Befestigungselement 29 kann zum Beispiel einen Hubmagnet mit einem Stift umfassen. Wenn sich die Drehsteuereinrichtung 1 in einem Lenkmodus befindet, wird das Federelement 27 an dem Drehelement 23 befestigt und dient dazu, eine Rückstellkraft an der Benutzerschnittstellenoberfläche 3 zu erzeugen, so dass bei Fehlen einer externen Kraft die Drehsteuereinrichtung in eine Primärausrichtung zurückkehrt, wodurch das Verhalten eines herkömmlichen Lenkrads simuliert wird.

[0038] Fig. 3 zeigt ein Kraftverlaufdiagramm gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drehsteuereinrichtung 1, wobei das in Richtung der Primärausrichtung an die Benutzerschnittstellenoberfläche 3 angelegte Drehmoment als eine Funktion der Differenz der Einstellung zwischen dem Bewegungsimpulsvektor des Fahrzeugs und der Richtung der Räder gezeigt wird. Wenn die Räder und der Bewegungsimpuls des Fahrzeugs eingestellt sind, ist nicht erforderlich, dass der Servoaktor 25 ein großes Drehmoment anlegt, weil ein herkömmliches Lenkrad unter diesen Umständen im Allgemeinen nicht zur Mitte zurückziehen würde, da sich das Rad unter solchen Umständen bereits ungefähr in einer Primärausrichtung befindet, wenn sich das Fahrzeug in Richtung der Räder bewegt.

[0039] Wenn eine Drehsteuereinrichtung 1 aus der Primärposition weg gedreht wird und Steuerungssignale an die Lenkaktoren sendet, so dass sich die Räder nicht auf eine aktuelle Bewegungsimpulsrichtung einstellen, dann nimmt die Betätigungskraft des Servoaktors 25 zu.

[0040] Fig. 4 zeigt ein Diagramm eines durch den magnetorheologischen Aktor bei geringen Geschwindigkeiten angelegten Bremsmoments bezüglich eines Drehwinkels der Drehsteuereinrichtung 1 bezüglich einer Primärausrichtung. Wenn der Drehwinkel der Benutzerschnittstellenoberfläche und/oder des drehbaren Teils des Aktors derart ist, dass er einer zentralen Radeinstellung, das heißt einer Einstellung entlang der in Vorwärts-Rückwärts-Richtung verlaufenden Achse des Fahrzeugs, entspricht, wird ein Sprung der durch den Aktor angelegten Bremskraft implementiert. Dieser Sprung der Bremskraft gestattet es einem Bediener, eine haptische Rückmeldung hinsichtlich der Ausrichtung der Drehsteuereinrichtung zu empfangen.

tung entsprechend dieser zentralen Einstellung zu empfangen.

[0041] Bei einer oben im Diagramm gezeigten ersten Variante wird ein Bremsmoment, das angelegt wird, wenn die Räder nicht auf die in Vorwärts-Rückwärts-Richtung verlaufende Achse eingestellt sind, unterbrochen und verkleinert, wenn die Drehsteuereinrichtung in die Primärausrichtung gedreht wird. Ein Bediener des Fahrzeugs fühlt deshalb, wie die Benutzerschnittstellenoberfläche freigegeben wird, um sich in und bei dieser Ausrichtung frei zu bewegen.

[0042] Bei einer unten im Diagramm gezeigten zweiten Variante nimmt das Bremsmoment, das angelegt wird, wenn die Räder nicht auf die in Vorwärts-Rückwärts-Richtung verlaufende Achse eingestellt sind, schnell zu, wenn die Drehsteuereinrichtung gedreht wird oder sich der Primärausrichtung nähert. Ein Bediener des Fahrzeugs fühlt deshalb, wie die Benutzerschnittstellenoberfläche in der Primärausrichtung verriegelt wird oder darin einrastet.

Bezugszeichenliste

- 1** Drehsteuereinrichtung
- 3** Benutzerschnittstellenoberfläche
- 5** Gehäuse
- 7** Drehachse
- 9** Sensoreinheit
- 11** Verarbeitungseinheit
- 13** Kommunikationsschnittstelle
- 15** Substrat/PCB
- 17** Anordnung zur Erzeugung/Beeinflussung eines Magnetfelds
- 19** Kammer
- 21** magnetorheologisches Fluid
- 23** Drehelement
- 25** Servoaktor
- 27** Federelement
- 29** Befestigungselement
- X1** erste Richtung
- X2** zweite Richtung
- P1** erste Position
- P2** zweite Position
- P3** dritte Position

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- EP 206561 A1 [0001]
- US 2016/0378131 A1 [0001]
- US 2016/0216763 A1 [0001]
- US 2011/0181405 A1 [0001]
- DE 102010029184 A1 [0002]
- DE 102018222235 [0002]
- US 6557662 B1 [0002]

Patentansprüche

1. Drehsteuereinrichtung (1) zum Lenken eines Fahrzeugs, umfassend einen magnetorheologischen Aktor (17, 19, 21, 23) zum Beeinflussen eines Bremsmoments des magnetorheologischen Aktors, mit dem ein drehbarer Teil der Drehsteuereinrichtung beaufschlagt wird, wobei der magnetorheologische Aktor dahingehend ausgestaltet ist, das Bremsmoment basierend auf von der Einrichtung empfangenen Fahrzeugzustandsinformationen derart zu beeinflussen, dass, wenn sich das Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit bewegt, die unter einer vorbestimmten Geschwindigkeit liegt, und wenn Traktionsführungsteile eines Fahrzeugs, insbesondere Räder, auf eine in Vorwärts-Rückwärts-Richtung verlaufende Achse des Fahrzeugs eingestellt sind, eine Änderung des Bremsmoments reduziert oder vergrößert wird.

2. Drehsteuereinrichtung nach Anspruch 1, umfassend eine Benutzerschnittstellenoberfläche, die dahingehend ausgestaltet ist, sich bezüglich eines Gehäuses der Einrichtung um eine Drehachse der Einrichtung zu drehen, ferner umfassend eine Sensoreinheit (9) zum Überwachen der Ausrichtung und/oder Drehbewegung der Benutzerschnittstellenoberfläche bezüglich des Gehäuses, eine Verarbeitungseinheit und eine Kommunikationsschnittstelle zum Übertragen von Steuersignalen gemäß einer Ausgabe von der Verarbeitungseinheit und zum Empfangen von Fahrzeugzustandsinformationen, wobei die Ausgabe durch die Verarbeitungseinheit (11) mindestens basierend auf Sensordaten von der Sensoreinheit erzeugt wird, wobei die Drehsteuereinrichtung ferner einen magnetorheologischen Aktor (17, 19, 21, 23) umfasst, der ein Drehelement aufweist, das mit der Benutzerschnittstellenoberfläche mechanisch verbunden ist, wobei das zum Drehen der Benutzerschnittstellenoberfläche erforderliche Benutzerdrehmoment von dem an dem Trägerelement angelegten Bremsmoment abhängig ist, wobei das Bremsmoment von Eigenschaften eines in dem magnetorheologischen Aktor (17, 19, 21, 23) angelegten Magnetfelds abhängig ist, wobei der magnetorheologische Aktor (17, 19, 21, 23) dahingehend ausgestaltet ist, gemäß Befehlssignalen von der Verarbeitungseinheit das Magnetfeld zu erzeugen und/oder seine Eigenschaften zu beeinflussen, und wobei die Verarbeitungseinheit die Befehlssignale (Gs) basierend auf von der Kommunikationsschnittstelle empfangenen Fahrzeugzustandsinformationen erzeugt.

3. Drehsteuereinrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verarbeitungseinheit (11) die Befehlssignale (Gs) zumindest teilweise basierend auf Fahrzeugzustandsinformationen über Fahrzeuggeschwindigkeit, -beschleunigung und/oder Radstellung erzeugt, wobei die Kommunikationsschnittstelle (13) dahingehend ausgestaltet ist, die Fahrzeugzustandsinformationen zu empfan-

gen und die Informationen der Verarbeitungseinheit (11) zuzuführen.

4. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verarbeitungseinheit (11) dahingehend ausgestaltet ist, die Befehlssignale zumindest teilweise basierend auf durch die Sensoreinheit (9) erzeugten Sensorinformationen (Ds) über eine Änderung der Ausrichtung der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) von der Primärausrichtung der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) zu erzeugen.

5. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn ein Drehmoment von außen an die Benutzerschnittstellenoberfläche (3) zum Drehen der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) in eine von der Primärausrichtung abweichende Ausrichtung angelegt wird, die Verarbeitungseinheit (11) derartige Befehlssignale (Gs) erzeugt, dass der magnetorheologische Aktor (17, 19, 21, 23) das Magnetfeld erzeugt und/oder die Eigenschaften des Magnetfelds beeinflusst, um die Drehmomentübertragung zwischen der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) und dem Gehäuse (5) zu erhöhen.

6. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehsteuereinrichtung (1) ferner einen Servoaktor (25) umfasst, der dahingehend ausgestaltet ist, ein Drehmoment gemäß den von der Verarbeitungseinheit (11) ausgegebenen Befehlssignalen (Gs) direkt und/oder indirekt an die Benutzerschnittstellenoberfläche (3) anzulegen.

7. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn ein Drehmoment von außen an die Benutzerschnittstellenoberfläche (3) zum Drehen der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) in eine von der Primärausrichtung abweichende Ausrichtung angelegt wird, der Servoaktor (25) dazu dient, ein Drehmoment in eine der Drehbewegung entgegengesetzte Richtung, in eine Drehrichtung der Primärausrichtung, anzulegen, derart, dass sich die Benutzerschnittstellenoberfläche (3) in die Primärausrichtung dreht, wenn das manuell angelegte Drehmoment entfernt wird.

8. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der magnetorheologische Aktor (17, 19, 21, 23) ein Drehelement (23), das mit der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) mechanisch verbunden ist und zum Zusammenwirken mit einem magnetorheologischen Fluid (21) des magnetorheologischen Aktors dient, umfasst, und wobei der magnetorheologische Aktor eine Anordnung (17) zum Erzeugen eines auf das magnetorheologische Flu-

id (21) einwirkenden Magnetfelds und/oder zum Beeinflussen seiner Eigenschaften, um eine Drehmomentübertragung zwischen der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) und dem Gehäuse (5) zu modulieren, umfasst.

9. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verarbeitungseinheit (11) dahingehend ausgestaltet ist, Befehlssignale (Gs) zum Ansteuern der Anordnung (17) zum Erzeugen des Magnetfelds und/oder Beeinflussen seiner Eigenschaften basierend auf Sensordaten (Ds) von der Sensoreinheit (9) auszugeben.

10. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinheit (9) der Einrichtung (1) ferner einen Sensor zum Überwachen des an die Benutzerschnittstellenoberfläche (3) angelegten Drehmoments umfasst.

11. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinheit (9) der Einrichtung (1) ferner die Beschleunigung der Drehbewegung der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) bezüglich des Gehäuses (5) überwacht.

12. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehelement (23) eine Kammer (19), die das magnetorheologische Fluid (21) enthält, umfasst und dass ein statisches Element vorgesehen ist, das bezüglich des Gehäuses (5) fest angeordnet ist und zumindest teilweise innerhalb der Kammer (19) angeordnet ist, so dass die Drehmomentübertragung zwischen einer Innenfläche der Kammer (19) des Drehelements (23) und dem statischen Element von den Eigenschaften eines Magnetfelds abhängig ist.

13. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehelement (23) dahingehend ausgestaltet ist, sich innerhalb einer Kammer (19) des Aktors, die das magnetorheologische Fluid enthält, zu drehen, wobei die Kammer (19) bezüglich des Gehäuses (5) fest angeordnet ist, so dass die Drehmomentübertragung zwischen dem Drehelement (23) und einer Innenfläche der Kammer (19) von den Eigenschaften eines Magnetfelds abhängig ist.

14. Drehsteuereinrichtung (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Federelement (27) vorgesehen und dass ein Verbindungselement (29) vorgesehen, das dazu dient, die Benutzerschnittstellenoberfläche (3) über das Federelement (27) mit dem Gehäuse (5) lösbar zu verbinden, wenn sich die Dreh-

steuereinrichtung (1) in einem Lenkmodus befindet, so dass eine von außen an die Einrichtung (1) angelegte Drehkraft in dem Federelement (27) gespeichert wird, und wenn die externe Kraft entfernt wird, die Energie als eine Drehkraft zum Zurückdrehen der Benutzerschnittstellenoberfläche (3) in die Primärposition freigesetzt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

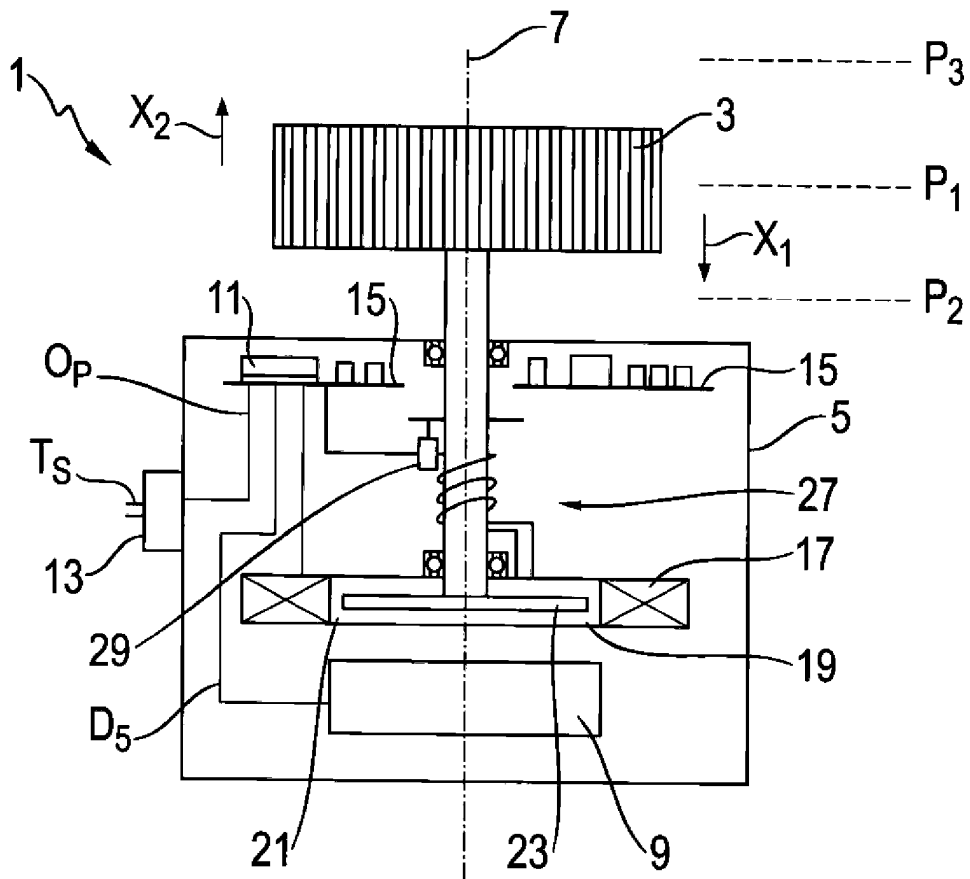


Fig. 2

3/4

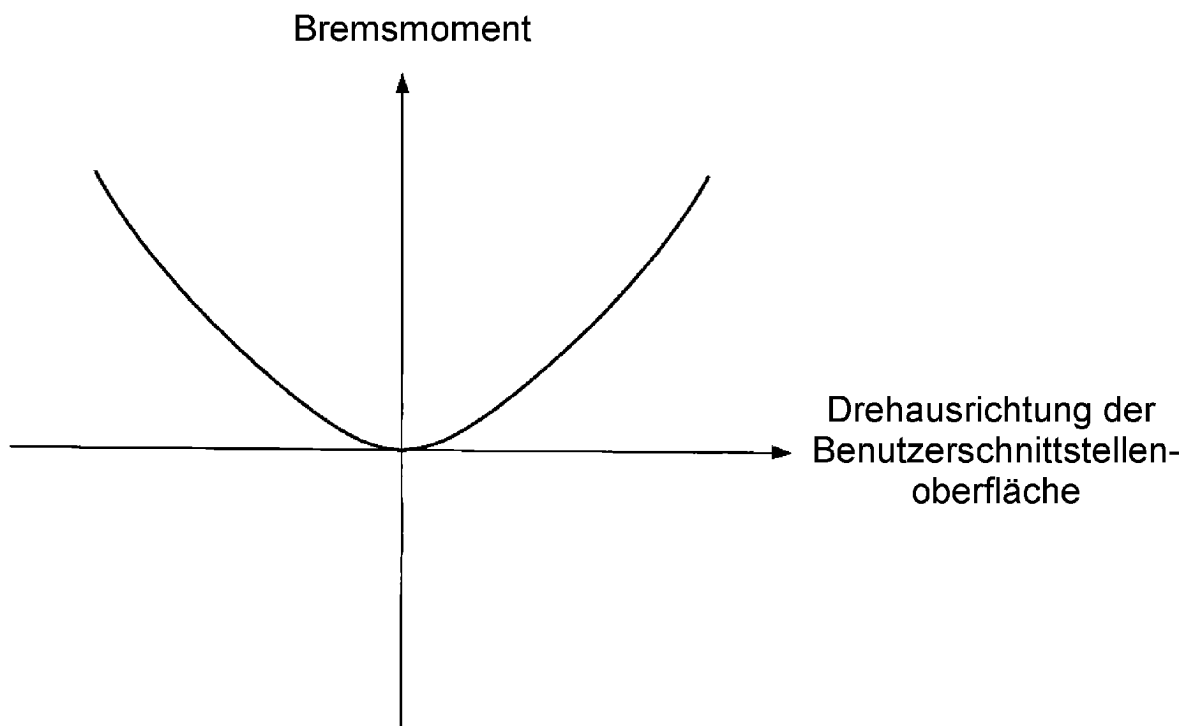


Fig. 3

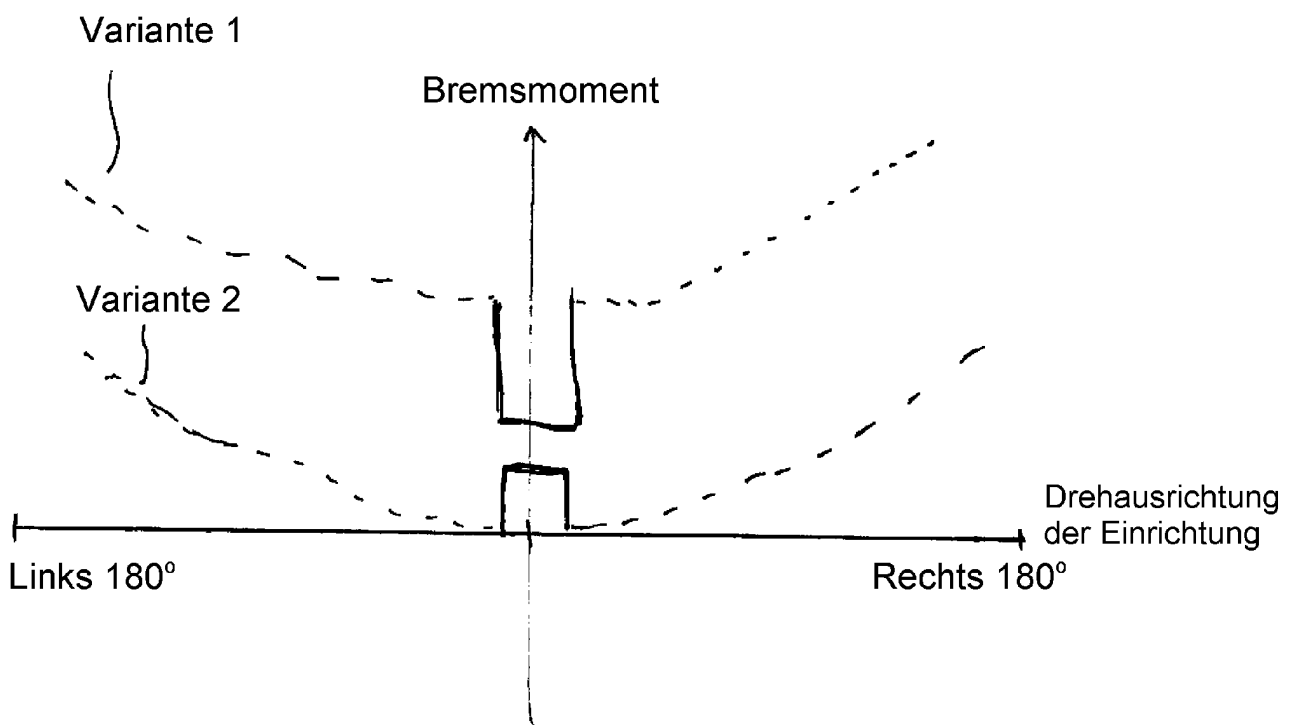


Fig.4