



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 004 727 A1** 2006.08.10

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 004 727.0**

(22) Anmeldetag: **02.02.2005**

(43) Offenlegungstag: **10.08.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B62D 6/00** (2006.01)  
**G05D 1/02** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Bonnet, Christophe, Dipl.-Ing., 70565 Stuttgart, DE; Desens, Jens, Dr.-Ing., 71404 Korb, DE; Fritz, Hans, Dr.-Ing., 73061 Ebersbach, DE**

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

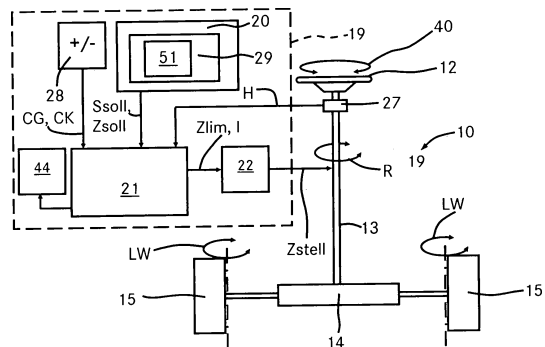
**DE 43 32 836 C1**  
**DE10 2004 019896 A1**  
**DE 199 43 410 A1**  
**DE 103 12 513 A1**  
**DE 102 10 546 A1**  
**DE 101 54 321 A1**  
**DE 694 02 278 T2**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung eines selbsttätigen Lenkeingriffs, insbesondere zur Spurhalteunterstützung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Unterstützung des Fahrers beim Fahren entlang einer seitlich begrenzten Fahrbahn (23). Unterstützungsmittel (19) ermitteln eine Sollfahrspur und rufen einen selbsttätigen Lenkeingriff in Abhängigkeit von einer die Abweichung zwischen einer tatsächlichen Istfahrspur des Fahrzeugs und der Sollfahrspur beschreibenden Abweichungsgröße hervor. Zur Durchführung des selbsttätigen Lenkeingriffs wird eine ein einzustellenden Zusatzsollwinkel und/oder ein einzustellendes Zusatzsollmoment (Zsoll) beschreibende Sollenggröße (Ssoll) ermittelt, die zur Einstellung des Zusatzsollwinkels bzw. des Zusatzsollmoments (Zsoll) durch eine Stelleinrichtung (22) verwendet wird. Die Art des selbsttätigen Lenkeingriffs hängt dabei davon ab, ob der Betrag der Abweichungsgröße größer ist als der Betrag wenigstens eines vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts oder nicht.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung eines selbsttätigen Lenkeingriffs nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 34.

### Stand der Technik

**[0002]** Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind aus der DE 199 43 410 A1 bekannt. Dort wird zur Unterstützung des Fahrers beim Fahren entlang einer Fahrspur ein Zusatzlenkmoment auf das Lenksystem aufgebracht. Dieses Zusatzlenkmoment wird zumindest in Abhängigkeit von dem vom Fahrer am Lenkrad aufbrachten Handmoment verändert. Zusätzlich zum Handmoment kann auch die Lenkgeschwindigkeit mit der der Fahrer das Lenkrad dreht mitberücksichtigt werden. Je größer das ermittelte Handmoment bzw. die Lenkgeschwindigkeit ist, desto kleiner ist das auf das Lenksystem aufgebrachte Zusatzlenkmoment. Dadurch soll verhindert werden, dass sich ein zur Reduzierung der Lenkkraft erzeugtes Servo-Unterstützungsmoment des Lenksystems und das Zusatzlenkmoment zur Spurhalteunterstützung gegenseitig nachteilig beeinflussen und die Wahrnehmung des Fahrers über das Lenkgefühl negativ beeinträchtigen.

### Aufgabenstellung

**[0003]** Ausgehend hiervon kann es als Aufgabe der Erfindung angesehen werden, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Durchführung eines selbsttätigen Lenkeingriffs zu schaffen, wobei eine verbesserte Anpassung an die Fahrweise des Fahrers ermöglicht ist.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 34 gelöst.

**[0005]** Erfindungsgemäß hängt die Art des selbsttätigen Lenkeingriffs davon ab, ob der Betrag der Abweichungsgröße größer ist als der Betrag wenigstens eines vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts oder nicht. Bei einer Abweichungsgröße, deren Betrag kleiner ist als der Betrag des wenigstens einen Abweichungsschwellenwertes oder dem Betrag des wenigstens einen Abweichungsschwellenwertes entspricht kann eine erste Art des selbsttätigen Lenkeingriffs erfolgen, beispielsweise mit betragsmäßiger Begrenzung der Solllenkgröße auf einen insbesondere handmomentenabhängigen ersten Grenzwert. Überschreitet die Abweichungsgröße den wenigstens einen Abweichungsschwellenwert dem Betrage nach, so wird der selbsttätige Lenkeingriff auf eine sich von der ersten Art unterscheidende zweite Art durchgeführt, beispielsweise ohne betragsmäßige Begrenzung der Solllenkgröße auf den ersten Grenzwert oder durch eine betragsmäßige Begrenzung auf einen sich vom ersten Grenzwert unterscheidenden anderen und insbesondere handmomentenunabhängigen Grenzwert.

**[0006]** Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

**[0007]** Es ist möglich, den wenigstens einen Abweichungsschwellenwert fest vorzugeben oder den Abweichungsschwellenwert variabel und insbesondere durch den Fahrer veränderbar vorzusehen. Beispielsweise könnte der Abweichungsschwellenwert in bestimmten, vorgegebenen Grenzen durch eine vom Fahrer bedienbare Einstelleinrichtung an seine persönliche Fahrweise angepasst werden.

**[0008]** Dabei kann der wenigstens einen Abweichungsschwellenwert in Abhängigkeit von Parametern wie Umgebungsparametern und/oder Fahrzeugparametern und/oder Fahrzustandsparametern wie Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung, Fahrzeugquergeschwindigkeit, Fahrzeugquerbeschleunigung, Gierrate, Gierbeschleunigung und/oder Schwimmwinkel des Fahrzeugs vorgebar sein. Beispielsweise kann der Betrag des wenigstens einen Abweichungsschwellenwertes mit betragsmäßig zunehmender Fahrzeuglängsgeschwindigkeit insbesondere monoton fallend abnehmen. Es ist ferner eine Ausführungsvariante möglich, bei der der Abweichungsschwellenwert in Abhängigkeit von der Krümmung der Sollfahrspur oder der Fahrbahn verschiedene Werte annehmen kann. Insbesondere können diese Werte durch den Fahrer separat verändert werden. Denkbar ist z.B., dass der Abweichungsschwellenwert einen durch den Fahrer veränderbaren ersten Wert für Geradausfahrt und einen durch den Fahrer separat vom ersten Wert veränderbaren zweiten Wert für Kurvenfahrt bei einer gekrümmt verlaufenden Sollfahrspur oder Fahrbahn aufweist. Dadurch kann insbesondere das unterschiedliche Fahrverhalten beim Durchfahren von Kurven berücksichtigt und eine „kurvenschneidende“ Fahrweise in vorgegebenen Grenzen ermöglicht werden.

**[0009]** Außerdem ist es von Vorteil, wenn der wenigstens eine Abweichungsschwellenwert von der Fahrzeuggeometrie, insbesondere der Breite des Fahrzeugs und/oder der Fahrbahnbeschaffenheit und insbesondere der Breite der Fahrbahn abhängt. Je kleiner das Verhältnis Breite der Fahrzeugs zu Breite der Fahrbahn ist, desto kleiner wird der Betrag des Abweichungsschwellenwertes vorgegeben, um eine ausreichend gute Spurlage zu gewährleisten.

**[0010]** Die Fahrbahnbeschaffenheit – wie z.B. die Breite der Fahrbahn – beschreibende Daten können dabei mittels Funkkommunikation in das Fahrzeug übertragen werden.

**[0011]** Dadurch, dass ein die in Fahrtrichtung gesehen nach links zulässige Abweichung beschreibender linksseitiger Abweichungsschwellenwert und ein die in Fahrtrichtung gesehen nach rechts zulässige Abweichung beschreibender rechtsseitiger Abweichungsschwellenwert unabhängig voneinander vorgebar sind, ergeben sich verbesserte Anpassungsmöglichkeiten für den Fahrer an seine bevorzugte Fahrweise.

**[0012]** Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn die Sollfahrspur und/oder zumindest einer der Abweichungsschwellenwerte in Abhängigkeit von einem in der Umgebung des Fahrzeugs erkannten Hindernis und/oder von der Art des Hindernisses ermittelt und/oder verändert werden. Beispielsweise kann der rechtsseitige Abweichungsschwellenwert verringert oder sehr klein gewählt werden, wenn rechts vom Fahrzeug oder in Fahrtrichtung gesehen rechts von der Sollfahrspur des Fahrzeugs ein Hindernis – z.B. ein anderes Fahrzeug – erkannt wurde. Dies gilt gleichermaßen für den linksseitigen Abweichungsschwellenwert. Die Lage bzw. der Verlauf der Sollfahrspur auf der Fahrbahn kann auch nach links oder rechts verschoben werden, wenn Hindernisse erkannt wurden. Durch diese Maßnahme kann der Abstand zum Hindernis vergrößert und die Verkehrssicherheit erhöht werden. Bei der Art des Hindernisses kann beispielsweise zwischen PKW und LKW unterschieden werden. Der einzuhaltende laterale Abstand kann dabei bei einem LKW größer gewählt werden als bei einem PKW.

**[0013]** Vorteilhafterweise hängt dabei der linksseitige Abweichungsschwellenwert vom ermittelten Bewegungszustand eines in Fahrtrichtung des Fahrzeugs gesehen links neben oder vor dem Fahrzeug befindlichen Hindernisses ab und/oder der rechtsseitige Abweichungsschwellenwert vom ermittelten Bewegungszustand eines in Fahrtrichtung des Fahrzeugs gesehen rechts neben oder vor dem Fahrzeug befindlichen Hindernisses ab. Dadurch kann neben der Tatsache, dass ein Hindernis vorhanden ist, auch dessen Bewegungszustand, als z.B. dessen Hindernislängsgeschwindigkeit, Hindernislängsbeschleunigung, Hindernisquergeschwindigkeit und/oder Hindernisquerbeschleunigung bei der Bestimmung der zulässigen Abweichung zwischen Sollfahrspur und Istfahrspur berücksichtigt werden, wodurch eine weiter verbesserte Verkehrssicherheit erreicht werden kann.

**[0014]** Auf einfache Weise kann der Bewegungszustand eines Hindernisses und/oder die Art des Hindernisses z.B. mittels Funkkommunikation zwischen Hindernis und Fahrzeug (**11**) ermittelt werden.

**[0015]** Weiterhin kann während des selbsttätigen Lenkeingriffs ein Rückwirkungsmoment auf das Lenkrad auftreten. Bei einer vorteilhaften Ausführung wird bei einem solchen Lenksystem für die Solllenkgröße ein dynamischer Grenzwert wenigstens in Abhängigkeit vom Handmoment ermittelt. Die Solllenkgröße wird dann auf diesen dynamischen Grenzwert begrenzt. Die Solllenkgröße bleibt unverändert, wenn der Betrag der Solllenkgröße kleiner ist als der Betrag des dynamischen Grenzwertes. Erst, wenn der Betrag der Solllenkgröße den Betrag des dynamischen Grenzwertes überschreiten sollte, wird die Solllenkgröße gleich dem aktuellen dynamischen Grenzwert gesetzt. Der durch die Solllenkgröße beschriebene Zusatzsolllenkwinkel oder das durch die Solllenkgröße beschriebene Zusatzsolllenkmoment wird demnach nicht ständig in Abhängigkeit vom Handmoment variiert, sondern lediglich dann beeinflusst, wenn der Betrag der Solllenkgröße den dynamischen Grenzwert überschreiten würde. Die Begrenzung der Solllenkgröße dient dazu, das durch den selbsttätigen Lenkeingriff hervorgerufene Rückwirkungsmoment auf das Lenkrad betragsmäßig zu begrenzen, damit der Fahrer stets in der Lage ist das Fahrzeug zu beherrschen und erforderlichenfalls auch entgegen dem am Lenkrad auftretenden Rückwirkungsmoment das Lenkrad zu drehen.

**[0016]** Es ist vorteilhaft, wenn der dynamische Grenzwert mit zunehmendem Betrag des Handmoments abnimmt und insbesondere monoton fallend abnimmt. Dadurch ist gewährleistet, dass das auf das Lenkrad durch den selbsttätigen Lenkeingriff zurückwirkende Rückwirkungsmoment in den Fällen gering ist, in denen der Fahrer eine Lenkaktivität mit großem Handmoment und/oder großen Lenkwinkeln und/oder großen Lenkgeschwindigkeiten durchführt. Plötzliche Ausweichmanöver sind durch betragsmäßig hohe Handmomente und/oder große Lenkgeschwindigkeiten gekennzeichnet. In diesen Fällen soll kein Rückwirkungsmoment am Lenkrad den Fahrer behindern, so dass Rückwirkungsmomente durch automatische Lenkeingriffe betragsmäßig sehr

gering gehalten werden.

**[0017]** Dabei kann der dynamische Grenzwert abhängig von einem fest vorgebbaren statischen Basisgrenzwert und einem vom Handmoment abhängigen Faktor bestimmt werden. Alternativ bestünde auch die Möglichkeit, anstelle einer Multiplikation des Basisgrenzwertes mit einem Faktor eine Addition bzw. eine Subtraktion vorzusehen, bei dem der Basisgrenzwert durch einen vom Handmoment abhängigen Wert erhöht oder verringert wird.

**[0018]** Es kann auch vorgesehen werden, dass die Begrenzung der Solllenkgröße auf den dynamischen Grenzwert nur stattfindet, wenn der Betrag der Abweichungsgröße kleiner ist als der Betrag des vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts oder dem Betrag des vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts entspricht. Überschreitet die Abweichungsgröße den Abweichungsschwellenwert, so erfolgt der selbsttätige Lenkeingriff beispielsweise ohne Begrenzung der Solllenkgröße auf den dynamischen Grenzwert oder durch eine Begrenzung auf einen sich vom dynamischen Grenzwert unterscheidenden anderen und insbesondere handmomentenunabhängigen Grenzwert.

**[0019]** Zweckmäßigerweise erfolgt der selbsttätige Lenkeingriff nur dann, wenn der Betrag der Abweichungsgröße größer ist als ein vorgegebener Abweichungsschwellenwert. Auf diese Weise werden kleinere Abweichungen der Istfahrspur von der Sollfahrspur toleriert, ohne dass ein selbsttätiger Lenkeingriff erfolgen würde. Dadurch entsteht ein gegebenenfalls Parameter abhängiger und beispielsweise vom Fahrbahnverlauf abhängiger Toleranzbereich innerhalb dem der Fahrer die Istfahrspur des Fahrzeugs wählen kann, ohne einen korrigierenden Lenkeingriff zu verursachen.

**[0020]** Dadurch, dass zusätzlich zum selbsttätigen Lenkeingriff eine haptische Rückmeldung am Lenkrad und/oder eine akustische Rückmeldung an den Fahrer erzeugt wird, ist die Warnung des Fahrers über die aufgetretene Abweichung von der Sollfahrspur verbessert, so dass auch die Verkehrssicherheit erhöht ist.

**[0021]** Diese haptische und/oder akustische Rückmeldung wird vorteilhafterweise erst dann durchgeführt, wenn durch die Unterstützungsmittel der Beginn des Verlassens der Fahrbahn festgestellt wurde, also zum Beispiel dann, wenn das Fahrzeug mit den Rädern einer Fahrzeugseite auf oder über die randseitige Markierung der Fahrbahn fährt. Die haptische bzw. akustische erfolgt zeitlich nach dem Beginn des selbsttätigen Lenkeingriffs.

**[0022]** Die Durchführung der haptischen Rückmeldung am Lenkrad kann auch dann beginnen, wenn der Betrag der Abweichungsgröße um einen vorgegebenen ersten Differenzwert größer ist als der Betrag des wenigstens einen Abweichungsschwellenwerts. Durch diese Maßnahme ist ein sehr einfaches Auslösekriterium für die haptische Rückmeldung gegeben.

**[0023]** Bei einer vorteilhaften Ausführung werden zur haptischen Rückmeldung Vibrationen auf das Lenkrad aufgebracht. Die Amplitude und/oder die Frequenz dieser Vibrationen können insbesondere abhängig vom Betrag der Abweichungsgröße bestimmt werden, so dass die haptische Rückmeldung am Lenkrad ein Maß für die Abweichung von der Sollfahrspur und auch für die Gefährlichkeit der aktuellen Fahrsituation darstellt.

**[0024]** Analog zur Auslösung der haptischen Rückmeldung kann die Durchführung der akustischen Rückmeldung beginnen, wenn der Betrag der Abweichungsgröße um einen vorgegebenen zweiten Differenzwert größer ist als der Betrag des wenigstens einen Abweichungsschwellenwerts, wodurch für die akustische Rückmeldung ein sehr einfaches Auslösekriterium vorliegt.

**[0025]** Dadurch, dass der Betrag des zweiten Differenzwertes größer gewählt wird als der Betrag des ersten Differenzwertes, ist sichergestellt, dass die akustische Rückmeldung zeitlich nach der haptischen Rückmeldung erfolgt und damit sozusagen eine weitere Eskalationsstufe darstellt. Da von einem akustischen Rückmeldung alle Fahrzeuginsassen betroffen sind, stellt diese Rückmeldung die letzte Eskalationsstufe dar und erfolgt zeitlich erst nach dem selbsttätigen Lenkeingriff und der haptischen Rückmeldung.

**[0026]** Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn die Sollfahrspur und/oder zumindest einer der Abweichungsschwellenwerte in Abhängigkeit von einem in der Umgebung des Fahrzeugs erkannten Hindernis ermittelt und/oder verändert werden. Beispielsweise kann der rechtsseitige Abweichungsschwellenwert verringert oder sehr klein gewählt werden, wenn rechts vom Fahrzeug oder in Fahrtrichtung gesehen rechts von der Sollfahrspur des Fahrzeugs ein Hindernis – z.B. ein anderes Fahrzeug – erkannt wurde. Dies gilt gleichermaßen für den linksseitigen Abweichungsschwellenwert. Die Lage bzw. der Verlauf der Sollfahrspur auf der Fahrbahn

kann auch nach links oder rechts verschoben werden, wenn Hindernisse erkannt wurden. Durch diese Maßnahme kann der Abstand zum Hindernis vergrößert und die Verkehrssicherheit erhöht werden.

**[0027]** Es ist ferner zweckmäßig, den selbsttätigen Lenkeingriff nur dann durchzuführen, wenn der Fahrtrichtungsanzeiger nicht betätigt wurde. Sobald der Fahrer den Fahrtrichtungsanzeiger bedient, ist von einem Fahrspurwechsel auszugehen, so dass ein dem Verlassen der aktuellen Fahrspur entgegenwirkender selbsttätiger Lenkeingriff unterbleibt.

**[0028]** Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn sich die Unterstützungsmittel selbsttätig in einen passiven Betriebszustand umschalten, wenn zumindest eines der Teilsysteme der Unterstützungsmittel nicht ordnungsgemäß arbeitet, und dass sich die Unterstützungsmittel in einen aktiven Betriebszustand umschalten, wenn alle Teilsysteme der Unterstützungsmittel ordnungsgemäß arbeiten. Beispielsweise kann eine Fahrspurerkennungseinrichtung, die ein Teilsystem der Unterstützungsmittel ist, nicht in allen Fahrsituationen eine Fahrspur identifizieren. Es kann dann auch kein automatischer Lenkeingriff zum Halten der aktuellen Fahrspur durchgeführt werden, da diese Fahrspur nicht erkannt wurde. Eines der Teilsysteme der Unterstützungsmittel arbeitet daher nicht ordnungsgemäß, so dass sich die Unterstützungsmittel in einen passiven Betriebszustand umschalten, in dem kein selbsttätiger Lenkeingriff erfolgt. Sobald alle Teilsysteme wieder ordnungsgemäß arbeiten, erfolgt wiederum ein selbsttätiges Umschalten der Unterstützungsmittel in den aktiven Betriebszustand, in dem selbsttätige Lenkeingriffe möglich sind.

**[0029]** Es ist auch möglich, die Solllenkgröße zur Begrenzung des Rückwirkungsmomentes während eines Einschaltzeitraums beim Einschalten der Unterstützungsmittel auf einen Einschaltgrenzwert zu begrenzen. Alternativ oder zusätzlich kann die Solllenkgröße auch während eines Ausschaltzeitraums beim Ausschalten der Unterstützungsmittel auf einen Ausschaltgrenzwert begrenzt werden. Als Ein- bzw. Ausschalten der Unterstützungsmittel ist sowohl das Umschalten vom aktiven in den passiven Betriebszustand der Unterstützungsmittel zu verstehen, als auch ein durch den Fahrer veranlasstes Ein- bzw. Ausschalten der Unterstützungsmittel beispielsweise durch das Ein- bzw. Ausschalten der Zündung des Fahrzeugs. Es ist dabei auch möglich die Unterstützungsmittel durch eine entsprechende Bedienung über ein Bedienelement des Fahrzeugs ein- bzw. auszuschalten. Auf diese Weise wird das Rückwirkungsmoment während des Einschaltzeitraums bzw. während des Ausschaltzeitraums begrenzt, so dass plötzlich auftretende oder plötzlich wegfallende Rückwirkungsmomente am Lenkrad verhindert werden können.

**[0030]** Bei einer solchen Ausführung können der Einschaltgrenzwert und/oder der Ausschaltgrenzwert einen zeitabhängigen Verlauf aufweisen. Beispielsweise kann der Einschaltgrenzwert einen rampenartig ansteigenden bzw. der Ausschaltgrenzwert einen rampenartig abfallenden Verlauf aufweisen.

#### Ausführungsbeispiel

**[0031]** Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verfahren anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

**[0032]** **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Lenksystems eines Fahrzeugs und Unterstützungsmittel zur Unterstützung des Fahrers beim Fahren entlang einer seitlich begrenzten Fahrbahn in blockschaltbildähnlicher Darstellung,

**[0033]** **Fig. 2** eine schematische Darstellung einer Sollfahrspur und einer Istfahrspur des Fahrzeugs auf einer Fahrbahn in Draufsicht

**[0034]** **Fig. 3** ein Ausführungsbeispiel der Abhängigkeit eines Faktors  $K$  vom Betrag des Handmomentes  $H$ ,

**[0035]** **Fig. 4** beispielhafte zeitliche Verläufe eines Basisgrenzwertes  $GB$ , eines dynamischen Grenzwertes  $GD$ , eines Einschaltgrenzwertes  $GE$ , eines Ausschaltgrenzwertes  $GA$ , eines Zusatzsolllenkmomentes  $Z_{soll}$  und eines von einer Stelleinrichtung auf das Lenksystem aufgebrachten Zusatzlenkmomentes  $Z_{stell}$ ,

**[0036]** **Fig. 5** ein Ausführungsbeispiel einer Funktion, die die Abhängigkeit eines Zusatzsolllenkmomentes  $Z_{soll}$  von der Abweichung  $D$  zwischen Sollfahrspur und Istfahrspur zeigt und

**[0037]** **Fig. 6** einen beispielhaften Verlauf einer ersten und einer zweiten Schwingung, die als haptische Rückmeldungen am Lenkrad dienen.

[0038] [Fig. 7](#) die Abhängigkeit eines linksseitigen Abweichungsschwellenwertes und eines rechtsseitigen Abweichungsschwellenwertes von der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit

[0039] In [Fig. 1](#) ist schematisch der Aufbau eines Lenksystems **10** eines Fahrzeugs **11** dargestellt. Ein Lenkrad **12** ist über eine Lenksäule **13** mit einem Lenkaktor **14** verbunden, der zur Auslenkung und somit zur Einstellung eines Lenkwinkels LW an den lenkbaren Rädern **15** – insbesondere den Vorderrädern – des Fahrzeugs **11** dient.

[0040] Das Fahrzeug **11** verfügt beim bevorzugten Ausführungsbeispiel über ein Spurhaltesystem **20**, das eine Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  an ein Steuergerät **21** übermittelt. Die Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  gibt dabei ein einzustellendes Zusatzsolllenkmoment  $Z_{\text{Soll}}$  an, das durch eine Stelleinrichtung **22** am Lenksystem **10** einzustellen ist, um den Fahrer beim Fahren entlang einer seitlich begrenzten Fahrbahn **23** zu unterstützen. Alternativ zum bevorzugten Ausführungsbeispiel könnte anstelle des Zusatzsolllenkmoments  $Z_{\text{Soll}}$  oder zusätzlich zum Zusatzsolllenkmoment  $Z_{\text{Soll}}$  durch die Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  auch ein Zusatzsolllenkwinkel vorgegeben werden.

[0041] Das Lenksystem **10** weist des Weiteren einen Handmomentensensor **27** auf, der das vom Fahrer auf das Lenkrad **12** ausgeübte Handmoment  $H$  erfasst und an das Steuergerät **21** übermittelt.

[0042] Alternativ zur Messung des Handmoments  $H$  mittels des Handmomentensensors **27** kann das Handmoment  $H$  auch anhand eines Modells geschätzt werden.

[0043] Dem Steuergerät **21** wird außerdem ein Korrektursignal  $C$  zugeführt, das beim Ausführungsbeispiel einen ersten Korrekturwert  $CG$  und einen zweiten Korrekturwert  $CK$  aufweist, durch die Einstellung an einer Bedieneinheit **28** vom Fahrer veränderbar ist. Auf die Korrekturwerte  $CG$  und  $CK$  des Korrektursignals  $C$  wird später noch eingegangen werden.

[0044] Das Spurhaltesystem **20**, das Steuergerät **21**, die Stelleinrichtung **22** und die Bedieneinheit **28** sind Bestandteil von Unterstützungsmitteln **19** zur Unterstützung des Fahrers beim Fahren entlang einer seitlich begrenzten Fahrbahn **23**.

[0045] Anhand von [Fig. 2](#) wird die Funktionsweise des Spurhaltesystems **20** erläutert. Im Spurhaltesystem **20** wird auf Basis der Information einer Lageerkennungseinheit **29** eine Sollfahrspur **30** auf der Fahrbahn **23** und die tatsächlich vom Fahrzeug gefahrene Istfahrspur **31** ermittelt. Die Lageerkennungseinheit **29** dient zur Bestimmung der Lage des Fahrzeugs **11** relativ zum Verlauf der Fahrspur **23** und weist bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel eine Bildverarbeitungseinheit **29** auf. Alternativ oder zusätzlich zur Bildverarbeitungseinheit könnte die Lageerkennungseinheit **29** auch eine Satelliten gestützte Positionserkennung (z.B. GPS) und/oder eine mit passiven Fahrbahnmarkierungselementen wie Magnethägeln zusammenwirkende Sensorik aufweisen. Beispielsgemäß ist auch eine mit aktiven Fahrbahnmarkierungselementen **39** wie Fahrbahnbacken und/oder mit Hindernissen **50** wie anderen Fahrzeugen kommunizierende Kommunikationseinrichtung **51** vorgesehen.

[0046] Die Sollfahrspur **30** kann zusätzlich zum ermittelten Fahrbahnverlauf auch abhängig von erkannten Hindernissen **50** bestimmt werden. Zur Erkennung der Hindernisse **50** kann das Fahrzeug **11** mit einer Umfeldsensorik ausgestattet sein, wobei auch die Bildverarbeitungseinheit oder die eventuell zur Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation vorgesehene Kommunikationseinrichtung **51** der Lageerkennungseinheit **29** zur Hinderniserkennung verwendet werden kann.

[0047] Anschließend wird eine die aktuelle Abweichung zwischen der Sollfahrspur **30** und der Istfahrspur **31** beschreibende Abweichungsgröße  $D$  bestimmt und aus dieser Abweichungsgröße  $D$  die einzustellende Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  berechnet.

[0048] Anstelle der aktuellen Abweichungsgröße  $D$  kann zur Berechnung der Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  auch die zukünftige Abweichungsgröße  $D^*$  verwendet werden, die sich beispielsweise folgendermaßen bestimmen lässt:

$$D^* = D + \cdot \alpha(x^*, \Delta\psi, \rho) \quad (1)$$

mit

- D: aktuelle Abweichungsgröße, die die aktuelle Abweichung zwischen der Sollfahrspur **30** und der Istfahrspur **31** senkrecht zur Sollfahrspur **30** gemessen beschreibt,  
 $x^*$ : eine in Fahrtrichtung des Fahrzeugs **11** vorgebbare Entfernung,  
 $\Delta\psi$ : Winkel zwischen der Sollfahrspur **30** und der Istfahrspur **31** des Fahrzeugs **11**,  
 $\rho$ : Krümmung der Sollfahrspur **30** oder der Fahrbahn **23**,  
 $\alpha$ : vorgebbare erste Funktionen abhängig von der Entfernung  $x^*$ , dem Winkel  $\Delta\psi$  und der Krümmung  $\rho$ .

**[0049]** Aus der Gleichung (1) erhält man durch eine Näherung die Gleichung

$$D^* = D + x^* \cdot \Delta\psi - \frac{1}{2} x^{*2} \cdot \rho \quad (1')$$

**[0050]** Die Entfernung  $x^*$  kann dabei Parameter abhängig vorgegeben werden, beispielsweise abhängig von der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  und/oder der Fahrzeuglängsbeschleunigung  $a$ .

**[0051]** Auf Basis der Solllenkgröße  $S_{\text{soll}}$  wird dann ein selbsttätiger Lenkeingriff durchgeführt, wobei das dabei auf das Lenksystem **10** einwirkende Zusatzlenkmoment  $Z_{\text{stell}}$  derart gerichtet ist, dass die aktuelle Abweichung zwischen der Sollfahrspur **30** und der Istfahrspur **31** verringert wird. Bei der in [Fig. 2](#) dargestellten Fahr-situation wird demnach ein Zusatzlenkmoment  $Z_{\text{stell}}$  aufgebracht, das einen Lenkeinschlag der lenkbaren Fahrzeugräder **15** in Fahrtrichtung gesehen nach links bewirkt, um die Istfahrspur **31** wieder der Sollfahrspur **30** anzugleichen.

**[0052]** Beim Lenksystem **10** sind das Lenkrad **12** und die lenkbaren Fahrzeugräder **15** mechanisch miteinander verbunden, so dass während des selbsttätigen Lenkeingriffs ein Rückwirkungsmoment  $R$  am Lenkrad **12** hervorgerufen wird. Um den Fahrer nicht zu irritieren und ihm die Hoheit über das Fahrzeug **11** in jeder Fahr-situation zu überlassen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, das Rückwirkungsmoment  $R$  betragsmäßig zu be-grenzen. Dies wird durch eine betragsmäßige Begrenzung der vom Spurhaltesystem **20** ermittelten und ange-forderten Solllenkgröße  $S_{\text{soll}}$  erreicht. Zur Begrenzung der Solllenkgröße  $S_{\text{soll}}$  bzw. des von der Solllenkgröße  $S_{\text{soll}}$  beschriebenen Zusatzsolllenkmoments  $Z_{\text{soll}}$ , wird abhängig von dem durch den Handmomentensensor **27** erfassten oder geschätzten Handmoment  $H$  ein dynamischer Grenzwert  $GD$  im Steuergerät **21** berechnet, auf den die Solllenkgröße  $S_{\text{soll}}$  bzw. das Zusatzsollmoment  $Z_{\text{soll}}$  begrenzt wird, wodurch beispielsweise das begrenzte Zusatzsollmoment  $Z_{\text{lim}}$  gebildet wird. Das begrenzte Zusatzsollmoment  $Z_{\text{lim}}$  wird durch einen die Stelleinrichtung **22** ansteuernden Ansteuerstrom  $I$  beschrieben und von der Stelleinrichtung **22** als Zusatzlenk-moment  $Z_{\text{stell}}$  auf das Lenksystem **10** aufgebracht.

**[0053]** Der dynamische Grenzwert  $GD$  verringert sich betragsmäßig mit zunehmendem Betrag des Handmo-ments  $H$ . Je größer also der Betrag des Handmoments  $H$  am Lenkrad **12** ist, desto kleiner ist das maximal mög-liche, durch die Stelleinrichtung **22** der Unterstüzungsmittel **19** eingestellte Zusatzlenkmoment  $Z_{\text{stell}}$ . Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel wird der dynamische Grenzwert  $GD$  wie folgt berechnet:

$$GD = K(H) \cdot GB \quad (2)$$

mit

- $K(H)$ : vom Handmoment  $H$  abhängiger Faktor  $K$ ,  
 $GB$ : fest vorgegebener Basisgrenzwert.

**[0054]** [Fig. 3](#) zeigt dabei die Abhängigkeit des Faktors  $K$  vom Betrag des Handmoments  $H$ . Bei Handmomen-ten  $H$ , die betragsmäßig kleiner sind als der Betrag eines unteren Handmomentengrenzwertes  $H_{\text{min}}$ , nimmt der Faktor  $K$  den Wert eins an, so dass der dynamische Grenzwert  $GD$  gleich dem festen Basisgrenzwert  $GB$  ist. Ist der Betrag des Handmoments  $H$  größer oder gleich dem unteren Handmomentengrenzwert  $H_{\text{min}}$  und kleiner als ein oberer Handmomentengrenzwert  $H_{\text{max}}$ , so nimmt der Faktor  $K$  Werte zwischen Null und Eins an, wobei er mit zunehmendem Betrag des Handmomentes  $H$  monoton fallend kleiner wird. Bei der beispielhaft in [Fig. 3](#) gezeigten Funktion des Faktors  $K$  nimmt dieser im Bereich vom unteren Handmomentengrenzwert  $H_{\text{min}}$  bis zum oberen Handmomentengrenzwert  $H_{\text{max}}$  linear ab mit größer werdendem Betrag des Handmo-ments  $H$ . In diesem Bereich könnte anstelle des linearen Verlaufs auch eine beliebige andere fallende Funktion für den Faktor  $K$  vorgegeben werden. Bei Handmomenten, die zumindest dem oberen Handmomentengrenzwert  $H_{\text{max}}$  entsprechen, nimmt der Faktor  $K$  den Wert null an, so dass kein selbsttätiger Lenkeingriff mehr er-folgen kann. Alternativ könnte der Faktor  $K$  für Beträge des Handmomentes größer oder gleich dem oberen Handmomenten grenzwert  $H_{\text{max}}$  auch auf einen Minimalwert größer als null gesetzt werden.

**[0055]** In [Fig. 4](#) ist der beispielhafte zeitliche Verlauf des dynamischen Grenzwertes GD (gepunktete Linie) dargestellt. Die gestrichelte Linie zeigt den beispielhaften zeitlichen Verlauf des vom Spurhaltesystem **20** an das Steuergerät **21** übermittelten Zusatzsolllenkmoments  $Z_{soll}$ . Das im Steuergerät **21** begrenzte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{lim}$  bzw. das durch die Stelleinrichtung **22** eingestellte Zusatzlenkmoment  $Z_{stell}$  sind durch die durchgezogene Linie in [Fig. 4](#) dargestellt.

**[0056]** Als Ausgangssituation zur [Fig. 4](#) sei angenommen, dass der Fahrer die Unterstützungsmittel **19** eingeschaltet hat, um eine Unterstützung beim Fahren entlang einer seitlich begrenzten Fahrbahn **23** zu erhalten. Vor einem ersten Zeitpunkt  $t_0$  sei allerdings zumindest ein Teilsystem der Unterstützungsmittel **19** nicht betriebsbereit oder arbeitet nicht ordnungsgemäß. Beispielsweise ist dies der Fall, wenn durch das Spurhaltesystem **20** bzw. dessen Bildverarbeitungseinheit **29** keine markierte Fahrspur **23** erkannt werden kann. In diesem Fall schalten sich die Unterstützungsmittel **19** selbsttätig in einen passiven Betriebszustand, in dem kein selbsttätiger Lenkeingriff durchgeführt wird.

**[0057]** Zum ersten Zeitpunkt  $t_0$  sei nun angenommen, dass alle Teilsysteme der Unterstützungsmittel **19** ordnungsgemäß arbeiten, d.h. auch das Spurhaltesystem **20** kann eine markierte Fahrspur **23** ermitteln, so dass sich die Unterstützungsmittel **19** vom passiven Betriebszustand in den aktiven Betriebszustand umschalten, in dem ein selbsttätiger Lenkeingriff erfolgen kann. Während eines Einschaltzeitraums ab dem ersten Zeitpunkt  $t_0$  wird das vom Steuergerät **21** an die Stelleinrichtung **22** übermittelte begrenzte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{lim}$  durch einen monoton ansteigenden Einschaltgrenzwert  $GE$  begrenzt, der beispielsweise linear vom Wert null an ansteigt. Dies soll verhindern, dass zum ersten Zeitpunkt  $t_0$  sofort ein größeres Rückwirkungsmoment  $R$  am Lenkrad **12** anliegt. Aufgrund des ansteigenden Einschaltgrenzwertes  $GE$  wird das gegebenenfalls vorliegende, durch die Stelleinrichtung **22** eingestellte Zusatzlenkmoment  $Z_{stell}$  und damit auch das Rückwirkungsmoment  $R$  am Lenkrad **12** kontinuierlich erhöht, um den Fahrer nicht zu irritieren.

**[0058]** Zu einem zweiten Zeitpunkt  $t_1$  entspricht der Einschaltgrenzwert  $GE$  dem vom Spurhaltesystem **20** angeforderten Zusatzsolllenkmoment  $Z_{soll}$ . Zu diesem Zeitpunkt ist der Einschaltzeitraum beendet und die Begrenzung durch den Einschaltgrenzwert  $GE$  wird aufgehoben.

**[0059]** Nach dem zweiten Zeitpunkt  $t_1$  entspricht das im Steuergerät **21** begrenzte Zusatzsolllenkmoment bzw. das durch die Stelleinrichtung eingestellte Zusatzlenkmoment  $Z_{stell}$  dem vom Spurhaltesystem **20** angeforderten Zusatzsolllenkmoment  $Z_{soll}$ , da das durch das Spurhaltesystem **20** angeforderte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{soll}$  unterhalb des dynamischen Grenzwertes GD liegt.

**[0060]** Zu einem dritten Zeitpunkt  $t_2$  überschreitet das vom Spurhaltesystem **20** angeforderte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{soll}$  den dynamischen Grenzwert GD. Ab diesem dritten Zeitpunkt  $t_2$  entspricht das begrenzte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{lim}$  bzw. das durch die Stelleinrichtung **22** eingestellte Zusatzlenkmoment  $Z_{stell}$  dem jeweils aktuellen Wert des dynamischen Grenzwertes GD der handmomentenabhängig bestimmt wird.

**[0061]** Sobald das vom Spurhaltesystem **20** angeforderte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{soll}$  den dynamischen Grenzwert GD wieder unterschreitet, entspricht auch das im Steuergerät **21** begrenzte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{lim}$  und das durch die Stelleinrichtung **22** eingestellte Zusatzlenkmoment  $Z_{stell}$  wieder diesem angeforderten Wert des Zusatzsolllenkmoments  $Z_{soll}$ . Dies ist in [Fig. 4](#) ab einem vierten Zeitpunkt  $t_3$  der Fall.

**[0062]** Es sei angenommen, dass zu einem fünften Zeitpunkt  $t_4$  eines der Teilsysteme der Unterstützungsmittel **19**, beispielsweise das Spurhaltesystem **20**, nicht mehr ordnungsgemäß arbeitet. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn die Bildverarbeitungseinheit **29** keine markierte Fahrspur **23** erkennen kann. Zu diesem fünften Zeitpunkt  $t_4$  beginnt ein Ausschaltzeitraum, während dem das vom Steuergerät **21** an die Stelleinrichtung **22** übermittelte begrenzte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{lim}$  und damit auch das durch die Stelleinrichtung **22** eingestellte Zusatzlenkmoment  $Z_{stell}$  durch einen zeitlich linear abfallenden Ausschaltgrenzwert  $GA$  begrenzt werden. Der Ausschaltzeitraum endet zu einem sechsten Zeitpunkt  $t_5$ , zu dem das begrenzte Zusatzsolllenkmoment  $Z_{lim}$  bzw. das eingestellte Zusatzlenkmoment  $Z_{stell}$  den Wert null annehmen. Wie schon im Zusammenhang mit dem Einschaltzeitraum ( $t_0 - t_1$ ) erläutert, wird analog dazu während des Ausschaltzeitraumes verhindert, dass ein selbsttätiger Lenkeingriff plötzlich und somit für den Fahrer unerwartet beendet wird. Um Irritationen beim Fahrer zu vermeiden, ist erfindungsgemäß eine kontinuierliche Verringerung des aufgeschalteten Zusatzlenkmomentes  $Z_{stell}$  durch den Ausschaltgrenzwert  $GA$  vorgegeben.

**[0063]** Es versteht sich, dass in Abwandlung zum beschriebenen Ausführungsbeispiel anstelle des rampenartig ansteigenden Einschaltgrenzwertes  $GE$  bzw. anstelle des rampenartig abfallenden Ausschaltgrenzwertes  $GA$  auch eine andere beliebige Funktion mit ansteigendem bzw. mit abfallendem Verlauf vorgegeben werden



könnte.

**[0064]** Die Begrenzung des begrenzten Zusatzsolllenkmomentes  $Z_{lim}$  und des eingestellten Zusatzlenkmomentes  $Z_{stell}$  während des Einschaltzeitraumes ( $t_0 - t_1$ ) durch den Einschaltgrenzwert  $GE$  und während des Ausschaltzeitraumes ( $t_4 - t_5$ ) durch den Ausschaltgrenzwert  $GA$  erfolgt auch dann, wenn ein Ein- bzw. ein Ausschalten der Unterstützungsmittel **19** durch den Fahrer vorgenommen wird, beispielsweise durch eine entsprechende Bedientätigkeit der Bedieneinheit **28**. Ein Ausschalten der Unterstützungsmittel **19** kann auch dann vorgesehen werden, wenn eine Fahrzeugverzögerung angefordert oder eingestellt ist, die einen Verzögerungsschwellenwert überschreitet. Die angeforderte Fahrzeugverzögerung kann beispielsweise anhand der Bremspedalstellung und/oder anhand des Bremsdrucks im Hauptbremszylinder und/oder in den Radbremsrichtungen abgeleitet werden. Die aktuell vorliegende Fahrzeugverzögerung kann auch direkt mit Hilfe eines Längsbeschleunigungssensors gemessen werden.

**[0065]** Die Begrenzungen des begrenzten Zusatzsolllenkmomentes  $Z_{lim}$  und des eingestellten Zusatzlenkmomentes  $Z_{stell}$  während des Einschaltzeitraumes ( $t_0 - t_1$ ) durch den Einschaltgrenzwert  $GE$  und während des Ausschaltzeitraumes ( $t_4 - t_5$ ) durch den Ausschaltgrenzwert  $GA$  können auch ineinander übergehen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn während des Einschaltzeitraumes eines der Teilsysteme der Unterstützungsmittel **19**, beispielsweise das Spurhaltesystem **20**, nicht mehr ordnungsgemäß arbeitet und ein selbsttätiges Umschalten vom aktiven in den passiven Betriebszustand erfolgt. Analog hierzu kann auch während des Ausschaltzeitraums ein Umschalten der Unterstützungsmittel **19** vom passiven in den aktiven Betriebszustand erfolgen.

**[0066]** Die Art der Durchführung des selbsttätigen Lenkeingriffs kann auch von der Abweichungsgröße  $D$  bzw.  $D^*$  – die die Abweichung zwischen Sollfahrspur **30** und Istfahrspur **31** beschreibt – abhängen, beispielsweise davon, ob der Betrag der Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  einen Abweichungsschwellenwert überschreitet oder nicht.

**[0067]** Beispielsgemäß sind ein die in Fahrtrichtung des Fahrzeugs **11** gesehen nach links zulässige Abweichung beschreibender linksseitiger Abweichungsschwellenwert  $YL$  und ein die in Fahrtrichtung gesehen nach rechts zulässige Abweichung beschreibender rechtsseitiger Abweichungsschwellenwert  $YR$  unabhängig voneinander vorgegeben.

**[0068]** Der rechtsseitige Abweichungsschwellenwert  $YR$  bzw. der linksseitige Abweichungsschwellenwert  $YL$  können entweder fest vorgegeben sein oder – wie beim hier beschriebenen Ausführungsbeispiel – variabel einstellbar sein. Über die Bedieneinheit **28** hat der Fahrer die Möglichkeit, die Abweichungsschwellenwerte  $YR$ ,  $YL$  unabhängig voneinander durch die Einstellung der Korrekturwerte  $CK$ ,  $CG$  in einem vorgegebenen Bereich an seine Fahrweise anzupassen und dadurch den Toleranzbereich etwas zu vergrößern bzw. etwas zu verringern.

**[0069]** Über den ersten Korrekturwert  $CG$  kann der Fahrer den rechtsseitigen Abweichungsschwellenwert  $YR$  und den linksseitigen Abweichungsschwellenwert  $YL$  insbesondere unabhängig voneinander für Geradeausfahrten – also bei Krümmungen  $\rho$  der Sollfahrspur **30** bzw. der Fahrbahn **23** unterhalb eines Krümmungsschwellenwertes – verändern bzw. anpassen. Der zweite Korrekturwert  $CK$  dient dazu, den rechtsseitigen Abweichungsschwellenwert  $YR$  und den linksseitigen Abweichungsschwellenwert  $YL$  insbesondere unabhängig voneinander für Kurvenfahrten – also bei Krümmungen  $\rho$  der Sollfahrspur **30** bzw. der Fahrbahn **23**, die zumindest dem Krümmungsschwellenwert entspricht – einzustellen.

**[0070]** Der linksseitige und/oder der rechtsseitige Abweichungsschwellenwert  $YL$  bzw.  $YR$  können abhängig von einem oder mehreren erkannten Hindernissen **50** bestimmt bzw. verändert werden. Beispielsweise kann der betreffende Abweichungsschwellenwert  $YL$  bzw.  $YR$  begrenzt oder verringert werden, wenn in Fahrtrichtung des Fahrzeugs **11** gesehen ein Hindernis **50** auf der entsprechenden Fahrzeugseite erkannt wurde. Zur Erkennung der Hindernisse **50** weist das Fahrzeug **11** eine Umfeldsensorik auf, wobei hier die Kommunikationseinrichtung **51** der Lageerkennungseinheit **29** zur Hinderniserkennung verwendet wird.

**[0071]** Über die Kommunikationseinrichtung **51** erhält das Fahrzeug **11** Informationen über die Art des Hindernisses **50**, also beispielsweise ob es sich um ein einspuriges oder zweispuriges Fahrzeug, einen LKW mit oder ohne Anhänger oder einen Sattelzug handelt. Ferner wird auch der Bewegungszustand des Hindernisses **50** durch die Funkkommunikation mit dem Hindernis **50** mittels der Kommunikationseinrichtung **51** erfasst und die Hindernislängsgeschwindigkeit und/oder die Hindernisquergeschwindigkeit und/oder die Hindernislängsbeschleunigung und/oder die Hindernisquerbeschleunigung beschreibende Bewegungszustandsdaten ermittelt.

**[0072]** Ferner ist vorgesehen, dass über die Kommunikationseinrichtung **51** auch die Fahrbahnbeschaffenheit der Fahrbahn **23**, wie z.B. die Breite oder die Krümmung  $\rho$  der Fahrbahn **23** ermittelt wird. Hierfür stellt die Kommunikationseinrichtung **51** eine Funkverbindung zu dem von einer Fahrbahnake gebildeten aktiven Fahrbahnmarkierungselement **39** her. Die Fahrbahnbeschaffenheit könnte alternativ auch durch eine andere Umfeldsensorik ermittelt werden.

**[0073]** Der linksseitige und der rechtsseitige Abweichungsschwellenwert  $Y_L$ ,  $Y_R$  werden nun in Abhängigkeit von einem oder mehreren der folgenden Parameter berechnet:

- der Fahrbahnbeschaffenheit,
- dem Bewegungszustand des Hindernisses **50**,
- Fahrzeugzustandparametern wie Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung, Fahrzeugquergeschwindigkeit, Fahrzeugquerbeschleunigung, Fahrzeuggierrate, Fahrzeuggierbeschleunigung und/oder Fahrzeugschwimmwinkel.

**[0074]** [Fig. 7](#) zeigt eine beispielhafte Abhängigkeit der Abweichungsschwellenwerte  $Y_L$ ,  $Y_R$  von der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$ , wobei der Betrag des linksseitigen und rechtsseitigen Abweichungsschwellenwerts  $Y_L$  bzw.  $Y_R$  mit zunehmendem Betrag der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  monoton fallend und beispielsweise linear abnimmt.

**[0075]** Bei dem in [Fig. 5](#) mit durchgezogenen Linien dargestellten Ausführungsbeispiel wird ein selbsttätiger Lenkeingriff zur Spurhalteunterstützung nur dann durchgeführt, wenn die Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  betragsmäßig größer ist als der vorgegebener rechtsseitige Abweichungsschwellenwert  $Y_R$  bzw. der linksseitige Abweichungsschwellenwert  $Y_L$ . Auf diese Weise entsteht um die Sollfahrspur **30** herum ein Toleranzbereich, innerhalb dem Abweichungen zwischen der Sollfahrspur **30** und der Istfahrspur **31** toleriert werden, ohne dass ein selbsttätiger Lenkeingriff erfolgen würde. Auf diese Weise hat der Fahrer des Fahrzeugs **11** die Möglichkeit, die Istfahrspur **31** auf der Fahrbahn **23** innerhalb des Toleranzbereiches zu variieren, ohne einen selbsttätigen Lenkeingriff auszulösen. Erreicht die Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  betragsmäßig den rechtsseitigen Abweichungsschwellenwert  $Y_R$  bzw. der linksseitigen Abweichungsschwellenwert  $Y_L$ , steigt die Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  bzw. das Zusatzsolllenkmoment  $Z_{\text{Soll}}$  mit zunehmendem Betrag der Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  kontinuierlich und beispielsweise linear an.

**[0076]** Dadurch, dass zwei Abweichungsschwellenwerte  $Y_R$ ,  $Y_L$  vorgegeben sind, kann der Toleranzbereich bezogen auf die Sollfahrspur **30** unterschiedlich groß sein. Mithin ist es möglich einen bezüglich der Sollfahrspur **30** unsymmetrischen Toleranzbereich vorzugeben.

**[0077]** Alternativ zu der Möglichkeit, einen selbsttätigen Lenkeingriff zur Spurhalteunterstützung nur dann durchzuführen, wenn die Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  betragsmäßig größer ist als einer der Abweichungsschwellenwerte  $Y_L$  bzw.  $Y_R$ , ist es auch möglich, den selbsttätigen Lenkeingriff zur Spurhalteunterstützung auch dann durchzuführen, wenn die Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  betragsmäßig kleiner ist als der vorgegebene rechtsseitige Abweichungsschwellenwert  $Y_R$  bzw. der linksseitige Abweichungsschwellenwert  $Y_L$  oder dem rechtsseitigen Abweichungsschwellenwert  $Y_R$  bzw. dem linksseitigen Abweichungsschwellenwert  $Y_L$  entspricht. Bei einer bevorzugten Verfahrensvariante erfolgt dann die Begrenzung der Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  auf den dynamischen Grenzwert. Überschreitet der Betrag der Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  den Betrag des rechtsseitigen Abweichungsschwellenwerts  $Y_R$  bzw. des linksseitigen Abweichungsschwellenwerts  $Y_L$ , so wird ein selbsttätiger Lenkeingriff ohne Begrenzung der Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  auf den dynamischen Grenzwert  $G_D$  durchgeführt, wie dies in [Fig. 5](#) durch die gestrichelte Linie und den schraffierten Bereich dargestellt ist. Dabei kann die Solllenkgröße  $S_{\text{Soll}}$  auf den Basisgrenzwert  $G_B$  oder einen anderen, handmomentenunabhängigen, vorgebbaren Grenzwert begrenzt werden oder auch unbegrenzt bleiben.

**[0078]** Weiterhin wird der selbsttätige Lenkeingriff zur Spurhalteunterstützung nur dann durchgeführt, wenn keine Betätigung des Fahrtrichtungsanzeigers des Fahrzeugs **11** vorliegt. Bei betätigtem Fahrtrichtungsanzeiger wird davon ausgegangen, dass der Fahrer die aktuelle Sollfahrspur **30** verlassen will, so dass kein dem entgegen wirkender automatischer Lenkeingriff erfolgt. Erst nach dem Ausschalten des Fahrtrichtungsanzeigers ermittelt das Spurhaltesystem **20** eine neue Sollfahrspur **30**, auf Basis der dann etwaige selbsttätige Lenkeingriffe vorgenommen werden.

**[0079]** Es kann dabei auch vorgesehen werden, dass ein selbsttätiger Lenkeingriff zur Spurhalteunterstützung erst nach Ablauf einer vorgebbaren Zeitdauer nach dem Deaktivieren des Fahrtrichtungsanzeigers erfolgt. Dies kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn das Fahrzeug **11** über einen Fahrtrichtungsanzeiger verfügt, der durch eine einmalige kurze Betätigung eine vorgegebene Anzahl von Blinkerbetätigungen auslöst

und sich anschließend selbsttätig abschaltet. Um einen zu frühen selbsttätigen Lenkeingriff bei noch nicht abgeschlossenem Fahrspurwechsel zu verhindern, kann dann während der vorgegebenen Zeitdauer nach dem Abschalten des Fahrtrichtungsanzeigers ein solcher automatischer Lenkeingriff verhindert werden.

**[0080]** Alternativ oder zusätzlich zum Zusatzsollmoment  $Z_{soll}$  kann die Solllenkgröße  $S_{soll}$  auch einen Zusatzsolllenkwinkel beschreiben. Dieser Zusatzsolllenkwinkel wird dann in gleicher Weise begrenzt wie das vorstehend am Beispiel des Zusatzsollmomentes  $Z_{soll}$  beschrieben wurde, wobei das Steuergerät **21** dann einen begrenzten Zusatzsolllenkwinkel erzeugt, der der Stelleinrichtung **22** oder einem anderen geeigneten Lenkaktor zur Einstellung des daraus resultierenden Zusatzlenkwinkels übermittelt wird. Dabei kann der begrenzte Zusatzsolllenkwinkel wie folgt gebildet werden:

$$LWZ_{lim} = LWZ_{soll} \text{ für } LWZ_{soll} \leq GD'$$

$$LWZ_{lim} = GD' \text{ für } LWZ_{soll} > GD'$$

$$GD' = K(H) \cdot GB' \tag{3}$$

mit

LWZ<sub>lim</sub>: begrenzter Zusatzsolllenkwinkel,

LWZ<sub>soll</sub>: Zusatzsolllenkwinkel,

GD': dynamischer Zusatzlenkwinkelgrenzwert.

K(H): vom Handmoment H abhängiger Faktor K,

GB': fest vorgegebener Zusatzlenkwinkel-Basisgrenzwert.

**[0081]** In Gleichung (3) ist im Unterschied zu [Fig. 4](#) der dynamische Zusatzlenkwinkelgrenzwert GD' durch eine Lenkwinkelgröße und nicht durch eine Momentengröße gebildet. Ansonsten wird das im Zusammenhang mit [Fig. 4](#) beschriebene Begrenzungsverfahren analog für den Zusatzlenkwinkel angewendet.

**[0082]** Insbesondere bei kaskadierten Reglern, die sowohl den Zusatzlenkwinkel als auch das Zusatzlenkmoment – beispielsweise in einem untergeordneten Regler – einstellen, kann eine Begrenzung des Zusatzsolllenkwinkels und des Zusatzsollmomentes erfolgen, was zu einer erhöhten Sicherheit der gesamten Reglerstruktur führt.

**[0083]** Beim Ausführungsbeispiel wird zusätzlich zum selbsttätigen Lenkeingriff über die Stelleinrichtung **22** auch eine haptische Rückmeldung am Lenkrad **12** erzeugt, wobei das Lenkrad in Umfangsrichtung in Schwingungen versetzt wird, so dass der Fahrer am Lenkrad **12** Vibrationen spürt. Dies ist in [Fig. 1](#) durch den Doppelpfeil **40** schematisch dargestellt. Des Weiteren wird und über eine Audioanlage **44** eine akustische Rückmeldung an den Fahrer hervorgerufen.

**[0084]** Die haptische Rückmeldung am Lenkrad **12** und die akustische Rückmeldung über die Audioanlage **44** werden ausgelöst, wenn das Fahrzeug **11** trotz des automatischen Lenkeingriffs die Fahrbahn **23** zu verlassen droht. Dies kann durch die Lageerkennungseinheit **29** festgestellt werden, z.B. wenn das Fahrzeug auf oder über die linksseitige Markierung **41** oder die rechtsseitige Markierung **42** der Fahrbahn **23** fährt.

**[0085]** Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgen der selbsttätige Lenkeingriff, die haptische Rückmeldung und die akustische Rückmeldung zeitlich nacheinander zur Bildung von drei Eskalationsstufen. Wenn der Betrag der Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  um einen vorgegebenen ersten Differenzwert  $\Delta 1$  größer ist als der Betrag des linksseitigen Abweichungsschwellenwertes  $Y_L$  bzw. des rechtsseitigen Abweichungsschwellenwertes  $Y_R$ , erfolgt die haptische Rückmeldung am Lenkrad **12**. Nimmt die Abweichungsgröße betragsmäßig weiter zu und ist der Betrag der Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  dann um einen vorgegebenen zweiten Differenzwert  $\Delta 2$  größer als der Betrag des linksseitigen Abweichungsschwellenwertes  $Y_L$  bzw. des rechtsseitigen Abweichungsschwellenwertes  $Y_R$ , wird der Fahrer schließlich durch die akustische Rückmeldung gewarnt. Um die zeitlich vorgehene Abfolge der Rückmeldungen sicherzustellen, ist der Betrag des zweiten Differenzwertes  $\Delta 1$  größer als der Betrag des ersten Differenzwertes  $\Delta 1$ :

$$|\Delta 1| < |\Delta 2| \text{ mit } \Delta 1 \text{ und } \Delta 2 > 0.$$

**[0086]** Dabei können die Differenzwerte fest oder Parameter abhängig vorgegeben werden.

**[0087]** [Fig. 6](#) zeigt den beispielhaften Verlauf einer ersten Schwingung **45** und einer zweiten Schwingung **46**, die jeweils einen sinusförmigen Verlauf mit einer Amplitude  $A_1$  bzw.  $-A_2$  und einer Periodendauer  $T$  aufweisen. In [Fig. 6](#) bedeuten Schwingungswerte größer als null eine Auslenkung des Lenkrades **12** in Drehrichtung nach

links und Schwingungswerte kleiner als null eine Auslenkung des Lenkrades **12** in Drehrichtung nach rechts. Droht das Fahrzeug **11** die Fahrspur **23** in Fahrtrichtung gesehen nach links zu verlassen werden Schwingungswerte kleiner als null vorgegeben (zweite Schwingung **46**) und droht das Fahrzeug **11** die Fahrspur **23** in Fahrtrichtung gesehen nach rechts zu verlassen werden Schwingungswerte größer als null vorgegeben (erste Schwingung **45**), so dass auch die haptische die Lenkrichtung angibt, in die das Lenkrad **12** zur Vermeidung eines versehentlichen Verlassens der Fahrspur **23** gedreht werden muss. Die Schwingungen **45** bzw. **46** werden der jeweils aktuellen Lenkradstellung überlagert.

**[0088]** Die Frequenz und der Betrag der Amplitude werden in Abhängigkeit vom Betrag der Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  ermittelt. Je größer der Betrag der Abweichungsgröße  $D$ ,  $D^*$  ist, desto größer wird der Betrag der Amplitude  $A1$  bzw.  $A2$  der Schwingung **45** bzw. **46** gewählt. Gleichzeitig wird die Frequenz der Schwingung **45**, **46** mit betragsmäßig zunehmender Abweichungsgröße erhöht. Der Fahrer erhält somit durch die haptische Rückmeldung gleichzeitig eine Information darüber, wie groß die betragsmäßige Abweichung der Istfahrspur **31** von der Sollfahrspur **30** aktuell ist. Mithin wird er auf die zunehmende Gefahr des Verlassens der Fahrbahn **23** über die haptische Rückmeldung informiert.

**[0089]** Es versteht sich, dass es in Abwandlung hierzu ist auch denkbar wäre, eine haptische Rückmeldung durch eine Schwingung zu erzeugen, die sinusförmig um die aktuelle Lenkradstellung in Drehrichtung des Lenkrades **12** sowohl nach links als auch nach rechts schwingt.

**[0090]** Anstelle der sinusförmigen Schwingungen **45**, **46** könne auch ein anderer Schwingungsverlauf zur Erzeugung der haptischen Rückmeldung am Lenkrad **12** vorgegeben werden, wie z.B. eine dreieckförmige oder eine sägezahnförmige Schwingung.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterstützung des Fahrers beim Fahren entlang einer seitlich begrenzten Fahrbahn (**23**), bei dem Unterstützungsmittel (**19**) eine Sollfahrspur (**30**) ermitteln und einen selbsttätigen Lenkeingriff in Abhängigkeit von einer die Abweichung zwischen einer tatsächlichen Istfahrspur (**31**) des Fahrzeugs (**11**) und der Sollfahrspur (**30**) beschreibenden Abweichungsgröße ( $D$ ,  $D^*$ ) hervorrufen, wobei zur Durchführung des selbsttätigen Lenkeingriffs eine einen einzustellenden Zusatzsolllenkwinkel und/oder ein einzustellendes Zusatzsolllenkmoment ( $Z_{soll}$ ) beschreibende Solllenkgröße ( $S_{soll}$ ) ermittelt wird, die zur Einstellung des Zusatzsolllenkwinkels bzw. des Zusatzsolllenkmoments ( $Z_{soll}$ ) durch eine Stelleinrichtung (**22**) verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Art des selbsttätigen Lenkeingriffs davon abhängt, ob der Betrag der Abweichungsgröße ( $D$ ,  $D^*$ ) größer ist als der Betrag wenigstens eines vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts ( $YR$ ,  $YL$ ) oder nicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Abweichungsschwellenwert ( $YR$ ,  $YL$ ) variabel ist und insbesondere durch den Fahrer veränderbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Abweichungsschwellenwert ( $YR$ ,  $YL$ ) in Abhängigkeit von Parametern wie Umgebungsparametern ( $\rho$ ) und/oder Fahrzeugparametern und/oder Fahrzustandsparametern wie Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung; Fahrzeugquergeschwindigkeit, Fahrzeugquerbeschleunigung, Gierrate, Gierbeschleunigung und/oder Schwimmwinkel des Fahrzeugs (**11**) vorgebar ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag des wenigstens einen Abweichungsschwellenwertes ( $YR$ ,  $YL$ ) mit betragsmäßig zunehmender Fahrzeuglängsgeschwindigkeit ( $v$ ) insbesondere monoton fallend abnimmt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Abweichungsschwellenwert ( $YR$ ,  $YL$ ) in Abhängigkeit von der Krümmung ( $\rho$ ) der Sollfahrspur (**30**) oder der Fahrbahn (**23**) verschiedene Werte annehmen kann, die durch den Fahrer separat veränderbar sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Abweichungsschwellenwert ( $YR$ ,  $YL$ ) von der Fahrzeuggeometrie, insbesondere der Breite des Fahrzeugs (**11**) und/oder der Fahrbahnbeschaffenheit und insbesondere der Breite der Fahrbahn (**23**) abhängt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrbahnbeschaffenheit wie die Breite der Fahrbahn (**23**) beschreibende Daten mittels Funkkommunikation in das Fahrzeug (**11**) übertragen werden

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein die in Fahrtrichtung gesehen nach links zulässige Abweichung beschreibender linksseitiger Abweichungsschwellenwert (YL) und ein die in Fahrtrichtung gesehen nach rechts zulässige Abweichung beschreibender rechtsseitiger Abweichungsschwellenwert (YR) unabhängig voneinander vorgebar sind.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sollfahrspur (**30**) und/oder der Abweichungsschwellenwert (YL, YR) in Abhängigkeit von einem in der Umgebung des Fahrzeugs (**11**) erkannten Hindernis und/oder von der Art des Hindernisses ermittelt und/oder verändert werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9 in Verbindung mit Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der linksseitige Abweichungsschwellenwert (YL) vom ermittelten Bewegungszustand eines in Fahrtrichtung des Fahrzeugs (**11**) gesehen links neben oder vor dem Fahrzeug (**11**) befindlichen Hindernisses abhängt und/oder dass der rechtsseitige Abweichungsschwellenwert (YR) vom ermittelten Bewegungszustand eines in Fahrtrichtung des Fahrzeugs (**11**) gesehen rechts neben oder vor dem Fahrzeug (**11**) befindlichen Hindernisses abhängt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Bewegungszustand eines Hindernisses und/oder die Art des Hindernisses mittels Funkkommunikation zwischen Hindernis und Fahrzeug (**11**) ermittelt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Abweichungsschwellenwert (YR, YL) fest vorgegeben ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass während des selbsttätigen Lenkeingriffs ein Rückwirkungsmoment (R) auf das Lenkrad (**12**) des Fahrzeugs (**11**) auftritt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein dynamischer Grenzwert (GD) für die Solllenkgröße (Ssoll) vorgegeben wird, der abhängig von einem vom Fahrer am Lenkrad (**12**) ausgeübten aktuellen Handmoment (H) ermittelt wird, wobei die Solllenkgröße (Ssoll) zur Begrenzung des Rückwirkungsmomentes (R) während eines selbsttätigen Lenkeingriffs auf den dynamischen Grenzwert (GD) begrenzt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag des dynamischen Grenzwertes (GD) mit zunehmendem Betrag des Handmoments (H) abnimmt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag des dynamischen Grenzwertes (GD) mit zunehmendem Betrag des Handmoments (H) monoton fallend abnimmt.

17. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der dynamische Grenzwert abhängig von einem fest vorgebbaren Basisgrenzwert (GB) und einem vom Handmoment abhängigen Faktor (K) bestimmt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzung der Solllenkgröße (Ssoll) auf den dynamischen Grenzwert (GD) nur stattfindet, wenn der Betrag der Abweichungsgröße (D, D\*) kleiner ist als der Betrag des vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts (YR, YL) oder gleich dem Betrag des vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts (YR, YL) ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der selbsttätige Lenkeingriff nur dann erfolgt, wenn der Betrag der Abweichungsgröße (D, D\*) größer ist als der Betrag des wenigstens einen vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts (YR, YL).

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zum selbsttätigen Lenkeingriff eine haptische Rückmeldung am Lenkrad (**12**) und/oder eine akustische Rückmeldung erzeugt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die haptische und/oder die akustische Rückmeldung erst dann durchgeführt wird, wenn durch die Unterstützungsmittel (**19**) der Beginn des Verlassens der Fahrbahn (**23**) erkannt wurde.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die haptische Rückmeldung erst dann durchgeführt wird, wenn der Betrag der Abweichungsgröße (D, D\*) um einen vorgebbaren ersten Differenzwert ( $\Delta 1$ ) größer ist als der Betrag des wenigstens einen vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts (YR,

YL).

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass zur haptischen Rückmeldung Vibrationen auf das Lenkrad (**12**) aufgebracht werden.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz und/oder die Amplitude der Vibrationen vom Betrag der Abweichungsgröße ( $D$ ,  $D^*$ ) abhängen.

25. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die akustische Rückmeldung erst dann durchgeführt wird, wenn der Betrag der Abweichungsgröße ( $D$ ,  $D^*$ ) um einen vorgebbaren zweiten Differenzwert ( $\Delta 2$ ) größer ist als der Betrag des wenigstens einen vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts ( $YR$ ,  $YL$ ).

26. Verfahren nach Anspruch 25 in Verbindung mit Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag des zweiten Differenzwertes ( $\Delta 2$ ) größer ist als der Betrag des ersten Differenzwertes ( $\Delta 1$ ).

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass der selbsttätige Lenkeingriff nur dann erfolgt, wenn der Fahrtrichtungsanzeiger nicht betätigt wurde.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass das durch den selbsttätigen Lenkeingriff erzeugte Zusatzlenkmoment ( $Z_{\text{stell}}$ ) oder der erzeugte Zusatzlenkwinkel derart gerichtet ist, dass die Abweichung zwischen Sollfahrspur (**30**) und Istfahrspur (**31**) verringert wird.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Unterstützungsmittel (**19**) selbsttätig in einen passiven Betriebszustand umschalten, wenn zumindest eines der Teilsysteme (**20**) der Unterstützungsmittel (**19**) nicht ordnungsgemäß arbeitet, und dass sich die Unterstützungsmittel (**19**) in einen aktiven Betriebszustand umschalten, wenn alle Teilsysteme (**20**) der Unterstützungsmittel (**19**) ordnungsgemäß arbeiten.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Solllenkgröße ( $S_{\text{soll}}$ ) zur Begrenzung des Rückwirkungsmoments ( $R$ ) während eines Einschaltzeitraums ( $t_0$  bis  $t_1$ ) beim Einschalten der Unterstützungsmittel (**19**) auf einen Einschaltgrenzwert ( $GE$ ) begrenzt wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Solllenkgröße ( $S_{\text{soll}}$ ) zur Begrenzung des Rückwirkungsmoments ( $R$ ) während eines Ausschaltzeitraums ( $t_4$  bis  $t_5$ ) beim Ausschalten der Unterstützungsmittel (**19**) auf einen Ausschaltgrenzwert ( $GA$ ) begrenzt wird.

32. Verfahren nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Einschaltgrenzwert ( $GE$ ) und/oder der Ausschaltgrenzwert ( $GA$ ) einen zeitlich abhängigen Verlauf aufweisen.

33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag des Einschaltgrenzwerts ( $GE$ ) einen rampenartig ansteigenden und/oder der Betrag des Ausschaltgrenzwerts ( $GA$ ) einen rampenartig abfallenden Verlauf aufweisen.

34. Vorrichtung zur Unterstützung des Fahrers beim Fahren entlang einer seitlich begrenzten Fahrbahn (**23**), bei dem Unterstützungsmittel (**19**) eine Sollfahrspur (**30**) ermitteln und einen selbsttätigen Lenkeingriff in Abhängigkeit von einer die Abweichung zwischen einer tatsächlichen Istfahrspur (**31**) des Fahrzeugs (**11**) und der Sollfahrspur (**30**) beschreibenden Abweichungsgröße ( $D$ ,  $D^*$ ) hervorrufen, wobei zur Durchführung des selbsttätigen Lenkeingriffs eine einen einzustellenden Zusatzsolllenkwinkel und/oder ein einzustellendes Zusatzsolllenkmoment ( $Z_{\text{soll}}$ ) beschreibende Solllenkgröße ( $S_{\text{soll}}$ ) ermittelt wird, die zur Einstellung des Zusatzsolllenkwinkels bzw. des Zusatzsolllenkmoments ( $Z_{\text{soll}}$ ) durch eine Stelleinrichtung (**22**) verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Art des selbsttätigen Lenkeingriffs davon abhängt, ob der Betrag der Abweichungsgröße ( $D$ ,  $D^*$ ) größer ist als der Betrag wenigstens eines vorgegebenen Abweichungsschwellenwerts ( $YR$ ,  $YL$ ) oder nicht.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

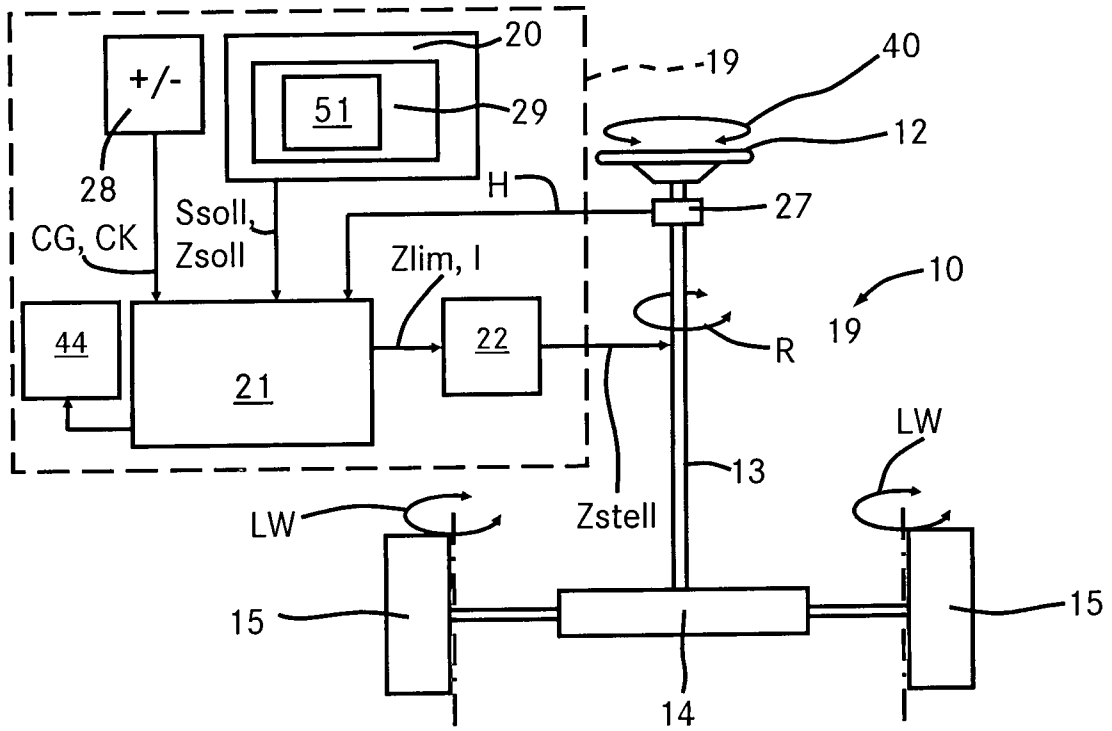


Fig. 1

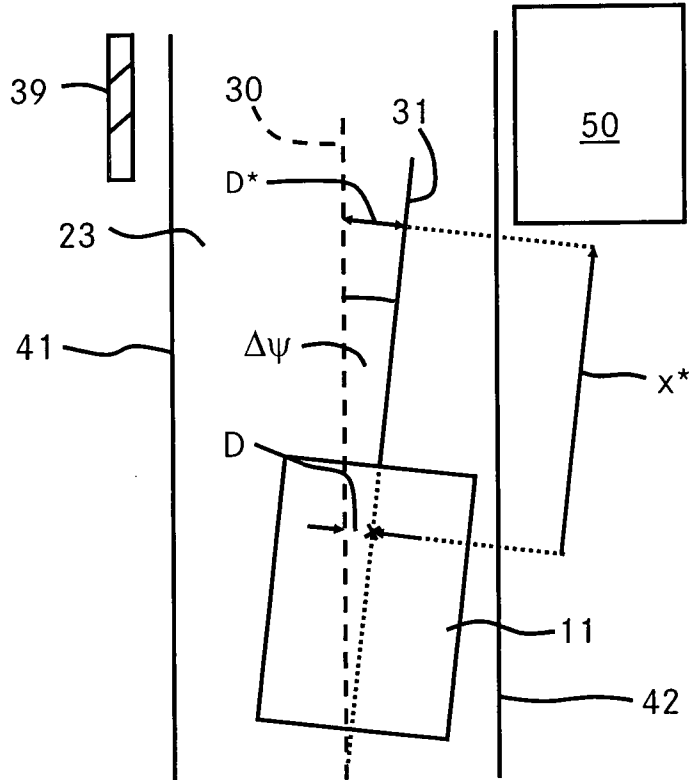
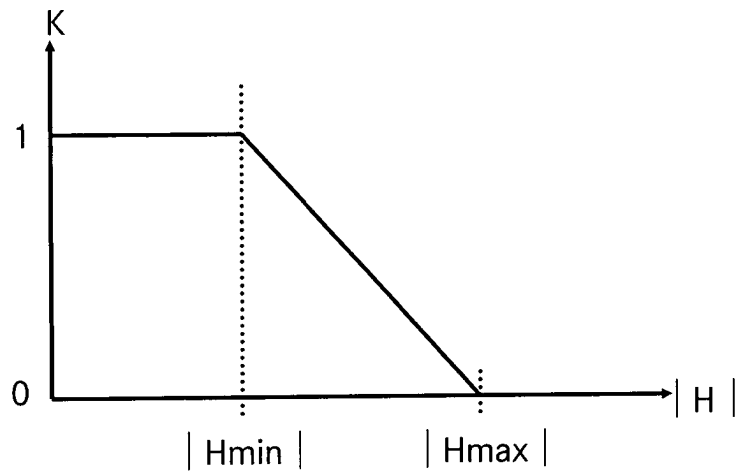
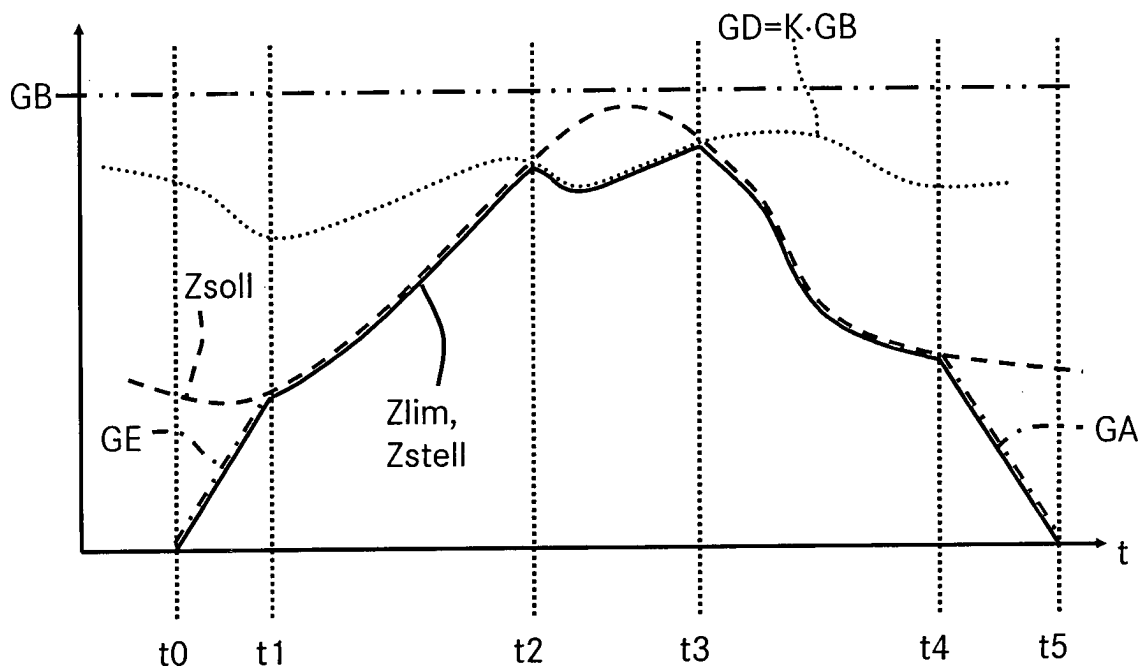


Fig. 2

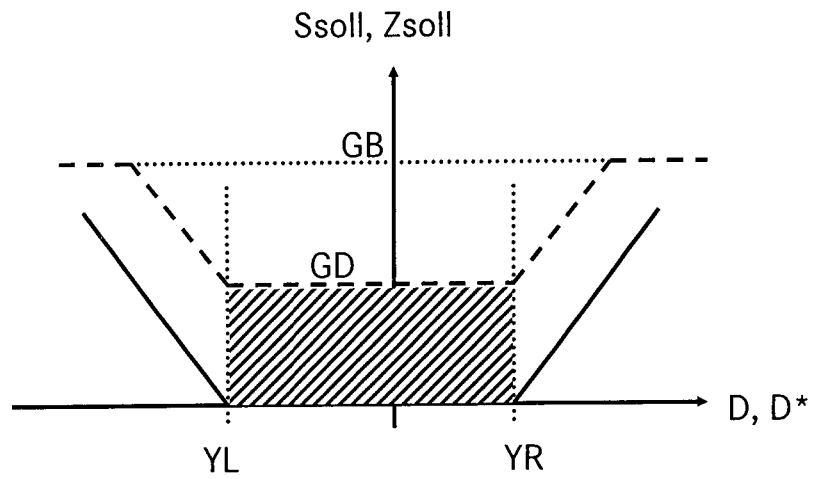


**Fig. 3**

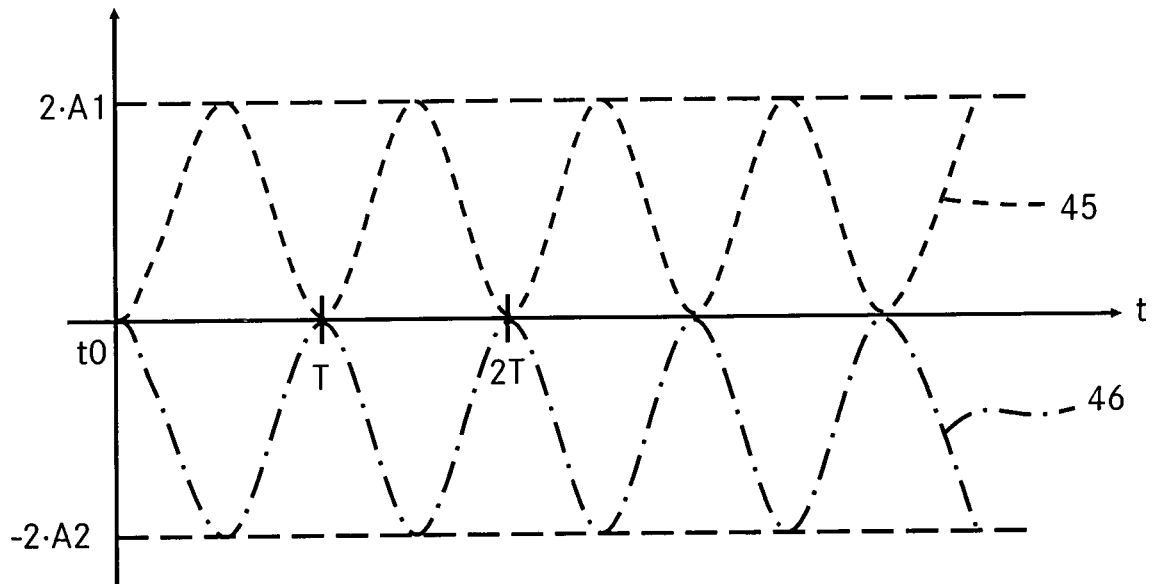


**Fig. 4**

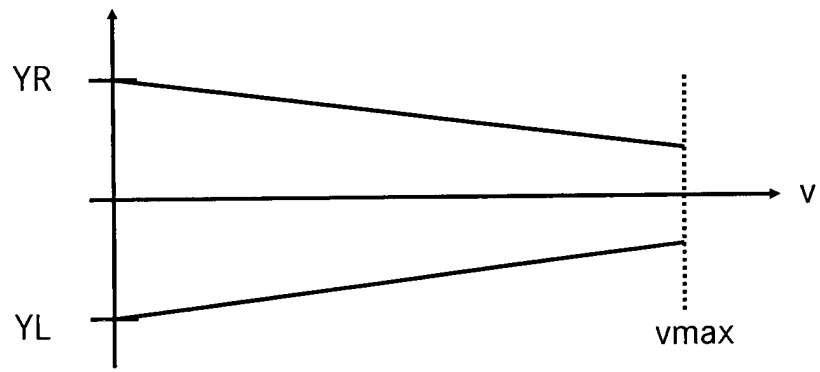




**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**