



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 115 721.0**

(22) Anmeldetag: **23.06.2022**

(43) Offenlegungstag: **28.12.2023**

(51) Int Cl.: **B60T 8/174** (2006.01)

**B60T 8/17** (2006.01)

**B60T 8/172** (2006.01)

**B60T 8/28** (2006.01)

**B60T 17/18** (2006.01)

**B60T 8/00** (2006.01)

**B60T 8/1761** (2006.01)

**B60T 8/32** (2006.01)

**B60T 8/52** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
80809 München, DE**

(72) Erfinder:

**Heidl, Christian, 85748 Garching, DE; Spichtinger,  
Thomas, 80809 München, DE; Rossrucker,  
Thomas, 83549 Eiselfing, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

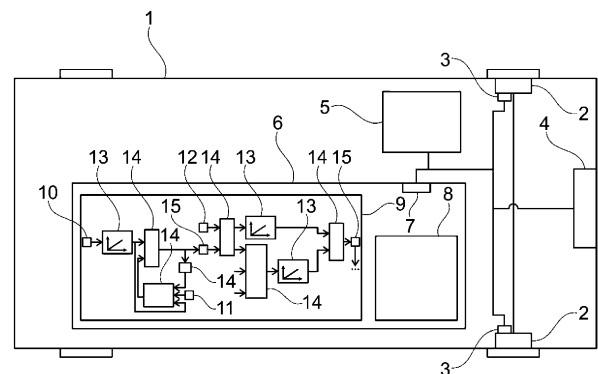
DE	10 2017 209 846	B4
DE	26 46 288	A1
DE	10 2019 219 199	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Regeleinrichtung für eine automatische Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren (16) und eine Regeleinrichtung (6) für eine automatische Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs (1). Die Erfindung betrifft weiter ein entsprechend eingerichtetes Kraftfahrzeug (1). In dem Verfahren (16) wird für ein jeweils durchzuführendes Bremsmanöver innerhalb vorgegebener Sicherheitsgrenzen oder um ein Notbremsmanöver handelt. Falls es sich um ein Notbremsmanöver handelt, wird eine nur dafür vorgegebene Regelcharakteristik, die sich von einer nur für Standardbremsmanöver vorgegebenen Standardregelcharakteristik unterscheidet, verwendet, um die Betätigung einer Bremsenrichtung (2, 3) des Kraftfahrzeugs (1) zum Ausführen des Bremsmanövers zu regeln.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Regeleinrichtung für eine automatische Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs. Die Erfindung betrifft weiter ein entsprechend eingerichtetes Kraftfahrzeug.

**[0002]** Man ist heutzutage bestrebt, das Führen von Kraftfahrzeugen durch Assistenzsysteme zu unterstützen oder ganz oder teilweise zu automatisieren. Dazu gibt es bereits Ansätze, wie beispielsweise eine automatisierte Fahrzeughängsregelung oder eine Notbremsfunktion zur Vermeidung oder Abschwächung ansonsten unausweichlicher Kollisionen. Eine Herausforderung besteht jedoch darin, dass es unterschiedliche, einander zumindest teilweise entgegenstehende Zielvorgaben gibt. So kann beispielsweise für einen maximierten Komfort eine relativ schwache und ruckfreie Verzögerung wünschenswert sein, während für eine ebenfalls angestrebte maximale Sicherheit eine möglichst starke und schnelle Verzögerung optimal sein kann.

**[0003]** Als einen Ansatz beschreibt die DE 26 46 288 A1 eine lastabhängige Bremskraft-Regeleinrichtung für Anhänger-Bremsanlagen. Darin sind ein Notbremsventil, ein RelaisVentil und ein lastabhängiger Bremskraftregler mit einem Bremsdruck-Regelventil vorgesehen. Dabei ist das Bremsdruck-Regelventil gleichzeitig als Relais- und Notbremsventil ausgebildet. Dies stellt jedoch einen sehr speziellen Anwendungsfall dar, der so nicht ohne Weiteres verallgemeinert werden kann.

**[0004]** Die DE 10 2017 209 846 B4 beschreibt ein Fahrzeug mit adaptiv übersteuerbarem Notbremsystem. Das Notbremssystem ist dabei abhängig von einer Leistungsabgabe eines Motors des Fahrzeugs bei einem manuellen Steuereingriff des Fahrers deaktivierbar. Ebenso ist ein Geschwindigkeitsbegrenzungssystem des Fahrzeugs deaktivierbar. Dabei ist jeweils ein Übersteuerungsschwellenwert vorgegeben, wobei der Übersteuerungsschwellenwert für das Deaktivieren des Notbremssystem auf den Übersteuerungsschwellenwert für das Deaktivieren des Geschwindigkeitsbegrenzungssystems geändert werden kann, wenn letzterer größer als der Übersteuerungsschwellenwert für das Deaktivieren des Notbremssystem ist. Damit soll eine Möglichkeit zur Verfügung gestellt werden, mit der ein autonomes Notbremsen durch das Notbremssystem durch den Fahrer durch Erhöhen der Leistungsabgabe des Motors außer Kraft gesetzt werden kann, auch wenn das Geschwindigkeitsbegrenzungssystem aktiv die Geschwindigkeit des Fahrzeugs begrenzt. Somit kann also zur Sicherheit eine entsprechende Eingriffsmöglichkeit bei einem Fahrer liegen.

**[0005]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen besonders komfortablen und sicheren Betrieb eines Kraftfahrzeugs zu ermöglichen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Mögliche Ausgestaltungen und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen, in der Beschreibung und in den Figuren offenbart. Merkmale, Vorteile und mögliche Ausgestaltungen, die im Rahmen der Beschreibung für einen der Gegenstände der unabhängigen Ansprüche dargelegt sind, sind zumindest analog als Merkmale, Vorteile und mögliche Ausgestaltungen des jeweiligen Gegenstands der anderen unabhängigen Ansprüche sowie jeder möglichen Kombination der Gegenstände der unabhängigen Ansprüche, gegebenenfalls in Verbindung mit einem oder mehr der Unteransprüche, anzusehen.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann für eine automatische Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs angewendet werden. Mit anderen Worten kann das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise angewendet werden zum Regeln einer Bremsanlage des Kraftfahrzeugs oder eines Aktuators zum Festlegen und Lösen einer Bremse bzw. Bremseinrichtung des Kraftfahrzeugs. In einem Verfahrensschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens wird für ein jeweils aktuell durchzuführendes bzw. unmittelbar bevorstehendes Bremsmanöver ermittelt, ob es sich dabei um ein Standardbremsmanöver innerhalb vorgegebener Sicherheitsgrenzen oder um ein Notbremsmanöver handelt. Die für ein Standardbremsmanöver vorgegebenen bzw. dieses definierenden Sicherheitsgrenzen können beispielsweise durch einen oder mehrere Werte eines entsprechenden Sicherheitsparameters angegeben sein. Ein solcher Sicherheitsparameter kann beispielsweise ein Abstand zu einem in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs vorausliegenden Hindernis, eine Relativgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs bezüglich dieses Hindernisses, eine für eine Kollisionsvermeidung notwendige Verzögerung, also Bremsbeschleunigung und/oder dergleichen mehr sein. Dabei können ebenso ein Zustand des Kraftfahrzeugs und/oder Umgebungsbedingungen berücksichtigt werden. Der Zustand des Kraftfahrzeugs kann beispielsweise dessen Ausstattung bzw. die prinzipiell oder aktuell technisch mögliche Verzögerung, etwa aufgrund einer Reifenart, eines Reifendrucks, einer Art der Bremsanlage, eines Schalt- oder Konditionierungszustands der Bremsanlage, einer Temperatur der Bremsanlage, einer Besetzung oder Beladung des Kraftfahrzeugs, eines Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins einer Anhängelast und/oder dergleichen mehr betreffen. Die Umgebungsbedingungen können beispielsweise eine Art oder einen Zustand eines lokalen befahrenen Untergrundes, also eine Fahrbahnbeschaffenheit bzw. diese beeinflussende

Wetterbedingungen und/oder dergleichen mehr umfassen oder betreffen.

**[0008]** Ein Standardbremsmanöver kann in einem regulären Fahrbetrieb des Kraftfahrzeugs auftreten, in dem beispielsweise eine Kollision ohne Ausweichen der maximalen Verzögerung vermieden werden kann, eine Kollisionswahrscheinlichkeit unterhalb eines vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsschwellenwertes liegt und/oder dergleichen mehr. Für ein solches Standardbremsmanöver kann also beispielsweise ein Komfort für Insassen des Kraftfahrzeugs, eine Maximierung der Rekuperation, eine Minimierung von Verschleiß oder Emissionen, etwa von Bremsstaub oder Reifenabrieb, und/oder dergleichen mehr priorisiert werden.

**[0009]** Ein Notbremsmanöver kann hingegen insbesondere in einer Situation und/oder bei einer Bremsung außerhalb der vorgegebenen Sicherheitsgrenzen gegeben sein. Für ein solches Notbremsmanöver kann beispielsweise die maximal mögliche Verzögerung ausgereizt oder angestrebt werden. Für das Notbremsmanöver kann also die maximale Verzögerung bzw. Sicherheit über den Insassenkomfort, die Rekuperation, den Verschleiß und dergleichen mehr priorisiert werden. Ein solches Notbremsmanöver kann beispielsweise dann durchzuführen sein, wenn - etwa durch ein entsprechendes Assistenzsystem des Kraftfahrzeugs - ermittelt wurde, dass nur damit eine bevorstehende Kollision vermieden werden kann und/oder wenn eine entsprechende Kollisionswahrscheinlichkeit oberhalb des genannten Wahrscheinlichkeitsschwellenwertes liegt oder dergleichen.

**[0010]** In einem weiteren Verfahrensschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens wird, falls es sich bei dem durchzuführenden Bremsmanöver um ein Notbremsmanöver handelt, eine nur dafür vorgegebene Regelcharakteristik verwendet, um die Betätigung einer Bremseinrichtung des Kraftfahrzeugs zum Ausführen des Bremsmanövers zu regeln. Die für Notbremsmanöver vorgegebene Regelcharakteristik, die hier auch als Notbremsregelcharakteristik bezeichnet werden kann, unterscheidet sich dabei von einer nur für Standardbremsmanöver vorgegebenen Standardregelcharakteristik. Zumindest die Notbremsregelcharakteristik kann insbesondere eine bestimmte oder spezielle Abhängigkeit oder Kennlinie für eine oder mehrere Größen einer entsprechenden Regelstrecke bzw. eines entsprechenden Regelkreises oder einer entsprechenden Regeleinrichtung, wie etwa eine Zeitkonstante, eine Totzeit und/oder sonstige Regel- bzw. Streckenparameter vorgegeben oder definieren. Die Standardregelcharakteristik kann entsprechend wenigstens eine sich davon unterscheidende Abhängigkeit oder Kennlinie oder wenigstens einen nur für Standardbremsmanöver zu verwendenden festen Wert eines oder mehre-

rer Strecken- oder Regelparameter anstelle einer korrespondierenden, für Notbremsmanöver vorgegebenen Abhängigkeit umfassen oder definieren.

**[0011]** Es kann also beispielsweise jeweils in Abhängigkeit von der Art des auszuführenden Bremsmanövers eine dazu korrespondierende Regelcharakteristik, also etwa eine entsprechende Parametrierung eines Regelkreises bzw. einer Regelstrecke oder einer Regeleinrichtung für das Bremsmanöver, aus mehreren vorgegebenen unterschiedlichen Regelcharakteristiken ausgewählt und verwendet, also etwa eingestellt oder aktiviert werden. Die Bremsregelung kann also für ein Notbremsmanöver gemäß der dafür, insbesondere nur dafür, vorgegebenen Notbremsregelcharakteristik, die auch als Sicherheitscharakteristik oder als Sicherheitsregelcharakteristik bezeichnet werden kann, und für ein Standardbremsmanöver gemäß der dafür, insbesondere nur dafür, vorgegebenen Standardregelcharakteristik, die auch als Komfortcharakteristik bezeichnet werden kann, erfolgen.

**[0012]** Das Verwenden der jeweiligen Regelcharakteristik kann beispielsweise bedeuten oder umfassen, das eine entsprechende Regeleinrichtung, beispielsweise ein sogenannter CVM-Längsregler (CVM: Central Vehicle Management) mit dieser Regelcharakteristik, im Falle eines Notbremsmanövers also mit der Notbrems- oder Sicherheitsregelcharakteristik anstelle der Standard- oder Komfortregelcharakteristik, betrieben wird oder das für ein Notbremsmanöver ein gemäß der Notbrems- oder Sicherheitsregelcharakteristik eingerichteter Regler anstelle eines für die Standard- oder Komfortregelcharakteristik eingerichteten Reglers verwendet wird oder dergleichen.

**[0013]** Bei bisherigen automatischen Bremseinrichtungen werden wie eingangs bereits angedeutet oftmals Kompromisse zwischen verschiedenen Zielvorgaben getroffen, beispielsweise um eine ausreichende Sicherheit und einen ausreichenden Komfort zu erreichen. Dabei ist jedoch zu beobachten, dass ein resultierendes Bremsverhalten bzw. ein resultierendes Folgeverhalten eines Bremsreglers nicht immer gut genug ist, um eine prinzipiell vermeidbare Kollision tatsächlich zu vermeiden, beispielsweise wenn die Bremsanlage neu, also noch nicht eingefahren oder eingebremst und/oder noch nicht auf optimale Betriebstemperatur gebracht ist. Andererseits kann beispielsweise eine als Kompromiss zwischen Sicherheit und Komfort relativ lang ausgelegte Zeitkonstante des Bremsreglers insbesondere bei relativ niedrigen Bremsmomenten und relativ niedrigen Geschwindigkeiten des Kraftfahrzeugs zu einem Längsschwingen des Kraftfahrzeugs führen, was wiederum den Komfort oder auch die Sicherheit beeinträchtigen kann.

**[0014]** Diese Probleme können durch die vorliegende Erfindung gelöst oder zumindest weitestgehend vermieden werden, indem für verschiedene Bremsmanöver mit entsprechend unterschiedlichen situationsabhängigen Anforderungen zwischen der Standard- oder Komfortregelcharakteristik und der Notbrems- oder Sicherheitscharakteristik unterschieden wird. Mit anderen Worten wird vorliegend also vorgeschlagen, die Bremsregelung bzw. die entsprechende Regelstrecke oder Regeleinrichtung flexibel zu gestalten, sodass in unterschiedlichen Situationen automatisch unterschiedlich agiert bzw. geregelt werden kann. Dadurch kann situationsabhängig ohne in der Praxis signifikant beeinträchtigte Sicherheit ein optimaler Komfort oder - unter dann gerechtfertigter und zugunsten der Sicherheit wünschenswerter Depriorisierung des Komforts - eine optimale Sicherheit erreicht werden.

**[0015]** In einer möglichen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung definiert bzw. bestimmt die für Notbremsmanöver vorgegebene Regelcharakteristik eine vorgegebene Abhängigkeit der Regelstreckentotzeit der Regelstrecke für die Bremsregelung vom Bremsmoment. Dieses Bremsmoment kann insbesondere das jeweils aktuell, beispielsweise bei Beginn des Bremsmanövers und/oder während des Bremsmanövers, gemessene bzw. tatsächlich anliegende Bremsmoment sein. Als Teil des Verfahrens kann also das jeweils aktuelle Bremsmoment gemessen bzw. das aktuell gemessene Bremsmoment als Input für die Bremsregelung, also eine entsprechende Regeleinrichtung erfasst werden. Zum Definieren oder Bestimmen dieser Abhängigkeit kann die Regelcharakteristik insbesondere eine entsprechende vorgegebene Kennlinie umfassen. Durch die hier vorgeschlagene Abhängigkeit der Regelstreckentotzeit vom Bremsmoment kann beispielsweise berücksichtigt werden, dass die Bremsanlage anders reagieren kann, je nachdem, ob die Bremsbeläge weiter oder weniger weit von der Bremsscheibe entfernt sind oder an dieser bereits anliegen. Ebenso kann bei einem Notbremsmanöver eine Regelabweichung besonders schnell erkannt werden, sodass die Bremsregelung auch dementsprechend schnell darauf reagieren kann. Dies kann eine besonders effektive Bremsregelung und somit ein besonders schnelles und sicheres Anhalten des Kraftfahrzeugs ermöglichen. Im Gegensatz dazu kann für Standardbremsmanöver beispielsweise eine stets oder durchschnittlich längere Regelstreckentotzeit vorgesehen sein bzw. verwendet werden, was einen verbesserten Komfort ermöglichen kann. Durch die hier vorgeschlagene Abhängigkeit kann zudem ein bei bisherigen Bremsregelungen mögliches Längsschwingen oder Aufschaukeln des Kraftfahrzeugs vermieden oder reduziert werden. Dadurch kann gegebenenfalls auch bei einem Notbremsmanöver eine verbesserte Kontrollierbarkeit des Kraftfahrzeugs erreicht werden.

**[0016]** In einer möglichen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sieht die Abhängigkeit eine geringere Regelstreckentotzeit bei einem betragsmäßig größeren Bremsmoment vor. Die Regelstreckentotzeit kann also mit steigendem Betrag des Bremsmoments fallen. Mit anderen Worten kann hier also beispielsweise eine antiproportionale Beziehung oder Abhängigkeit zwischen der Regelstreckentotzeit und dem Betrag des Bremsmoments gegeben sein. Dadurch kann das Aufschaukeln bzw. Längsschwingen des Kraftfahrzeugs besonders effektiv vermieden oder reduziert werden.

**[0017]** In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung definiert oder bestimmt die für Notbremsmanöver vorgegebene Regelcharakteristik eine vorgegebene Abhängigkeit einer bzw. der Reglerzeitkonstante der entsprechenden Regelstrecke oder Regeleinrichtung von einer jeweiligen Sollverzögerung für das Bremsmanöver. Die Sollverzögerung für das jeweilige Bremsmanöver oder während des jeweiligen Bremsmanövers kann dazu als Teil des Verfahrens als Input für die Bremsregelung, also die entsprechende Regeleinrichtung, erfasst werden. Die Sollverzögerung kann beispielsweise von einer entsprechenden Assistenzfunktion, beispielsweise einer AEB-Funktion (englisch: Autonomous Emergency Breaking Function) des Kraftfahrzeugs ausgegeben oder bereitgestellt werden. Zum Umsetzen der hier vorgeschlagenen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann die Regelcharakteristik insbesondere eine entsprechende Kennlinie umfassen. Durch die hier vorgeschlagene Abhängigkeit kann die Bremsregelung bei einem Notbremsmanöver besonders schnell und gleichzeitig besonders sicher auf Veränderungen reagieren, was gerade bei den bei einem Notbremsmanöver im Vergleich zu einem Standardbremsmanöver typischerweise größeren Sollverzögerungen für ein effektives, kontrolliertes und sicheres Anhalten des Kraftfahrzeugs besonders relevant sein kann.

**[0018]** In einer möglichen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sieht die Abhängigkeit eine geringere Reglerzeitkonstante bei betragsmäßig größerer Sollverzögerung vor. Die Reglerzeitkonstante kann also mit steigender Sollverzögerung fallen, sodass die Regeleinrichtung dann also schneller reagieren bzw. in ihrer Regelcharakteristik schneller ausgeprägt sein kann. Mit anderen Worten kann hier also beispielsweise eine antiproportionale Beziehung oder Abhängigkeit zwischen der Reglerzeitkonstante und der Sollverzögerung gegeben sein. Eine betragsmäßig größere Sollverzögerung bedeutet dabei ein stärkeres Bremsen. Umgekehrt kann somit bei betragsmäßig kleineren Sollverzögerungen, also einem entsprechend schwächeren Bremsen des Kraftfahrzeugs, eine größere Reglerzeitkonstante eingestellt bzw. verwendet werden. Dadurch kann ein Längsschwingen oder Aufschaukeln des

Kraftfahrzeugs vermieden oder reduziert und bei größeren Sollverzögerungen, die besonders sicherheitsrelevant sein können, schneller auf Veränderungen, Störeinflüsse oder Regelabweichungen reagiert werden. Dadurch kann insgesamt ein besonders effektives und besonders sicheres Anhalten des Kraftfahrzeugs bei einem Notbremsmanöver erreicht werden.

**[0019]** In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung definiert oder bestimmt die für Notbremsmanöver vorgegebene Regelcharakteristik eine vorgegebene Abhängigkeit der oder einer Reglerzeitkonstante vom Gradienten der jeweiligen Sollverzögerung. Diese Reglerzeitkonstante kann insbesondere die an anderer Stelle genannte Reglerzeitkonstante sein. Die jeweilige Sollverzögerung kann insbesondere die an anderer Stelle genannte Sollverzögerung sein. Der Gradient der Sollverzögerung für das jeweilige Bremsmanöver oder während des jeweiligen Bremsmanövers kann als Teil des Verfahrens als Input für die Bremsregelung, also die entsprechende Regeleinrichtung oder Regelstrecke erfasst oder beispielsweise anhand von erfassten Werten der Sollverzögerung während des Bremsmanövers, insbesondere in Echtzeit, berechnet werden. Der Gradient der Sollverzögerung kann beispielsweise durch die AEB-Funktion oder durch die Bremsregelung, also die entsprechende Regeleinrichtung bestimmt oder ermittelt werden. Zum Umsetzen der hier vorgeschlagenen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann die Regelcharakteristik insbesondere eine entsprechende Kennlinie umfassen, definieren oder implementieren. Durch die hier vorgeschlagene Abhängigkeit kann automatisch auf sich relativ langsam verändernde Zustände oder Situationen ebenso wie auf sich schneller verändernde Zustände oder Situationen jeweils entsprechend angepasst reagiert werden. Dies kann ein besonders effektives und sicheres Anhalten des Kraftfahrzeugs ermöglichen.

**[0020]** In einer möglichen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sieht die Abhängigkeit eine geringere Reglerzeitkonstante bei betragsmäßig größerem Gradienten der Sollverzögerung vor. Die Reglerzeitkonstante kann also mit betragsmäßig steigendem Gradienten der Sollverzögerung fallen. Mit anderen Worten kann hier also beispielsweise eine antiproportionale Beziehung zwischen der Reglerzeitkonstante und dem Gradienten der Sollverzögerung bzw. dem Betrag des Gradienten der Sollverzögerung gegeben sein. Durch die hier vorgeschlagene Abhängigkeit kann die Bremsregelung bei schnelleren Veränderungen der Sollverzögerung, die besonders relevant für die Sicherheit sein können, besonders schnell reagieren, während bei langsameren Veränderungen der Sollverzögerung ein unnötig hektisches Reagieren, was potenziell zu einem unkontrollierten Verhalten oder einem

Aufschaukeln bzw. Längsschwingen des Kraftfahrzeugs führen könnte, vermieden oder reduziert werden kann.

**[0021]** In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird für Standardbremsmanöver ein vorgegebener fester Wert für die bzw. eine Regelstreckentotzeit und/oder für die bzw. eine Reglerzeitkonstante verwendet. Bei dieser Regelstreckentotzeit und/oder Reglerzeitkonstante kann es sich insbesondere um die an anderer Stelle genannte Regelstreckentotzeit bzw. Reglerzeitkonstante handeln. Hier wird also dann, wenn ermittelt wird, dass es sich bei dem jeweiligen Bremsmanöver um ein Standardbremsmanöver handelt, keine Abhängigkeit oder Kennlinie für die Regelstreckentotzeit und/oder die Reglerzeitkonstante, sondern der jeweilige fest vorgegebene Wert in der Bremsregelung verwendet. Die Bremsregelung wird dann also unter Verwendung der gemäß dem jeweiligen vorgegebenen Wert konstanten Regelstreckentotzeit und/oder Reglerzeitkonstante durchgeführt. Der jeweilige feste Wert für die Regelstreckentotzeit und/oder die Reglerzeitkonstante kann beispielsweise in der für Standardbremsmanöver vorgegebenen Standard- oder Komfortcharakteristik angegeben, enthalten oder definiert sein. Die hier vorgeschlagene Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann eine besonders einfache Implementierung und Durchführung der Bremsregelung für Standardbremsmanöver ermöglichen. Da solche Standardbremsmanöver - beispielsweise aufgrund geringerer Sollverzögerungen und geringerer Sollverzögerungsgradienten - typischerweise weniger sicherheitskritisch sind als Notbremsmanöver, kann ein komfortables und sicheres Anhalten oder Bremsen des Kraftfahrzeugs im Rahmen eines Standardbremsmanövers gemäß einer der vorliegenden Erfindung zugrunde liegenden Erkenntnis auch mit einem fest vorgegebenen Wert für die Regelstreckentotzeit und/oder die Reglerzeitkonstante erreicht werden.

**[0022]** Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Regeleinrichtung für ein Kraftfahrzeug zum automatischen Regeln einer Bremsanordnung des jeweiligen Kraftfahrzeugs. Die erfindungsgemäße Regeleinrichtung ist dabei zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet. Die erfindungsgemäße Regeleinrichtung kann beispielsweise als Steuergerät, als Regelschaltung, als in Software und/oder in Hardware implementierter Regler oder dergleichen ausgestaltet sein. Die erfindungsgemäße Regeleinrichtung kann beispielsweise eine elektronische Schaltung sein oder umfassen, welche die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschriebenen Verfahrensschritte, Abläufe oder Vorgänge implementiert oder abbildet. Ebenso kann die erfindungsgemäße Regeleinrichtung beispielsweise eine Prozessoreinrichtung, also etwa einen Mikrochip,

Mikrocontroller oder Mikroprozessor oder dergleichen, und einen Datenspeicher umfassen. In diesem Datenspeicher kann dann ein durch die Prozessoreinrichtung zum Ausführen oder Anwenden des entsprechenden Verfahrens ausführbares Betriebs- oder Computerprogramm gespeichert sein, das zumindest einen Teil der im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschriebenen Verfahrensschritte, Abläufe oder Vorgänge codiert oder implementiert. Die erfindungsgemäße Regeleinrichtung kann insbesondere die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren genannte Regeleinrichtung oder Regelstrecke sein oder dieser entsprechen.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Kraftfahrzeug, das eine automatisch betätigbare Bremseinrichtung bzw. Bremsanlage und eine damit gekoppelte erfindungsgemäße Regeleinrichtung aufweist. Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug kann insbesondere das im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und/oder im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung genannte Kraftfahrzeug sein oder diesem entsprechen. Dementsprechend kann das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug einige oder alle der in diesen Zusammenhängen genannten Eigenschaften oder Merkmale, wie beispielsweise den CVM-Längsregler, die AEB-Funktion und/oder dergleichen mehr, aufweisen.

**[0024]** Weitere Merkmale der Erfindung können sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung ergeben. Die in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung und/oder in den Figuren allein gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

**[0025]** Die Zeichnung zeigt in:

**Fig. 1** eine ausschnittsweise schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs, das mit einer Regeleinrichtung für eine automatische Bremsregelung in unterschiedlichen Regelcharakteristiken eingerichtet ist; und

**Fig. 2** einen beispielhaften schematischen Ablaufplan für ein Verfahren für eine entsprechende Bremsregelung.

**[0026]** In bisherigen Fahrzeugen bzw. Fahrzeugassistenzsystemen kann beispielsweise bereits eine Fahrzeuglängsregelung ebenso wie eine Frontschutzfunktion zum automatischen Verzögern bzw. Anhalten des Fahrzeugs bei Kollisionsgefahr implementiert sein. Darin kann beispielsweise eine ent-

sprechende Funktion oder Assistenzeinrichtung bei einer drohenden Frontkollision eine zur Vermeidung oder Milderung der Kollision geeignete bzw. anzuwendende Verzögerung bestimmen und ausgeben oder vorgeben. Ein entsprechender Regler kann dann diese Verzögerung in ein passendes, also korrespondierendes Bremsmoment umsetzen oder übertragen, um auftretende Störgrößen oder Störeinflüsse möglichst schnell auszuregulieren. Es wird bisher jedoch typischerweise bei der Bremsregelung nicht zwischen verschiedenen Situationen oder Anforderungen unterschieden, sondern eine einheitliche Regelcharakteristik verwendet. Es hat sich gezeigt, dass damit das Folgeverhalten der Bremsregelung für sicherheitskritische Bremsungen bzw. Notbremsungen nicht immer gut genug ist, um eine prinzipiell vermeidbare Kollision tatsächlich zu vermeiden oder mit maximaler Effektivität und Sicherheit abzumildern. Zudem wird damit bei nicht oder weniger sicherheitskritischen Standardbremsungen gegebenenfalls nicht der optimale Komfort erreicht.

**[0027]** Diese Probleme können mehrere Ursachen haben, wie etwa eine fehlende Unterscheidungsmöglichkeit zwischen einer Standard- oder Komfortcharakteristik für Standardbremsmanöver und einer Sicherheitscharakteristik für Notbremsmanöver. Weiter kann bisher eine auf Komfort ausgelegte Regelstreckentotzeit für Notbremsmanöver bzw. sicherheitskritische Situationen zu lang sein, sodass Regelabweichungen hinsichtlich einer maximalen Sicherheit gegebenenfalls zu spät erkannt werden. Ebenso können relativ hohe Werte einer Zeitkonstanten eines jeweiligen Reglers insbesondere bei relativ niedrigen Bremsmomenten und relativ niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten zu einem Längsschwingen des Fahrzeugs führen.

**[0028]** Diesen Problemen kann durch eine entsprechend angepasste Bremsregelung begegnet werden. Dazu zeigt **Fig. 1** eine ausschnittsweise schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs 1 mit einer Bremseinrichtung 2. Diese Bremseinrichtung 2 kann beispielsweise eine Bremsscheibe und damit zum Bremsen in Kontakt bringbare Bremsbeläge umfassen. Ebenso kann die Bremseinrichtung 2 beispielsweise einen Sensor zum Ermitteln oder Messen eines jeweils aktuell anliegenden Bremsmoments umfassen. Das Kraftfahrzeug 1 weist auch wenigstens einen Bremsaktor 3 auf, beispielsweise als Teil der Bremseinrichtung 2 oder mit dieser gekoppelt. Der wenigstens eine Bremsaktor 3 kann automatisch ein angesteuert bzw. geregelt werden, um die Bremseinrichtung 2 entsprechend geregelt zu betätigen und zu lösen.

**[0029]** Weiter weist das Kraftfahrzeug 1 eine Umgebungssensorik 4 sowie ein Assistenzsystem 5 zur Unterstützung oder zumindest teilweise automati-

schen Durchführen einer Längsregelung des Kraftfahrzeugs 1 auf.

**[0030]** Zusätzlich ist das Kraftfahrzeug 1 hier mit einer Regeleinrichtung 6 ausgestattet. Diese Regeleinrichtung 6 ist zur automatischen Bremsregelung, also etwa zur geregelten Ansteuerung des Bremsaktuators 3 eingerichtet. Dazu umfasst die Regeleinrichtung 6 hier beispielhaft eine Schnittstelle 7, einen Prozessor 8 und einen Datenspeicher 9. Über die Schnittstelle 7 kann beispielsweise eine von dem Assistenzsystem 5 bestimmte bzw. angeforderte einzustellende Verzögerung, ein aktuelles Bremsmoment, eine Angabe darüber, ob ein jeweils durchzuführendes Bremsmanöver als Komfort-Standardbremsmanöver oder als Sicherheits- bzw. Notbremsmanöver einzustufen bzw. durchzuführen ist, und/oder dergleichen mehr erfasst werden.

**[0031]** In der Regeleinrichtung 6 kann wenigstens eine Regelstrecke oder Regellogik implementiert sein, die hier beispielhaft und ausschnittsweise angedeutet ist. Darin kann ein jeweiliges Ist-Bremsmoment 10 erfasst und als Eingangsgröße verwendet werden. Als weitere Eingangsgrößen können ein Sicherheitstrigger 11 und die jeweils angeforderte Sollverzögerung 12 dienen. Der Sicherheitstrigger 11 kann angeben oder aktiviert werden, wenn es sich bei dem jeweils auszuführenden Bremsmanöver um ein Notbremsmanöver, also ein mit einer entsprechenden Sicherheitsregelcharakteristik auszuführendes Bremsmanöver handelt. Weiter kann die Regelstrecke mehrere vorgegebene Kennlinienmodule 13, Kombinations- oder Berechnungsmodule 14 und/oder dergleichen mehr umfassen. Damit kann dann beispielsweise wenigstens ein Regelparameter 15, wie etwa eine Reglerzeit und/oder eine Reglerzeitkonstante bestimmt werden, der dann für die Bremsregelung verwendet werden kann. Die Kennlinienmodule 13 können beispielsweise vorgegebene Kennlinien für eine Abhängigkeit der Reglerzeitkonstante von der Sollverzögerung 12 und vom Gradienten der Sollverzögerung 12 sowie eine Abhängigkeit der Regelstreckentotzeit vom gemessenen Ist-Bremsmoment 10 und/oder dergleichen mehr angeben oder implementieren.

**[0032]** Die Regeleinrichtung 6 kann dabei sowohl eine Komfort- oder Standardregelcharakteristik für Standardbremsmanöver als auch eine Sicherheits- oder Notbremsregelcharakteristik für Notbremsmanöver implementieren, die, beispielsweise hinsichtlich der Reglerzeitkonstante und der Regelstreckentotzeit, unterschiedlich bedatet sein können.

**[0033]** Zur weiteren Veranschaulichung zeigt **Fig. 2** einen beispielhaften schematischen Ablaufplan für ein entsprechendes Verfahren für eine automatische Bremsregelung des Kraftfahrzeugs 1. Darin kann in einem Verfahrensschritt S1 das Kraftfahrzeug 1 in

Betrieb genommen und beispielsweise eine Zustandsüberwachung, etwa für eine kontinuierliche oder regelmäßige Überwachung oder Messung des Ist-Bremsmoments 10, aktiviert werden.

**[0034]** Während des Betriebs des Kraftfahrzeugs 1 kann dann durch das Assistenzsystem 5 ein Bremsmanöver vorgesehen und die entsprechende Sollverzögerung 12 festgelegt werden.

**[0035]** In einem Verfahrensschritt S2 kann diese Sollverzögerung 12 von der Regeleinrichtung 6 erfasst werden.

**[0036]** In einem Verfahrensschritt S3a kann, beispielsweise durch das Assistenzsystem 5 oder die Regeleinrichtung 6, bestimmt bzw. erfasst werden, ob das jeweilige Bremsmanöver als Standardbremsmanöver, also mit Komfort- oder Standardregelcharakteristik, oder als Notbremsmanöver, also mit Sicherheits- oder Notbremsregelcharakteristik, ausgeführt werden soll. In einem Verfahrensschritt S3b kann die Regeleinrichtung 6 anhand der erfassten Sollverzögerung 12 ein korrespondierendes Bremsmoment bestimmen.

**[0037]** In einem Verfahrensschritt S4 kann die Regeleinrichtung 6 die für das jeweilige Bremsmanöver zu verwendende Regelcharakteristik Auswählen oder Einstellen. In einem Verfahrensschritt S5 kann die Regeleinrichtung 6 die Bremseinrichtung 2 bzw. den Bremsaktor 3 zur Durchführung des jeweiligen Bremsmanövers gemäß der ausgewählten oder eingestellten Regelcharakteristik betätigen bzw. regeln bis das Bremsmanöver beendet ist. Das Bremsmanöver kann beispielsweise beendet sein, wenn das Kraftfahrzeug 1 angehalten, also dessen Geschwindigkeit auf null gebracht ist, wenn das Assistenzsystem 5 ein Ende des Bremsmanövers signalisiert oder dergleichen.

**[0038]** Insgesamt zeigen die beschriebenen Beispiele wie eine CVM-Längsregelung eines Fahrzeugs bei Begrenzungen mit Sicherheitscharakteristik realisiert werden kann.

#### Bezugszeichenliste

1	Kraftfahrzeug
2	Bremseinrichtung
3	Bremsaktor
4	Umgebungssensorik
5	Assistenzsystem
6	Regeleinrichtung
7	Schnittstelle
8	Prozessor

9	Datenspeicher
10	Ist-Bremsmoment
11	Sicherheitstrigger
12	Sollverzögerung
13	Kennlinienmodul
14	Berechnungsmodul
15	Regelparameter
16	Ablaufplan
S1-S5	Verfahrensschritte

**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**

- DE 2646288 A1 [0003]
- DE 102017209846 B4 [0004]

**Patentansprüche**

1. Verfahren (16) für eine automatische Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs (1), wobei jeweils
  - für ein durchzuführendes Bremsmanöver ermittelt wird, ob es sich um ein Standardbremsmanöver innerhalb vorgegebener Sicherheitsgrenzen oder um ein Notbremsmanöver handelt,
  - falls es sich um ein Notbremsmanöver handelt, eine nur dafür vorgegebene Regelcharakteristik, die sich von einer nur für Standardbremsmanöver vorgegebenen Standardregelcharakteristik unterscheidet, verwendet wird, um die Betätigung einer Bremseinrichtung des Kraftfahrzeugs (1) zum Ausführen des Bremsmanövers zu regeln.
2. Verfahren (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die für Notbremsmanöver vorgegebene Regelcharakteristik eine Abhängigkeit (13) der Regelstreckentotzeit vom Bremsmoment (10) bestimmt.
3. Verfahren (16) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abhängigkeit (13) eine geringere Regelstreckentotzeit bei einem betragsmäßig größeren Bremsmoment (10) vorsieht.
4. Verfahren (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die für Notbremsmanöver vorgegebene Regelcharakteristik eine Abhängigkeit (13) einer Reglerzeitkonstante von einer jeweiligen Sollverzögerung (12) bestimmt.
5. Verfahren (16) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abhängigkeit (13) eine geringere Reglerzeitkonstante bei betragsmäßig größerer Sollverzögerung (12) vorsieht.
6. Verfahren (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die für Notbremsmanöver vorgegebene Regelcharakteristik eine Abhängigkeit (13) einer Reglerzeitkonstante vom Gradienten einer jeweiligen Sollverzögerung (12) bestimmt.
7. Verfahren (16) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abhängigkeit (13) eine geringere Reglerzeitkonstante bei betragsmäßig größerem Gradienten der Sollverzögerung (12) vorsieht.
8. Verfahren (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für Standardbremsmanöver ein vorgegebener fester Wert für eine Regelstreckentotzeit und/oder eine Reglerzeitkonstante verwendet wird.
9. Regeleinrichtung (6) für ein Kraftfahrzeug (1) zum automatischen Regeln einer Bremseinrichtung

(2, 3), wobei die Regeleinrichtung (6) zum Ausführen eines Verfahrens (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet ist.

10. Kraftfahrzeug (1), aufweisend eine automatisch betätigbare Bremseinrichtung (2, 3) und eine damit gekoppelte Regeleinrichtung (6) nach Anspruch 9.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

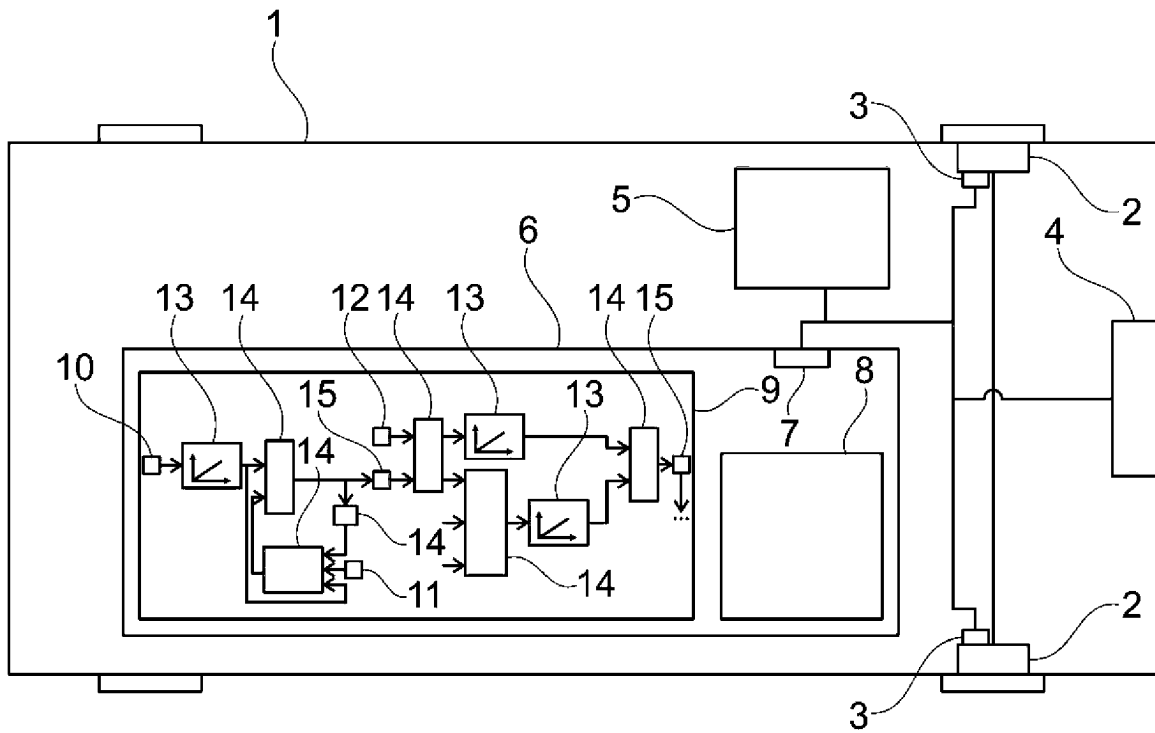


Fig. 1

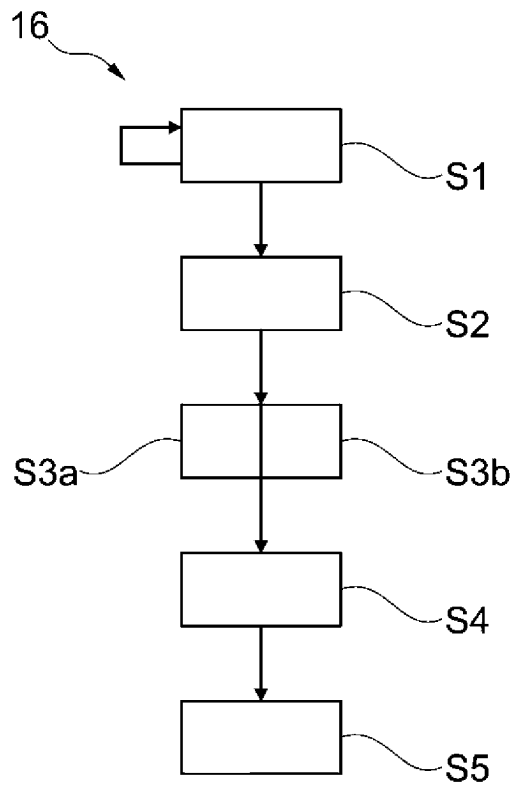


Fig. 2