

(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 04 553 T2 2006.10.05

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 447 293 B1

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60T 8/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 04 553.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 101 601.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **03.06.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.08.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.04.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.10.2006**

(30) Unionspriorität:

**64198 20.06.2002 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:

**Ford Motor Co., Dearborn, Mich., US**

(72) Erfinder:

**Crombez, Scott, Dale, Livonia, MI 48150, US**

(74) Vertreter:

**Drömer, H., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Ass., 51429**

**Bergisch Gladbach**

(54) Bezeichnung: **Bremssystem und Bremsverfahren für ein Motorfahrzeug**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abbremsen eines Fahrzeugs und insbesondere auf ein Verfahren und eine Vorrichtung, welche es dem Fahrzeug ermöglicht, sowohl regenerativ als auch über Reibungsbremsen verzögert zu werden, so daß das Fahrzeug in einer gewünschten Weise gebremst werden kann, während gleichzeitig Energie zurückgewonnen werden kann.

**[0002]** Im typischen Fall wird ein Fahrzeug selektiv verzögert oder gestoppt (d.h. "gebremst") mittels Bremsen, welche selektiv derart in Reibungseingriff mit den Rädern des Fahrzeugs treten, daß sie das Fahrzeug verzögern oder stoppen. Während diese Einheiten das Fahrzeug effektiv abbremsen bzw. verzögern, gehen relativ große Mengen Energie in Form von Wärme verloren, wenn das Fahrzeug gebremst bzw. verzögert wird. Des Weiteren ist es wünschenswert, die Gefahr zu vermeiden oder wesentlich zu senken, daß die Hinterradbremsen schon voll angelegt sind, bevor die Vorderradbremsen denselben Zustand erreicht haben (d.h., die Gefahr eines verfrühten Eingreifens der Hinterradbremsen zu senken).

**[0003]** Eine zweite Vorgehensweise beim Bremsen, die auch als "elektrische Bremskraftverteilung (Electric Brake Force Distribution)" oder "EBD" bezeichnet wird, bringt oft "Blockierschutzeinrichtungen" oder "ABS", ABS-Sensoren und -Werte zum Einsatz, um die Gefahr von "verfrühtem" Eingreifen der Hinterradbremsen durch elektronische und dynamische Steuerung der Bremskraft zu verringern, die jeweils von den Hinterrad- und den Vorderradbremsen geliefert wird. Andere, typischere Vorgehensweisen kommen ebenfalls zum Einsatz, um diese gewünschte Bremsverteilung zu erzielen, so z.B. der Einsatz einer passiven Proportionalventilsteuerung. Die Blockierschutzeinheit und diese anderen Einheiten können gemeinsam als "Bremskraftverteilungseinheiten" bezeichnet werden, da sie alle ein dynamisch erzeugtes Kraftverteilungsmuster zum Einsatz bringen, das in Form von Kraft, Drehmoment oder Leistung ausgedrückt werden kann, mit welcher/welchem ein Fahrzeug selektiv im Verteilungsbetrieb abgebremst werden kann.

**[0004]** Regeneratives Bremsen verzögert das Fahrzeug in gewünschter Weise und "reibungslos", während es gleichzeitig die Erzeugung einer elektrischen Ladung oder anderer Formen von Energie ermöglicht, die dann auch für spätere Verwendung gespeichert werden kann/können, so daß der Gesamttriebwirkungsgrad des Fahrzeugs erhöht wird, und gleichzeitig das Fahrzeug selektiv gebremst wird. Zwar erfreut sich regeneratives Bremsen einer zunehmenden Verbreitung, aber die Kombination aus regenerativem Bremsen und den zuvor dargelegten

blockiergeschützten bzw. "Verteiler"-Bremsverfahren wird, obwohl dies in hohem Maße wünschenswert wäre, nicht zum Einsatz gebracht, weil die Bremskraftverteilungsprofile, die durch diese Bremsverteilungsanlagen geschaffen werden, nicht dahingehend modifiziert werden, daß sie auch die Bremswirkung der regenerativen Bremsanlagen berücksichtigen, so daß die Kombination in dieser Form nicht die gewünschte Bremswirkung liefern kann.

**[0005]** US 5 967 621 beschreibt ein Bremssystem, in welchem eine Regenerativbremskraft allmählich aufgebaut wird, wobei eine gegebenenfalls unzureichende Bremswirkung durch hydraulische Bremskraft ausgeglichen wird.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung vermeidet diese Nachteile und liefert ein Bremssystem, welches sowohl regenerative als auch blockiergeschützte bzw. Verteilerbremsstrategien und -Einheiten in einer solchen Weise um Einsatz bringt, die eine regenerative Energierückgewinnung ermöglicht und die Möglichkeit bietet, ein Fahrzeug selektiv in einer gewünschten Art und Weise abzubremsen, und gleichzeitig die Vorteile bietet, die mit den verschiedenen Arten von in einem Fahrzeug zur Anwendung gebrachten Bremsstrategien verbunden sind.

**[0007]** Einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung zufolge wird eine Fahrzeuggremseinheit gestellt, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Bremseinheit eine erste Regenerativbremseinheit aufweist, eine zweite Reibungsbremseinheit, und eine Steuerung, die von einem gespeicherten Programm gesteuert betrieben werden kann, welche eine Forderung nach einem bestimmten Maß an Bremswirkung empfängt, und welche mit der ersten Regenerativbremseinheit und mit der zweiten Reibungsbremseinheit gekoppelt ist, wobei die Steuerung die Forderung nach einem bestimmten Maß an Bremswirkung empfängt und in Reaktion auf die Forderung ein erstes Signal an die Regenerativbremseinheit abgibt, so daß ein gewisses Maß an Regenerativbremswirkung erzeugt wird, und ein zweites Signal an die Reibungsbremseinheit abgibt, so daß ein gewisses Maß an Reibungsbremseung erzeugt wird, das auf dem Maß an Regenerativbremswirkung basiert, worin die Regenerativbremseung an einem ersten Paar Räder angelegt wird, und die Reibungsbremseung an dem ersten Räderpaar und an einem zweiten Räderpaar derart angelegt wird, daß die gewünschte Bremsmomentverteilung zwischen dem ersten Räderpaar und dem zweiten Räderpaar erreicht wird.

**[0008]** Die Reibungsbremseinheit kann eine Verteilerbremseinheit sein.

**[0009]** Die Fahrzeuggremseinheit kann außerdem eine blockiergeschützte Bremsanlage beinhalten, die

an der Steuerung angeschlossen ist.

**[0010]** Die Steuerung kann so betreibbar sein, daß sie die Aktivierung der blockiergeschützten Bremsanlage erst, nachdem die Reibungsbremseinheit aktiviert worden ist.

**[0011]** Das erste Räderpaar kann auf einer passiven Achse sitzen.

**[0012]** Die Fahrzeugsbremsanlage kann einen gewissen Grad von Bremsmoment am ersten Räderpaar anlegen und dann ein gewisses Maß Bremsmoment an einem zweiten Räderpaar anlegen, das mit einer Antriebsachse verbunden ist.

**[0013]** Die Regenerativbremseinheit kann einen Motor und eine Energiespeichervorrichtung beinhalten.

**[0014]** Die Energiespeichervorrichtung kann eine Batterie sein.

**[0015]** Einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung zufolge wird ein Verfahren zum Bremsen eines Fahrzeuges gestellt, das dadurch gekennzeichnet ist, daß das Verfahren folgende Schritte beinhaltet: Fordern eines bestimmten Maßes an Bremswirkung, Erfüllen wenigstens eines Teils der geforderten bestimmten Bremswirkung durch regeneratives Bremsen des Fahrzeuges und Reibungsbremsen des Fahrzeuges gemäß einem bestimmten Verteilungsmuster, worin die regenerative Bremsung an einem ersten Räderpaar angelegt wird, und die Reibungsbremseung an dem ersten Räderpaar und an einem zweiten Räderpaar angelegt wird, und zwar derart, daß eine gewünschte Bremsmomentverteilung zwischen dem ersten Räderpaar und dem zweiten Räderpaar erzeugt wird, wenn nur ein Teil der geforderten Bremswirkung durch die regenerative Bremsung gestellt wird, so daß der Forderung insgesamt Rechnung getragen wird.

**[0016]** Der Schritt der Reibungsbremseung des Fahrzeuges kann den Schritt der Reibungsbremseung einer passiven Achse beinhalten.

**[0017]** Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeuges der Art mit einem ersten Räderpaar gestellt, das zum Betrieb auf einer ersten Achse angebracht ist, und mit einem zweiten Räderpaar, das auf einer zweiten Achse angebracht ist, mit einem Motor, welcher mit der zweiten Achse und mit einer Energiespeichervorrichtung gekoppelt ist, wobei der Motor und die Energiespeichervorrichtung gemeinsam und selektiv so betreibbar sind, daß sie ein bestimmtes Maß an regenerativer Bremswirkung an das Fahrzeug liefern können, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren die Schritte der Erzeugung mehrerer Relationen beinhaltet, wobei jede der mehreren Re-

lationen jeweils einen ersten Wert hat, welcher einer einmaligen Bremswirkung an der ersten Achse entspricht, und einen zweiten Wert, welcher einer einmaligen Bremswirkung an der zweiten Achse entspricht, und der Erzeugung eines Bremsforderungssignals, welches ein bestimmtes Maß an Fahrzeug-Soll-Verzögerung darstellt, des Einsatzes des Bremsforderungssignals zur Auswahl einer der mehreren Relationen, des Vergleichens des ersten Wertes der gewählten Relation der besagten mehreren Relationen mit dem bestimmten Maß an Regenerativbremswirkung, der Bewirkung der Anlage eines ersten Maßes an Bremswirkung an der ersten Achse und der Anlage eines zweiten Maßes an Bremswirkung an der zweiten Achse, wenn der erste Wert größer als der bestimmte Wert an Regenerativbremswirkung ist, und der Bewirkung der Anlage eines dritten Maßes an Bremswirkung an der ersten Achse und eines vierten Maßes an Bremswirkung an der zweiten Achse, wenn der erste Wert kleiner als der bestimmte Wert an Regenerativbremswirkung ist.

**[0018]** Die Energiespeichervorrichtung kann eine Batterie sein.

**[0019]** Das erste Maß an Bremswirkung kann ein Wert sein, der gleich der Differenz zwischen dem ersten Wert und dem bestimmten Maß an Regenerativbremswirkung ist. Das zweite Maß an Bremswirkung kann der zweite Wert sein. Das dritte Maß an Bremswirkung kann ein Nullwert sein. Das vierte Maß an Bremswirkung kann die Differenz zwischen dem bestimmten Maß an Fahrzeug-Soll-Verzögerung und dem bestimmten Maß an Regenerativbremswirkung sein.

**[0020]** Die ersten, zweiten und vierten Maße an Bremswirkung können durch den Einsatz von Reibungsbremseung mit Bremskraftverteilung erzielt werden.

**[0021]** Das Verfahren kann außerdem den Schritt eines Vergleiches des bestimmten Maßes an Fahrzeug-Soll-Verzögerung mit dem bestimmten Maß an Regenerativbremswirkung beinhalten, sowie den der Bewirkung der Erzielung der Gesamtheit des bestimmten Maßes an Fahrzeug-Soll-Verzögerung ausschließlich durch regeneratives Bremsen, wenn das besagte bestimmte Maß an Regenerativbremswirkung größer als das bestimmte Maß an Fahrzeug-Soll-Verzögerung ist.

**[0022]** Die Erfindung soll nun mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beispielartig näher erläutert werden. Es zeigen:

**[0023]** [Fig. 1](#): ein Blockdiagramm eines Fahrzeuges mit einer Bremseneinheit, welche gemäß den Lehren einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist;

[0024] **Fig. 2:** ein Flußdiagramm, welches eine Abfolge von Verfahrensschritten enthält und in Zusammenwirkung die Vorgehensweise der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beinhaltet; und

[0025] **Fig. 3:** einen Graphen einer typischen Bremskraftverteilungsrelation, die von der Bremseneinheit gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zur Anwendung gebracht wird.

[0026] Es sei nun Bezug genommen auf **Fig. 1**, wo ein Fahrzeug **10** dargestellt ist, welches im Einklang mit den Lehren der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gebaut ist. Es sei dabei angemerkt, daß, auch wenn das Fahrzeug **10** ein Fahrzeug mit Hinterradantrieb ist, die Vorrichtung und die Vorgehensweise der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ebenso auf Fahrzeuge mit Frontantrieb und auf allradgetriebene Fahrzeuge angewendet werden kann, sowie auf Elektro-Hybridfahrzeuge und auf Elektrofahrzeuge, und dies in einer Weise, die weiter unten noch näher erläutert werden soll. Außerdem ist anzumerken, daß in **Fig. 1** nur die relevanten Teile dargestellt sind, und daß die Erfindung auf eine große Vielfalt unterschiedlicher Fahrzeugarchitekturen anwendbar ist.

[0027] Insbesondere weist das Fahrzeug **10** einen Drehmomenterzeuger auf, z.B., ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, eine Brennkraftmaschine ("ICE" – internal combustion engine) **12**, eine Energiespeichervorrichtung wie z.B., ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, eine elektrische Batterie **14**, eine Vorderradachse **16** (d.h. eine unter dem (nicht dargestellten) Fahrer des Fahrzeuges angeordnete Achse), zwei Hinterradachsen oder "Halbwellen" **20, 22** (die Halbachsen **20, 22** können durch eine einzelne Achse ersetzt werden), eine Differentialeinheit **24**, einen Motor **26**, eine Kupplung **28**, eine Getriebeeinheit **30**, ein erstes Räderpaar **32, 34**, die zum Betrieb auf einander gegenüberliegenden Enden der Vorderachse **16** angeordnet sind, ein zweites Paar Räder **36, 38**, die jeweils auf den Hinterachswellen **20, 22** angeordnet sind, und Reibungsbremseinheiten **40, 42, 44** und **46**, die jeweils betrieblich an den Rädern **32, 34, 36** und **38** angebracht sind. Die Bremseinheiten **40, 42, 44** und **46** können blockiergeschützte Bremsen sein.

[0028] Des weiteren beinhaltet das Fahrzeug **10** eine Steuerung oder Steuereinheit **48**, ein selektiv niederdrückbares Bremspedalglied **50** und ein selektiv niederdrückbares Fahr- oder Gaspedal **52**, welche Pedale jeweils in physischer und in Kommunikationsverbindung mit der Steuerung oder Steuereinheit **48** stehen. Die Steuerung **48** kann eine Computersteuerung beinhalten oder bilden, die unter der Kontrolle eines gespeicherten Betriebsprogrammes betrieben werden kann, und in einer nicht einschränkenden alternativen Ausführungsform kann sie mehrere Steue-

rungen beinhalten, die in Kommunikationsverbindung miteinander stehen (d.h. es kann eine Bremsensteuerung vorhanden sein, eine Triebstrangsteuerung und eine Batteriesteuerung, die alle über wenigstens einen elektrischen Busleiter in Kommunikationsverbindung miteinander stehen).

[0029] Die Kombination von Steuerung **48** und den Bremseneinheiten **40, 42, 44** und **46** beinhaltet in gegenseitiger Zusammenwirkung die Bremseneinheit der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0030] Fahrzeug **10** beinhaltet außerdem Rahmeneteile **54, 56**, die jeweils mit den Achsen **16, 20** und **16, 22** gekoppelt sind. Weiterhin sei festgehalten, daß die Speichervorrichtung **14** durch ein Schwungrad oder eine andere Speichervorrichtung ersetzt werden kann, und daß die Achswellen **20, 22** in Zusammenwirkung mit dem Differential **24** eine "Antriebsachse" bilden, während die Vorderachse **16** eine "passive" oder "nicht-getriebene" Achse bildet. Außerdem ist die Brennkraftmaschine **12**, wie weiterhin dargestellt ist, über ein Triebstrangglied **66** mit der Kupplung **28** verbunden, und das Getriebe **30** ist mit dem Differential **24** und der Kupplung **28** jeweils über entsprechende Triebstrangglieder **62, 64** gekoppelt.

[0031] Wie dargestellt ist die Steuerung betriebsmäßig mit den Bremseneinheiten **40–46** gekoppelt. Die Bremseneinheiten **40–46** können z.B. ohne Beschränkung auch ein hydraulisches Bremssystem beinhalten, das von der Steuerung **48** unter Verwendung eines (nicht dargestellten) hydraulischen Stellantriebes betätigt werden kann. Des Weiteren ist die Steuerung **48** betriebsmäßig an der Batterie **14** angeschlossen und mit der Kupplung **28**, dem Motor **26** und der Getriebeeinheit **30** verbunden. Motor **26** ist auch mit der Getriebeeinheit **30** und mit der Speichervorrichtung **14** gekoppelt.

[0032] Im Betrieb liefert der Drehmomenterzeuger **12** ein Drehmoment, das über die Kupplung **28**, das Getriebe **30**, die Triebstrangglieder **66, 64** und **62** auf das Differential **24** übertragen wird. Das Drehmoment bewirkt, daß sich die Achswellen **20, 22** drehen und ermöglicht damit den Antrieb und selektiven Fahrbetrieb des Fahrzeugs **10**.

[0033] Wie weiter unten noch weiter im einzelnen mit Bezug auf die Methode bzw. das Flußdiagramm **90** dargelegt wird, empfängt die Steuerung **48** ein Wunschsignal bzw. eine Forderung, das Fahrzeug **10** zu verzögern oder zu stoppen (d.h. "abzubremsen"), nachdem das Bremsbetätigungslied **50** niedergedrückt worden ist, und/oder nachdem das Fahrpedalglied **52** losgelassen worden ist. Der Grad des Niederdrückens bzw. Freigebens entspricht dabei einer bestimmten Bremsforderung (d.h. einem bestimmten Maß an Bremskraft, -Moment oder -Leistung), und

diese Forderung wird der Steuerung **48** über entsprechende (nicht dargestellte) Pedal- oder Stellgliedsensoren übermittelt.

**[0034]** Die obere Stellung des Bremsbetätigungsgliedes **50** z.B. kann einer Bremswirkung Null entsprechen, die untere bzw. unterste niedergedrückte Stellung des Bremsbetätigungs gliedes **50** kann der maximal zulässigen Bremswirkung entsprechen, und das gewünschte Maß an Bremswirkung kann mit dem Niedertreten des Bremsbetätigungs gliedes **50** um einen Betrag variieren, der proportional zu dem Weg ist, den das Bremsbetätigungs glied **50** von der oberen Stellung aus in Richtung auf die unterste Stellung zurücklegt (wenn z.B. das Bremsbetätigungs glied **50** auf halbem Weg zwischen der oberen und der unteren Stellung steht, ist die geforderte Bremswirkung die Hälfte der zulässigen Gesamtbremswirkung).

**[0035]** Eine ähnliche Proportionalität gilt für das Fahrpedalglied **52**. Das heißt, wenn das Glied **52** von der unteren Stellung (keine Bremswirkung gefordert) in die obere Stellung geführt wird (das Fahrzeug wird nicht beschleunigt), nimmt das Maß an Fahrzeug-Soll-Verzögerung oder -Abbremsung proportional zur Größe des Weges zu, den das Glied **52** zurücklegt, und/oder zu der Stellung, die das Glied **52** einnimmt.

**[0036]** Beim Empfang der entsprechenden Signale von den Stellgliedern **50** und **52** erzeugt die Steuerung **48** derartige Signale für den Motor **26** und die mit der Triebstrangeinheit **62** gekoppelte Getriebeeinheit **30**, daß der Motor **26** wie ein Generator wirkt und eine elektrische Ladung in die Batterie **14** einleitet, so daß das Fahrzeug **10** regenerativ gebremst wird.

**[0037]** Das heißt, der Motor **26** nutzt die Drehenergie des Gliedes **62** aus, um elektrische Energie zu erzeugen, und somit die Drehenergie der Räder **36**, **38** zu verringern.

**[0038]** Außerdem kann die Steuerung **48** auch Signale erzeugen und an den Motor **26** senden, um die in der Batterie **14** gespeicherte elektrische Energie zur Ergänzung des von der Brennkraftmaschine **12** beim Beschleunigen gelieferten Drehmomentes zu verwenden (z.B. wenn das Fahrpedal niedergedrückt wird), indem zusätzliches Drehmoment an das Triebstrangglied **62** abgegeben wird. In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung aktiviert die Steuerung **48** nur dann selektiv die Reibungsbremseinheiten **40–46**, wenn eine zusätzliche Bremsung gefordert wird (d.h. ein Maß an Bremswirkung, das das Maß an regenerativ gelieferter Verzögerung übersteigt), und zwar gemäß einem zuvor erzeugten und gespeicherten Bremskraftverteilungsmuster, das die von dem Motor **26** gelieferte regenerative Ab-

bremsung berücksichtigt, so daß ein gewünschtes Maß an Bremswirkung erreicht wird, während gleichzeitig Energie eingespart werden kann.

**[0039]** Die Vorgehensweise der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung soll nun weiter im einzelnen mit Bezug auf das Flußdiagramm **90** in [Fig. 2](#) erläutert werden.

**[0040]** Wie dargestellt umfaßt das Verfahren **90** einen ersten Schritt **92**, in welchem die Steuerung **48** eine Bremsforderung von den Stellgliedern **50**, **52** empfängt (oder von Sensoren, die jeweils mit diesen Gliedern **50**, **52** verbunden sind). Auf Schritt **92** folgt Schritt **94**, und in diesem Schritt **94** bestimmt die Steuerung **48** die Höhe des Bremsmomentes, der Bremskraft oder -Leistung, die vom Fahrer gefordert bzw. gewünscht wird, ausgehend von das/die Position der fordernden Stellglieder **50**, **52**.

**[0041]** In alternativen Ausführungsformen kann das Fahrzeug **10** auch andere Bremsforderungsglieder oder -Einheiten beinhalten. Der gewünschte Grad an Bremsmoment wird vorübergehend in der Steuerung **48** gespeichert, um dann in den nachfolgenden Schritten im Verfahren **90** weiterverwendet zu werden.

**[0042]** Auf Schritt **94** folgt Schritt **95**, und in diesem Schritt **95** bestimmt die Steuerung **48** das abgegebene oder verfügbare Maximal-Regenerativbremsmoment, das der Motor **26** und die Batterie **14** erzeugen bzw. liefern können (d.h. die Grenze der Regenerativbremsung, welche der kleinere Wert von dem maximalen Drehmoment, das der Motor **26** erzeugen kann, oder der maximalen Menge an elektrischer Energie ist, die die Batterie **14** vom Motor **26** aufnehmen kann). Dieser Wert kann zu solchen Faktoren wie Batterietemperatur, Motortemperatur, Batterieladezustand und/oder zu verschiedenen anderen Faktoren in Relation gesetzt werden.

**[0043]** Zum Beispiel kann, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, der momentane Ladezustand der Batterie mit dem bekannten und höchstmöglichen Ladezustand verglichen werden, der in der Batterie gehalten werden kann (der z.B. vom Hersteller der Batterie angegeben werden kann), und diese Differenz kann die größtmögliche Menge an elektrischer Energie darstellen, die von der Batterie **14** aufgenommen werden kann. Die maximale Höhe des von dem Motor **26** lieferbaren Drehmomentes kann vom Hersteller des Motors **26** eingeholt und in der Steuerung **48** gespeichert werden. Diese Werte können sich mit der Temperatur und anderen Faktoren ändern. Die Steuerung **48** speichert vorübergehend die Grenze für das regenerative Bremsmoment für spätere Schritte in dem Verfahren **90**. Auf Schritt **94** folgt dann auch Schritt **96**, in welchem die Steuerung **48** die zuvor erstellte (oder dynamisch berechnete) und

gespeicherte Bremskraft- (oder -Moment oder -Leistungs)-Verteilung **100** ermittelt, die beispielartig und ohne Einschränkung darauf in [Fig. 3](#) dargestellt ist.

**[0044]** Insbesondere beinhaltet die Verteilung **100** mehrere Relationen oder Werte, wie z.B. die Relation **102**, welche eine bestimmte Soll-Verteilung oder ein Soll-Muster der geforderten "Anhalte-" oder Verzögerungskraft liefert. Jeder diskrete Punkt in der Verteilung **102** beinhaltet einen Bremswert für die Vorderachse **16** (d.h. für die Bremseinheiten **40, 42**), z.B. den Wert **107**, und einen Bremswert für die Hinterachswellen **20, 22** (d.h. für die Bremseinheiten **44, 46**), z.B. den Wert **109**, und die Summe dieser beiden Werte, also z.B. der Werte **107, 109**, ist im wesentlichen gleich der geforderten Gesamthöhe der Bremswirkung, die als Moment, Kraft oder Leistung ausgedrückt werden kann.

**[0045]** Dieses Muster bzw. diese Verteilung **102** kann für jeden einzelnen Typ des Fahrzeugs **10** erstellt werden, ausgehend von theoretischen oder experimentellen Daten, in welchen einige bekannte oder vorgegebene Gesamtbremswirkungswerte nacheinander vom Fahrzeug **10** gefordert werden. Für jede derartige Bremsmomentforderung werden die unterschiedlichen Bremsverhältnisse zwischen Vorderrad- und Hinterrad-Bremseinheiten **40, 42** und **44, 46** angelegt/angewendet und überarbeitet, und es wird dann ein einziges Soll-Verhältnis bzw. eine Soll-Aufteilung für jede geforderte Bremswirkung ausgewählt. Diese ausgewählten Bremsverhältnisse werden in der Steuerung **48** abgelegt, so daß eine Verteilung wie z.B. die Verteilung **102** gebildet wird.

**[0046]** Die Relation **102** wurde z.B. für ein typisches Fahrzeug mit Vorderradantrieb mit einem Gewicht von 1500 kg erstellt, bei dem das Front-zu-Heck-Gewichtsverhältnis bzw. die Front-zu-Heck-Proportionalität 60% zu 40% betrug. Wie beispielartig und ohne Beschränkung darauf dargestellt ist, ist es bei einer geforderten Gesamtbremskraft etwa 4500 Newton wünschenswert, daß ca. 3000 Newton von den Vorderradbremsen **40, 42** und ca. 1500 Newton von den Hinterradbremsen **44, 46** geliefert werden. Des Weiteren können diese Verhältnisse oder Proportionalitäten auch durch herkömmliche Techniken ermittelt werden, wie sie derzeit bei herkömmlichen und im Handel erhältlichen blockiergeschützten Bremssystemen eingesetzt werden. Daher verwendet die Steuerung in Schritt **96** den geforderten Gesamtbremskraftwert und bestimmt anhand des Graphen oder der Bremskraftverteilungsrelation **102** den Grad jeweils der zu erzeugenden Vorderachs- und Hinterachs-Soll-Bremskraft. Diese Bremsverteilungen für Vorder- und Hinterachse werden dann von der Steuerung **48** vorübergehend gespeichert für spätere Verwendung in den weiteren Schritten des Verfahrens **90**.

**[0047]** Schritt **98** folgt ebenfalls auf Schritt **94**, und in diesem Schritt **98** bestimmt die Steuerung **48**, ob der Gesamtbetrag an geforderter Bremswirkung den Wert überschreitet, der durch Regeneration alleine erzielt werden kann. Überschreitet der Wert der geforderten Bremswirkung die in Schritt **96** ermittelte Regenerativbremsungsgrenze, folgt auf den Schritt **98** der Schritt **106**.

**[0048]** Andernfalls folgt auf Schritt **98** der Schritt **110**, in welchem die Steuerung **48** bewirkt, daß der Motor **26** als Generator arbeitet und elektrische Energie an die Batterie **14** abgibt und damit mit der Batterie **14** derart zusammenwirkt, daß das Fahrzeug **10** regenerativ um den geforderten Betrag verzögert wird. Auf den Schritt **110** folgen dann die Schritte **111** und **113**, in welchen die Bremseinheiten **40, 42** und **44, 46** jeweils inaktiv bleiben (d.h. sowohl die Antriebsachsenwellen **20, 22** als auch die passive Achse **16** unterliegen keinem Reibungsbremsmoment).

**[0049]** Alternativ dazu können in einer anderen, nicht-einschränkenden Ausführungsform die Schritte **111** und **113** nacheinander vorgenommen werden, wie hier dargestellt ist. Auf Schritt **113** folgt dann Schritt **92**, in welchem die Steuerung **48** bestimmt, ob zusätzliche Bremswirkung erforderlich ist. In der am meisten bevorzugten, jedoch nicht-einschränkenden Ausführungsform ist das Verfahren **90** dazu angelegt, je einmal in jedem Durchlauf durch eine "Steuerschleife" des Prozessors bzw. der Steuerung **48** ausgeführt zu werden.

**[0050]** In Schritt **106** bestimmt die Steuerung **48**, ob der Sollwert an Moment an den Antriebsachsenwellen **20, 22** (z.B. der in Schritt **96** bestimmte Wert **109**) den durch Regenerativbremsen gelieferten Betrag an Bremswirkung überschreitet. Überschreitet der Sollwert des Momentes an der/den Antriebsachse(n) denjenigen, der durch Regenerativbremsung erreicht werden kann, folgt auf den Schritt **106** der Schritt **114**. Andernfalls kann auf Schritt **106** der Schritt **116** folgen, wo die Steuerung **48** bewirkt, daß der Motor **26** einen Maximalwert an elektrischer Ladung an die Batterie **14** abgibt und damit den maximal zulässigen Wert an regenerativer Bremsung liefert. Nach Schritt **116** folgt Schritt **118**, in welchem die Bremseinheiten **44, 46** im wesentlichen inaktiv bleiben (d.h. die gesamte Verzögerung der Antriebsachsenwellen **20, 22** erfolgt durch regeneratives Bremsen), und nach Schritt **118** folgt Schritt **120**, in welchem die Bremseinheiten **40, 42** aktiviert werden. Im einzelnen liefern die Bremseinheiten **40, 42** einen bestimmten Grad an Bremsung, der im wesentlichen gleich der Differenz zwischen dem (in Schritt **94** ermittelten) geforderten Grad an Bremswirkung und der (in Schritt **95** bestimmten) insgesamt verfügbaren und zulässigen Regenerativbremswirkung ist.

**[0051]** Schritt **114** ist im wesentlichen ähnlich dem

Schritt **116**, und es folgt auf Schritt **114** der Schritt **130**, in welchem die Bremseneinheiten **44, 46** aktiviert werden, um einen bestimmten Grad an Bremswirkung zu liefern, der gleich der Differenz zwischen der Soll-Bremswirkung an den Antriebsachsenwellen **20, 22** (z.B. Wert **107**) und der insgesamt zulässigen Regenerativbremswirkung ist. Auf Schritt **130** folgt dann Schritt **132**, in welchem die Bremseneinheiten **40, 42** aktiviert werden und einen bestimmten Grad an Bremswirkung liefern, der gleich dem Sollwert der Bremswirkung an der "nicht-getriebenen" Achse ist (z.B. Wert **107**). Nach Schritt **132** folgt nun Schritt **92**. Auf diese Weise können im Fahrzeug **10** sowohl regenerative als auch Reibungsbremse gleichzeitig zum Einsatz kommen, so daß das Fahrzeug **10** die Vorteile beider Arten von Bremsfunktionen ausschöpfen kann.

**[0052]** In einer zweiten Ausführungsform können herkömmliche blockiergeschützte Bremssteuerungseinheiten verwendet werden, und in dieser zweiten Ausführungsform bleiben die Schritte **92, 94, 95, 96, 98** und **110, 111** und **113** im wesentlichen identisch mit den in **Fig. 2** dargestellten Schritten. Die Schritte **106, 114, 116, 118, 120, 130** und **132** dagegen werden ersetzt durch die Reibungsbremse der nicht-getriebenen Achse **16**, bis eine Blockierschwelle erfaßt wird, oder bis ein bestimmter Grad an Verzögerung erreicht ist, und dann das Blockierschutzsystem aktiviert wird und die normale elektronische Bremskraftverteilungsfunktion oder (EDB)-Funktion bzw. -Betriebsweise zur Ausführung kommt.

**[0053]** Somit wird zusammenfassend ein Fahrzeubremssystem gestellt, mit dem einige oder alle der zuvor dargelegten Nachteile bisheriger Fahrzeubremssysteme und -Strategien überwunden werden. Das Fahrzeubremssystem verwendet hier selektiv sowohl regeneratives Bremsen als auch Reibungsbremse in einer Weise, die eine selektive Verzögerung bzw. Stoppen des Fahrzeuges ermöglicht.

**[0054]** Es sei dabei angemerkt, daß die Erfindung nicht auf die genaue Konstruktion oder das Verfahren beschränkt ist, die/das vorstehend veranschaulicht und erläutert worden ist, sondern daß verschiedene Änderungen und Abwandlungen gemacht werden können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

**[0055]** So wird man z.B. erkennen, daß die Steuerung **48** in Kombination mit einem herkömmlichen Motor **26**, den Bremseneinheiten **40–46** und der Batterie **14** eingesetzt werden kann, die zum Betrieb in einem herkömmlichen Fahrzeug **10** eingebaut sein können.

**[0056]** Alternativ dazu kann die Steuerung **48**, die Kupplung **28**, der Motor **26** und die Batterie **14** auch zusammenwirkend eine Bremssteuereinheit bilden,

die in einem existierenden Fahrzeug **10** zum Einsatz gebracht werden kann, und wo insbesondere der Motor **26** und die Batterie **14** mit der Einheit **30** eine Regenerationseinheit bildend zusammenwirken können.

## Patentansprüche

1. Fahrzeubremssystem, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremssystem eine erste Regenerativbremseinheit (**14, 26**) aufweist, eine zweite Reibungsbremseinheit (**40, 42, 44, 46**) und eine Steuerung (**48**), welche von einem gespeicherten Steuerprogramm gesteuert betrieben werden kann, welche eine Forderung nach einem bestimmten Betrag an Bremswirkung empfängt und mit der ersten Regenerativbremseinheit (**14, 26**) und der zweiten Reibungsbremseinheit (**40, 42, 44, 46**) gekoppelt ist, worin die Steuerung (**48**) eine Forderung nach einer bestimmten Bremswirkung empfängt und in Reaktion auf diese Forderung ein erstes Signal an die Regenerativbremseinheit (**14, 26**) abgibt, derart, daß diese einen Grad an regenerativer Bremswirkung liefert, und ein zweites Signal an die Reibungsbremseinheit (**40, 42, 44, 46**) abgibt, derart, daß diese einen Grad an Reibungsbremsewirkung liefert, der auf dem Grad an regenerativer Bremswirkung basiert, dadurch gekennzeichnet, daß die regenerative Bremswirkung an einem ersten Räderpaar (**36, 38**) angelegt wird, und die Reibungsbremsewirkung an dem ersten Räderpaar (**36, 38**) und an einem zweiten Räderpaar (**32, 34**) angelegt wird, und zwar derart, daß eine gewünschte Bremsmomentverteilung zwischen dem ersten Räderpaar (**36, 38**) und dem zweiten Räderpaar (**32, 34**) erzielt wird.

2. Fahrzeubremssystem nach Anspruch 1, worin die Fahrzeubremsanlage außerdem eine mit der Steuerung (**48**) gekoppelte blockiergeschützte Bremsanlage beinhaltet.

3. Fahrzeubremssystem nach Anspruch 1, worin das zweite Räderpaar (**32, 34**) auf einer passiven Achse (**16**) sitzt.

4. Fahrzeubremssystem nach Anspruch 3, worin in das Fahrzeubremssystem ein bestimmtes Maß an Bremsmoment am zweiten Räderpaar (**32, 34**) anlegt und dann ein bestimmtes Maß an Bremsmoment am ersten Räderpaar (**36, 38**) anlegt, das mit einer Antriebsachse (**20, 22, 24**) verbunden ist.

5. Fahrzeubremssystem nach Anspruch 1, worin die Regenerativbremseinheit einen Motor (**26**) und eine Energiespeichervorrichtung (**14**) beinhaltet.

6. Verfahren zum Bremsen eines Fahrzeuges (**10**), dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren folgende Schritte beinhaltet:  
Fordern eines bestimmten Maßes an Bremswirkung,

Erfüllen wenigstens eines Teils der Forderung nach einem bestimmten Maß an Bremswirkung durch regeneratives Bremsen des Fahrzeuges (10) und Reibungsbremsen des Fahrzeuges (10) gemäß einem bestimmten Verteilungsmuster, dadurch gekennzeichnet, daß die regenerative Bremsung an einem ersten Räderpaar (36, 38) angelegt wird, und die Reibungsbremse an dem ersten Räderpaar (36, 38) und einem zweiten Räderpaar (32, 34) angelegt wird, um eine Soll- oder gewünschte Bremsmoment-Verteilung zwischen dem ersten Räderpaar (36, 38) und dem zweiten Räderpaar (32, 34) zu erzeugen, wenn nur ein Teil des geforderten bestimmten Maßes an Bremswirkung durch die Regenerativbremsung geboten werden kann, so daß dann die Forderung erfüllt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

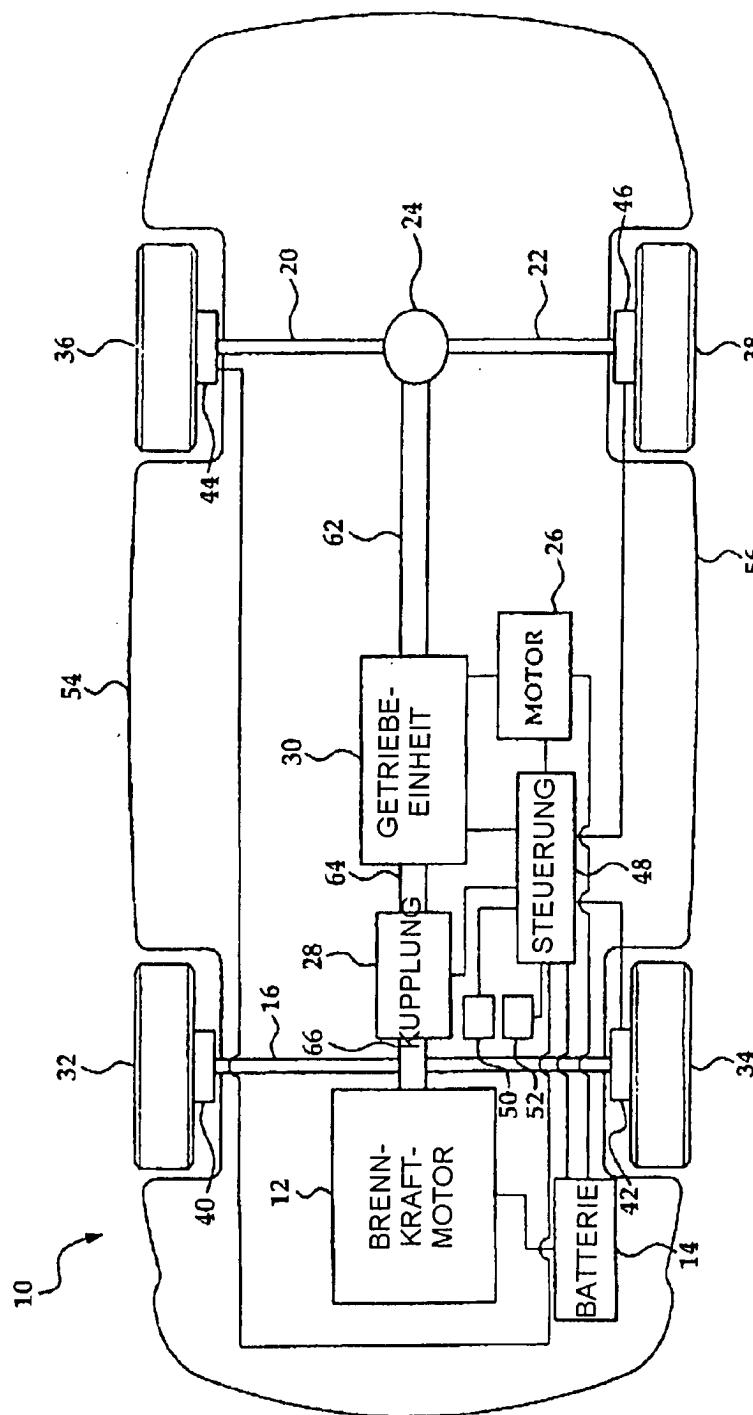
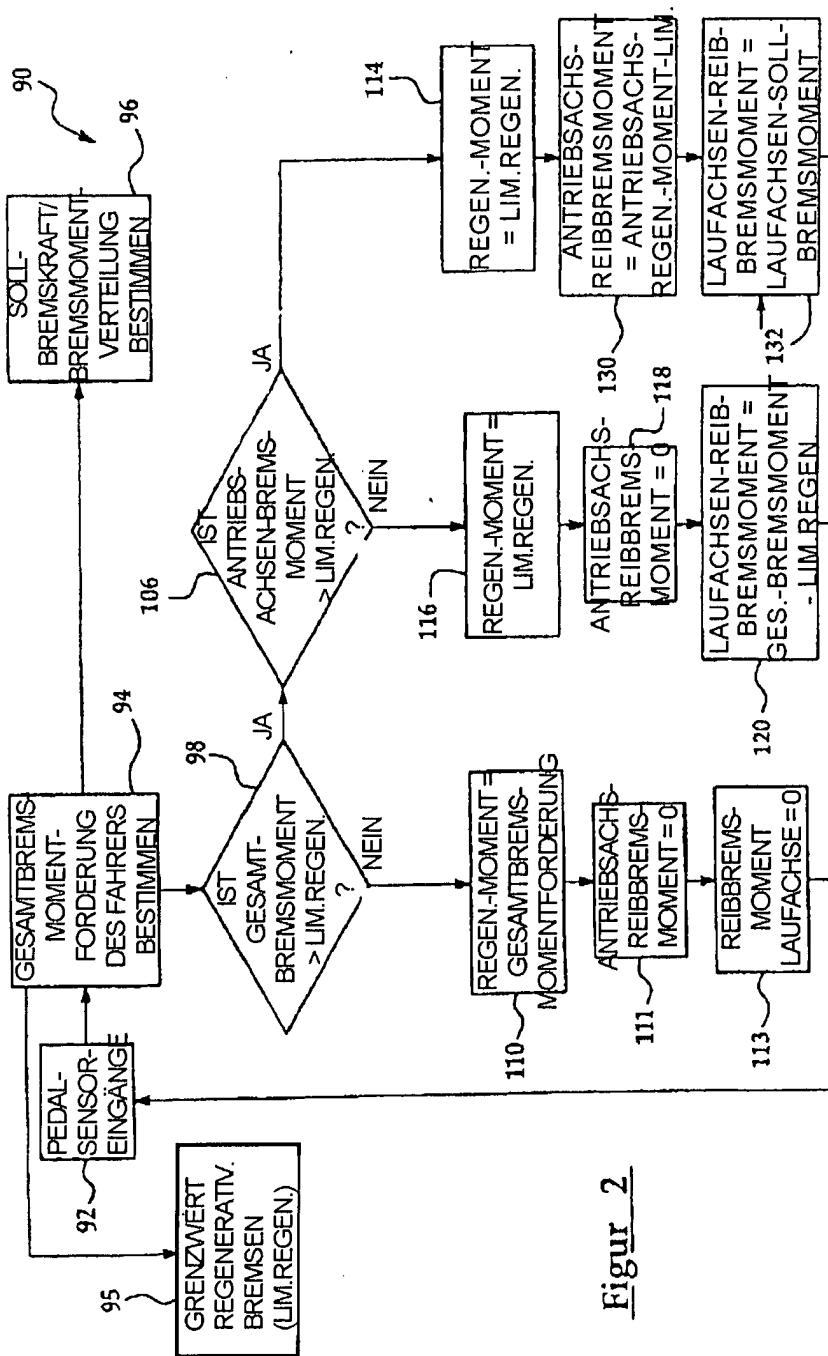


Figure 1

Figure 2

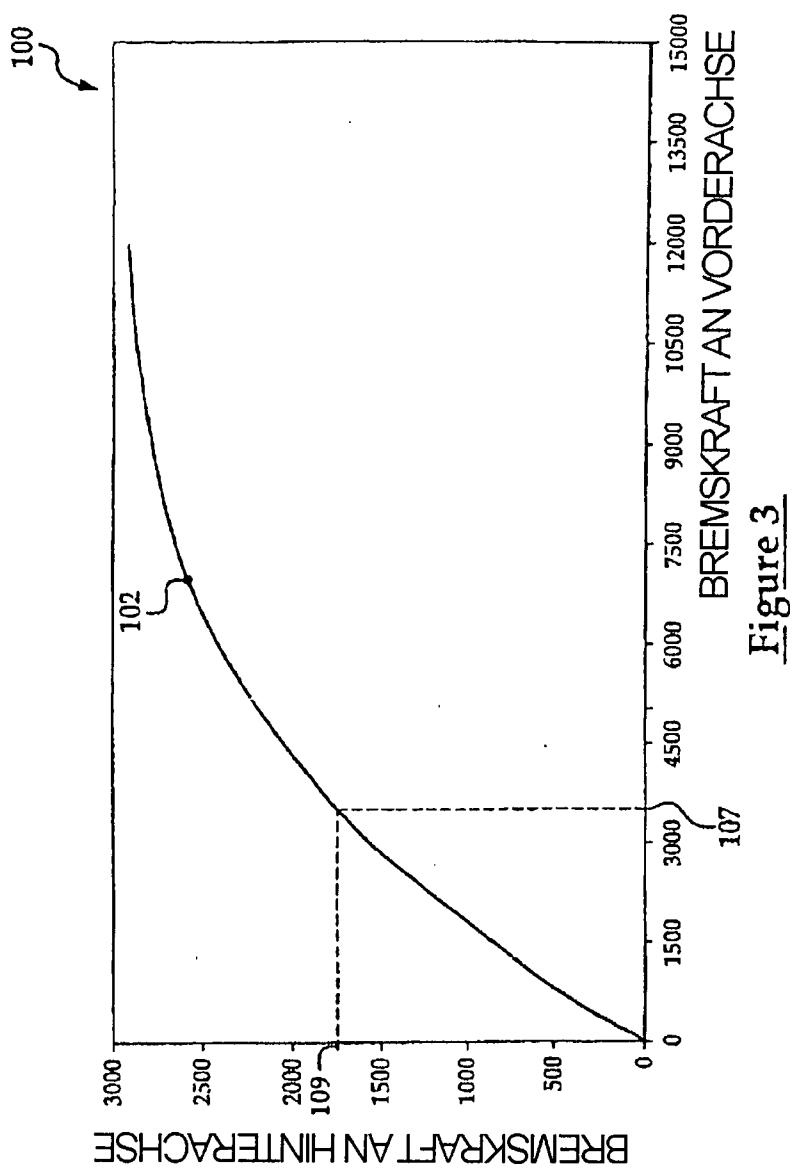


Figure 3