



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 28 461 A1** 2005.01.20

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 28 461.3**

(22) Anmeldetag: **25.06.2003**

(43) Offenlegungstag: **20.01.2005**

(51) Int Cl.7: **G01M 17/007**

(71) Anmelder:

**DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE; Schenck  
Final Assembly Products GmbH, 66346  
Püttlingen, DE**

(72) Erfinder:

**Gehring, Ottmar, Dr., 70374 Stuttgart, DE;  
Heilmann, Harro, Dr., 73760 Ostfildern, DE;  
Schenk, Jan, 41334 Nettetal, DE; Schwarzhaupt,  
Andreas, Dr., 74420 Oberrot, DE; Spiegelberg,  
Gernot, Dr., 71296 Heimsheim, DE; Stahl,  
Wolfgang, Dipl.-Ing., 72644 Oberboihingen, DE;  
Sulzmann, Armin, Dr., 68723 Oftersheim, DE;  
Tentrup, Thomas, Dr., 66663 Merzig, DE**

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

**DE 41 36 508 A1**

**US 46 69 318**

**US 32 77 702**

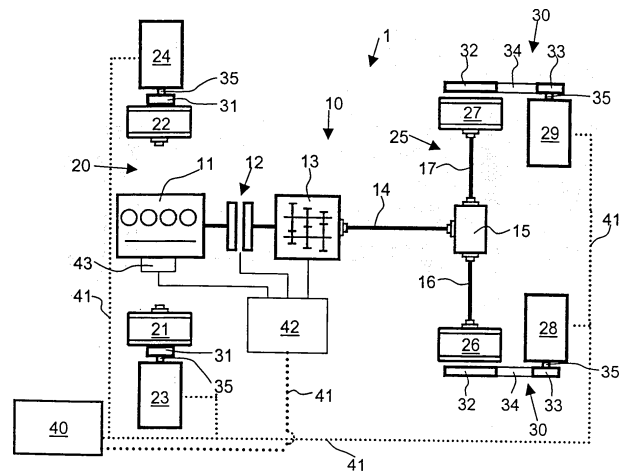
**EP 03 38 373 A2**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Fahrzeugprüfstand**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Fahrzeugprüfstand (1) mit einer Vorrichtung (53, 54) zur Befestigung eines Kraftfahrzeugs (10) auf dem Prüfstand (1). Eine Belastungsmaschine (23, 24, 28, 29) ist mit dem Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs (1) koppelbar, wobei die Belastungsmaschine (23, 24, 28, 29) den Antriebsstrang sowohl antreiben als auch bremsen kann. Erfindungsgemäß ist die Belastungsmaschine (23, 24, 28, 29) direkt oder indirekt mit einer Felge eines Kraftfahrzeugrades (21, 22, 26, 27) kraftschlüssig verbindbar.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Fahrzeugprüfstand mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Testen von Komponenten im Antriebstrang eines Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 7.

## Stand der Technik

**[0002]** Aus der EP 0 338 373 A2 ist ein Prüfstand zum Testen des Antriebsstranges eines Fahrzeuges bekannt. Dort sind zwei voneinander unabhängige momentengeregelte elektrische Belastungsmaschinen direkt an Wellen des zu prüfenden Antriebsstranges angeflanscht. Dabei werden keine Rollen eingesetzt, auf denen Räder des Fahrzeugs abrollen. Über einen Simulationsrechner erfolgt eine Simulation der Fahrwiderstände, der Räder und des Fahrzeug-Beschleunigungsverhaltens ausschließlich der real als Fahrzeugkomponenten vorhandenen Teile.

## Aufgabenstellung

**[0003]** Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, einen Fahrzeugprüfstand und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit denen ohne großen baulichen Aufwand die Komponenten im Antriebstrang eines Kraftfahrzeugs überprüft werden können.

**[0004]** Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Prüfstands durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 7 gelöst.

**[0005]** Grundlegender Gedanke der Erfindung ist, eine Belastungsmaschine direkt oder indirekt mit einer Felge eines Kraftfahrzeugrades kraftschlüssig zu verbinden. Dabei ist lediglich die Verbindung zwischen der Belastungsmaschine und der Radfelge herzustellen, eine Demontage der Räder und eine Montage, beispielsweise einer Verbindungswelle, zum Anschluss an den vorhandenen Antriebstrang des zu untersuchenden Fahrzeugs ist hingegen nicht nötig. Dadurch ist die Rüstzeit zur Versuchsvorbereitung gering.

**[0006]** Als Belastungsmaschinen können elektrische aber auch hydraulische drehzahl- und/oder momentengesteuerte Motoren eingesetzt werden, so z.B. Asynchronmotoren.

**[0007]** Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, zwischen der Belastungsmaschine und der Radfelge eine Getriebe anzuordnen. Dadurch können einheitliche Belastungsmaschinen verwendet werden, beispielsweise für zu testende Personewagen und Nutzfahrzeuge, deren Räder mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten betrieben werden. Als Getriebe können beispielsweise Zahnradgetriebe oder

auch Über- oder Untersetzungen durch Riementriebe mit unterschiedlichen Riemenscheiben vorgesehen werden.

**[0008]** In einer weiteren Ausführungsform ist zwischen einer Belastungsmaschine und einem lenkbaren Kraftfahrzeugrad eine Wellenkupplung angeordnet. Dadurch wird gewährleistet, dass auch auf dem Prüfstand die Lenkung des zu untersuchenden Fahrzeugs eingesetzt werden kann. Dies ist beispielsweise wichtig, wenn der Energieverbrauch, der aufgrund einer Lenkunterstützung durch eine Servolenkung entsteht, bei einem Test auf dem Prüfstand realistisch abgebildet werden soll.

**[0009]** Eine Wellenkupplung kann beispielsweise durch Kardangelenke, durch Tripoden- oder homokineticische Gelenke oder auch durch reibschlüssige Gummischeiben verwirklicht werden.

**[0010]** Weitere Vorteile sind den weiteren Unteransprüchen, sowie dem nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläuterten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Fahrzeugprüfstands und den zwei auf dem Prüfstand durchführbaren Testabläufen zu entnehmen.

## Ausführungsbeispiel

**[0011]** In den Zeichnungen zeigen:

**[0012]** Fig. 1: eine schematische Draufsicht auf einen Fahrzeugprüfstand mit abstrahierten Komponenten eines Kraftfahrzeugs,

**[0013]** Fig. 2: eine Draufsicht auf eine Rahmenkonstruktion des Prüfstands,

**[0014]** Fig. 3: ein Ablaufdiagramm bei einer Funktionsüberprüfung eines Anti-Blockier-Systems (ABS),

**[0015]** Fig. 4: ein Ablaufdiagramm bei einer Funktionsüberprüfung einer Anti-Schlupf-Regelung (ASR).

**[0016]** In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Fahrzeugprüfstand 1 schematisch dargestellt. Ein Fahrzeug 10 ist dabei abstrahiert wiedergegeben. Das Fahrzeug 10 weist einen Verbrennungsmotor 11 auf, welcher über eine Kupplung 12 mit dem Eingang eines Schaltgetriebes 13 verbunden ist. Der Ausgang des Schaltgetriebes 13 steht über eine Antriebswelle 14 mit einem Hinterachsdifferential 15 in Verbindung, von dem seitliche Gelenkwellen 16, 17 abgehen, die Räder 26, 27 einer angetriebenen Hinterachse 25 des Fahrzeugs 10 antreiben.

**[0017]** An der Vorderachse 20 weist das Fahrzeug 10 zwei lenkbare Fahrzeugräder 21, 22 auf. Diese können im Falle eines Allradantriebs über seitliche Gelenkwellen mit einem Vorderachsdifferential und

dieses mit dem Schaltgetriebe **13** antriebsverbunden sein.

**[0018]** Alle vier Fahrzeugräder **21, 22, 26, 27** sind mit Belastungsmaschinen **23, 24, 28, 29** verbunden. Die Belastungsmaschinen **23, 24, 28, 29** an den Rädern **21, 22** der Vorderachse **20** sind direkt mit den Radfelgen der Räder **21, 22** über beispielweise Radbolzen verschraubt. Um die Lenkbarkeit der vorderen Räder **21, 22** zu gewährleisten, ist zwischen der Ausgangswelle **35** einer Belastungsmaschine **23, 24** und der Radfelge eine Wellenkupplung **31** angeordnet.

**[0019]** Die Belastungsmaschinen **28, 29** an der Hinterachse **25** sind über ein Getriebe **30** in Form eines Riemengetriebes mit den Rädern **26, 27** der Hinterachse **25** verbunden. Dazu ist eine Riemenscheibe **32** mit der Radfelge eines Rades **26, 27** beispielsweise mittels Radbolzen verschraubt. Eine im Durchmesser kleinere Riemenscheibe **33** ist mit der Ausgangswelle **35** einer Belastungsmaschine **28, 29** verbunden. Der Riementrieb **34** ist zwischen den unterschiedlich großen Riemenscheiben **32, 33** gespannt.

**[0020]** Die Belastungsmaschinen **23, 24, 28, 29** sind über Signalleitungen **41** mit einer Auswerte- und Steuereinheit **40** verbunden. Des Weiteren besteht eine lösbare Verbindung über eine weitere Signalleitung **41** zwischen der Auswerte- und Steuereinheit **40** sowie einer Antriebstrangsteuerung **42** des Fahrzeugs **10**. Die Antriebstrangsteuerung **42** ist mit einer Motorsteuerung **43** verbunden, die beispielsweise die Einspritzung des Kraftstoffes, den Zündzeitpunkt und/oder eine eventuell vorhandene Drosselklappe steuert. Ebenso ist die Antriebstrangsteuerung **42** mit der Kupplung **12** und dem schaltbaren Getriebe **13** verbunden, wodurch die Kraftübertragung vom Verbrennungsmotor **11** zu den angetriebenen Rädern **26, 27** steuerbar ist.

**[0021]** In der Auswerte- und Steuereinheit **40** können verschiedene Programme ablaufen, mit denen verschiedene Komponenten oder Systemeinheiten des Fahrzeugs **10** auf dem Prüfstand **1** überprüft werden können. Eine solche Testeinrichtung wird auch Hardware-in-the-loop genannt.

**[0022]** In Fig. 2 ist eine Rahmenkonstruktion **50** des Prüfstandes **1** dargestellt. Im Bereich der Vorder- und Hinterachse **20, 25** sind rechteckige Rahmenaufbauten **51, 52** vorgesehen. Dabei weisen die Träger vorteilhafterweise ein Doppel-T-Flaschträger-Profil bzw. I-Profil auf. Der Rahmenaufbau **51, 52** wird jeweils von zwei Längsstreben **53** durchquert. An diesen Längsstreben **53** sind Haltevorrichtungen **54** vorgesehen, über die das Fahrzeug **10** mit dem Prüfstand **1** verbunden wird. Dabei handelt es sich um Stützen, auf denen die Achsen des zu untersuchenden Fahrzeugs **10** beispielsweise über Federbriden angebunden werden. Die Stützen sind längs- und querver-

schieblich mit den Längsstreben **53** verbunden, um eine Anpassung des Prüfstands **1** an verschiedene Fahrzeugtypen mit unterschiedlichen Radständen und Spurweiten zu gewährleisten. Gegebenenfalls können die Stützen etwas in der Länge variiert werden, um das Fahrzeug **10** und insbesondere die Fahrzeugräder **21, 22, 26, 27** von der Aufstandfläche anzuheben, so dass sie frei bewegt werden können.

**[0023]** Die beiden der Vorder- und Hinterachse **20, 25** zugeordneten Rahmenaufbauten **51, 52** sind über zwei Mittenlängsträger **55** miteinander verbunden. An dem der Hinterachse **25** zugeordneten Rahmenaufbau **52** sind beispielhaft die die Belastungsmaschinen **28, 29** tragenden Trägerrahmen **56** dargestellt.

**[0024]** In der Auswerte- und Steuereinheit **40** können verschiedene Testprogramme ablaufen, von denen exemplarisch nachfolgend zwei Programmabläufe skizziert werden.

**[0025]** In Fig. 3 ist der Programmablauf eines ABS-Versuchs an einem Nutzfahrzeug dargestellt. Dabei sind auf der linken Seite die Vorgänge an der in diesem Beispiel nicht angetriebenen Vorderachse **20** und auf der rechten Seite die Vorgänge an der angetriebenen Hinterachse **25** dargestellt.

**[0026]** Der Versuch startet durch Anlassen des Verbrennungsmotors **11** des Nutzfahrzeugs, um die Betriebsbereitschaft der in der Regel pneumatisch betriebenen Fahrzeugbremsen herzustellen. Die Kupplung **12** bleibt geöffnet, damit der Antriebstrang im Leerlauf betrieben werden kann. Über die der Hinterachse **25** zugeordneten Belastungsmaschinen **28, 29** werden die Hinterräder **26, 27** mit einer konstanten Antriebskraft  $F_{\text{Heck}}$  beaufschlagt. Diese steht im Gleichgewicht zu einer Kraft, die durch Reibung im Antriebstrang zwischen Getriebe **13** und Hinterrädern **26, 27** hervorgerufen wird. Somit stellt sich eine konstante Raddrehzahl  $n_{\text{Heck}}$  an den Rädern **26, 27** der Hinterachse **25** ein. Diese Raddrehzahl ermittelt die Auswerte- und Steuerungseinheit **40** aufgrund der Drehzahlen der der Hinterachse **25** zugeordneten Belastungsmaschinen **28, 29**. Über die der Vorderachse **20** zugeordneten Belastungsmaschinen **23, 24** werden die Räder **21, 22** angetrieben, so dass an der Vorderachse **20** die gleiche Raddrehzahlen anliegen, wie an der Hinterachse **25**. Es wird somit eine Geradeausfahrt bei konstanter Fahrgeschwindigkeit des zu untersuchenden Fahrzeugs **10** simuliert.

**[0027]** Durch Betätigen der Fahrzeugbremse wird an den Fahrzeugrädern **21, 22, 26, 27** ein stetig zunehmendes Bremsmoment aufgebracht. Dies kann über eine Betätigung des Bremspedals oder durch Ansteuern der mit der Bremssteuerung verbundenen Antriebstrangsteuerung **42** erfolgen. Solange das

Antriebsmoment der Belastungsmaschinen **28, 29** an der Hinterachse **25** größer ist, als das durch die Fahrzeugbremse hervorgerufene Bremsmoment, drehen sich die Hinterräder **26, 27**. Die von den Fahrzeugbremsen hervorgerufene Bremskraft und/oder das Bremsmoment an den Hinterrädern **26, 27** wird über die Belastungsmaschinen **28, 29** von der Auswerte- und Steuereinheit **40** ermittelt. Über ein in der Auswerte- und Steuereinheit **40** hinterlegtes, fahrzeugspezifisches Kennfeld wird die Abnahme der Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt. Entsprechend steuern die Belastungsmaschinen **23, 24** die Räder **21, 22** der Vorderachse **20** an, so dass die Drehzahlen der Vorderräder **21, 22** entsprechend abnehmen. Zusätzlich wirken auf die Vorderräder **21, 22** ebenfalls die Fahrzeugbremsen.

**[0028]** Sobald ein oder mehrere Fahrzeugräder **21, 22, 26, 27** blockieren, also die Drehzahl  $n = 0$  aufweisen und das Fahrzeug **10** gemäß des in der Auswerte- und Steuereinheit ablaufenden Modells noch nicht komplett zum Stillstand gekommen ist, greift das Antiblockiersystem (ABS) des Fahrzeugs **10** ein und öffnet jeweils radselektiv an dem Rad **21, 22, 26, 27**, welches die Drehzahl  $n = 0$  aufweist, die zugeordnete Bremse, so dass dieses Fahrzeugrad **21, 22, 26, 27** wieder auf die vom Modell vorgegebene Drehzahl beschleunigt werden kann, bevor die Bremse das Rad **21, 22, 26, 27** weiter abbremst und eventuell erneut blockiert.

**[0029]** Für den Fall, dass in dem eben beschriebenen Beispiel die Radbremse nicht wieder geöffnet wird, liegt ein Fehler im ABS vor. Dieses wird von der Auswerte- und Steuereinheit **40** registriert und ausgegeben bzw. weiterverarbeitet.

**[0030]** Einen Versuchsablauf zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer Anti-Schlupf-Regelung (ASR) zeigt **Fig. 4**. Auch hier sind auf der linken Seite die Vorgänge an der Vorderachse **20** und auf der rechten Seite die Vorgänge an der Hinterachse **25** dargestellt.

**[0031]** Nach Start des Verbrennungsmotors **11** wird die Kupplung **12** geschlossen, so dass bei konstantem Motormoment und konstanter Bremskraft an der angetriebenen Hinterachse **25** eine konstante Raddrehzahl an den Rädern **26, 27** der Hinterachse **25** vorliegt. Die konstante Bremskraft an den Hinterrädern **26, 27** wird durch die Belastungsmaschinen **28, 29** der Hinterachse **25** hervorgerufen.

**[0032]** Über die Drehzahl der Belastungsmaschinen **28, 29** ermittelt die Auswerte- und Steuereinheit **40** die Raddrehzahl an der Hinterachse **25** und steuert entsprechend die Belastungsmaschinen **23, 24** an den Rädern **21, 22** der Vorderachse **20**, so dass ebenfalls wieder eine Geradeausfahrt des Fahrzeugs **10** bei konstanter Geschwindigkeit simuliert wird.

**[0033]** Nun wird durch Ansteuerung der Antriebsstrangsteuerung **42** das Motormoment des Verbrennungsmotors **11** annähernd sprunghaft erhöht, so dass die Raddrehzahl an der Antriebsachse **25** entsprechend zunehmen, da die von den Belastungsmaschinen **28, 29** erzeugte Bremskraft an der Hinterachse **25** konstant geblieben ist. An der Vorderachse **20** werden die Räder **21, 22** weiterhin mit der nach Start vorliegenden Drehzahl von den Belastungsmaschinen **23, 24** angetrieben, so dass nun ein Drehzahlunterschied zwischen angetriebener Achse **25** und nicht angetriebener Achse **20** vorliegt. Dieser Drehzahlunterschied wird von der Anti-Schlupf-Regelung (ASR) erkannt. Daraufhin greift das ASR in die Motorsteuerung **43** ein und unterdrückt beispielsweise die Kraftstoffeinspritzung, verstellt den Zündwinkel, schließt die Drosselklappe und/oder im Falle eines vorhandenen elektronischen Stabilitäts-Programms (ESP) schließt kurzzeitig die dem „durchdrehenden“ Rad **26, 27**, also welches mit einem starken Drehzahlanstieg beaufschlagt wird, zugeordnete Bremse, so dass das Antriebsmoment am Rad **26, 27** kurzzeitig auf Null reduziert wird. Durch die Belastungsmaschinen **28, 29** an der Hinterachse **25** werden die Hinterräder **26, 27** sodann wieder der Raddrehzahl der Vorderräder **21, 22** angepasst.

**[0034]** Sollte das Motormoment bei sprunghafter Motormoment- und Hinterraddrehzahlzunahme nicht vom ASR reduziert werden, liegt ein Fehler in der ASR vor, was durch die Antriebs- und Steuereinheit **40** festgestellt und ausgegeben bzw. anderweitig verarbeitet wird.

**[0035]** Es ist leicht nachvollziehbar, dass die Fahrzeugräder **21, 22, 26, 27** der beiden Fahrzeugseiten durch die Belastungsmaschinen **23, 24, 28, 29** getrennt von einander unterschiedlich angetrieben oder gebremst werden können. Dadurch können die oben beschriebenen Versuche auch radselektiv durchgeführt werden, also kann beispielsweise beim ABS-Test nur ein Rad **21, 22, 26, 27** blockieren oder im Falle des ASR-Test nur ein Rad **21, 22, 26, 27** durchdrehen.

**[0036]** Mit dem erfindungsgemäßen Prüfstand **1** können auch noch weitere Hardware-in-the-loop-Versuche durchgeführt werden, so z.B. Versuche, um die Reibung im Antriebsstrang zu ermitteln. Dazu werden im Leerlauf des Fahrzeugs **10** die Fahrzeugräder **21, 22, 26, 27** mit einer bestimmten Kraft von den Belastungsmotoren **23, 24, 28, 29** beschleunigt. Der Raddrehzahlverlauf über der Zeit lässt Rückschlüsse auf die Reibung im Antriebsstrang zu. Durch Vergleich der Versuche bei ab- bzw. zugeschalteten Komponenten kann die Reibung dieser Komponenten ermittelt werden.

**Patentansprüche**

1. Fahrzeugprüfstand mit  
 – einer Vorrichtung, über die ein Kraftfahrzeug auf dem Prüfstand befestigbar ist,  
 – einer Belastungsmaschine, die mit dem Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs koppelbar ist, wobei die Belastungsmaschine den Antriebsstrang sowohl antreiben als auch bremsen kann,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
 dass die Belastungsmaschine (**23, 24, 28, 29**) direkt oder indirekt mit einer Felge eines Kraftfahrzeugrades (**21, 22, 26, 27**) kraftschlüssig verbindbar ist.

2. Fahrzeugprüfstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Belastungsmaschine (**23, 24, 28, 29**) und der Radfelge ein Getriebe (**30**) angeordnet ist.

3. Fahrzeugprüfstand nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Belastungsmaschine (**23, 24, 28, 29**) und einem lenkbaren Kraftfahrzeugrad (**21, 22, 26, 27**) eine Wellenkuppelung (**31**) angeordnet ist.

4. Fahrzeugprüfstand nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Rad des Kraftfahrzeugs eine Belastungsmaschine (**23, 24, 28, 29**) zugeordnet ist, wobei über die Belastungsmaschinen (**23, 24, 28, 29**) die Raddrehzahl und/oder das Drehmoment des jeweiligen Kraftfahrzeugrads (**21, 22, 26, 27**) sensierbar ist.

5. Fahrzeugprüfstand nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass alle Belastungsmaschinen (**23, 24, 28, 29**) über Steuerleitungen (**41**) mit einer Auswerte- und Steuereinheit (**40**) verbunden sind.

6. Fahrzeugprüfstand nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (**40**) mit einer fahrzeugseitigen Antriebsstrangsteuerung (**42**) verbindbar ist.

7. Verfahren zum Testen von Komponenten im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs mit einem Fahrzeugprüfstand, insbesondere einem Fahrzeugprüfstand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- mit einem Fahrzeugrad (**21, 22, 26, 27**) des Kraftfahrzeugs (**10**) verbundene Belastungsmaschinen (**23, 24, 28, 29**) treiben den Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs (**10**) an oder bremsen diesen,
- von einer Auswerte- und Steuereinrichtung (**40**) werden die Belastungsmaschinen (**23, 24, 28, 29**) und/oder eine Antriebsstrangsteuerung (**42**) des Kraftfahrzeugs (**10**) mit einem Testprogramm angesteuert, wodurch eine Änderung einer Zustandsgröße im Antriebsstrang bewirkt wird,
- die Auswerte- und Steuereinrichtung (**40**) vergleicht

die Änderung der Zustandsgröße mit einer im Testprogramm hinterlegten Soll-Änderung und gibt ein Testergebnis aus.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

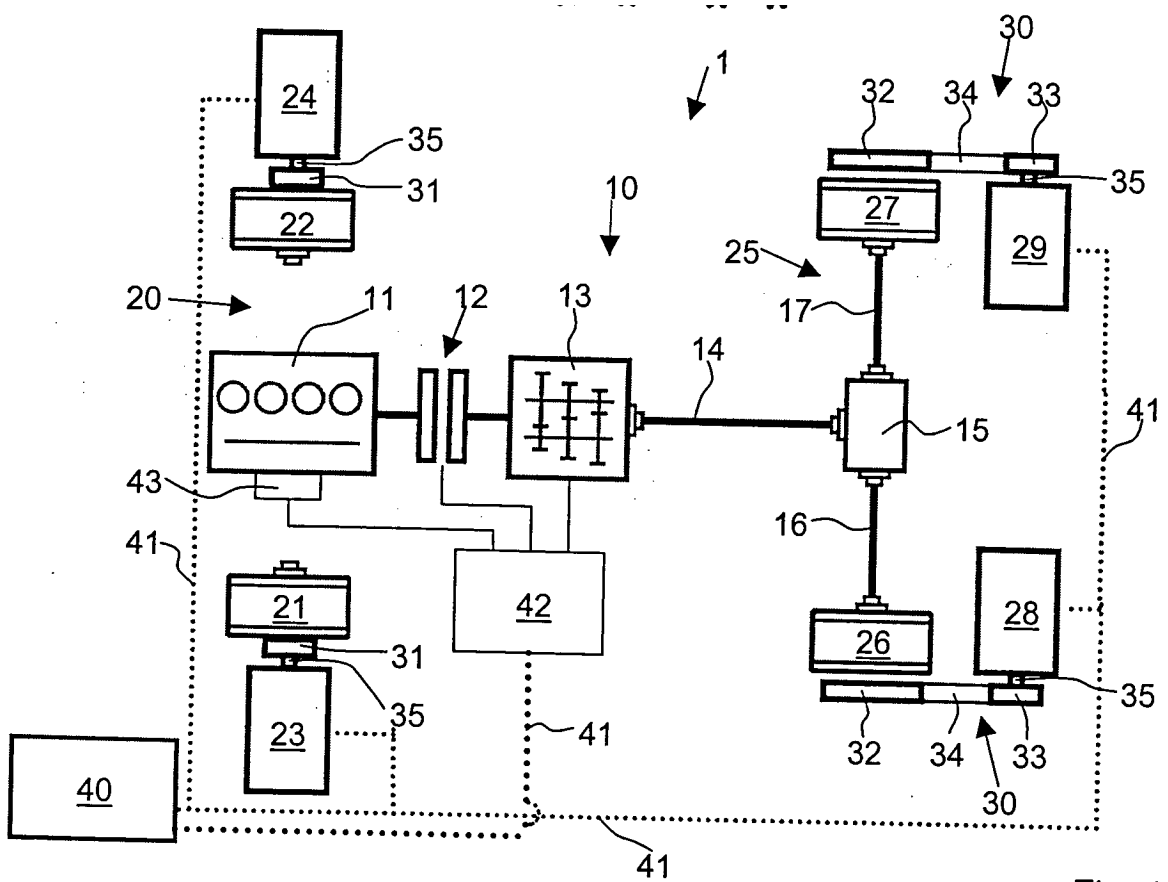


Fig. 1

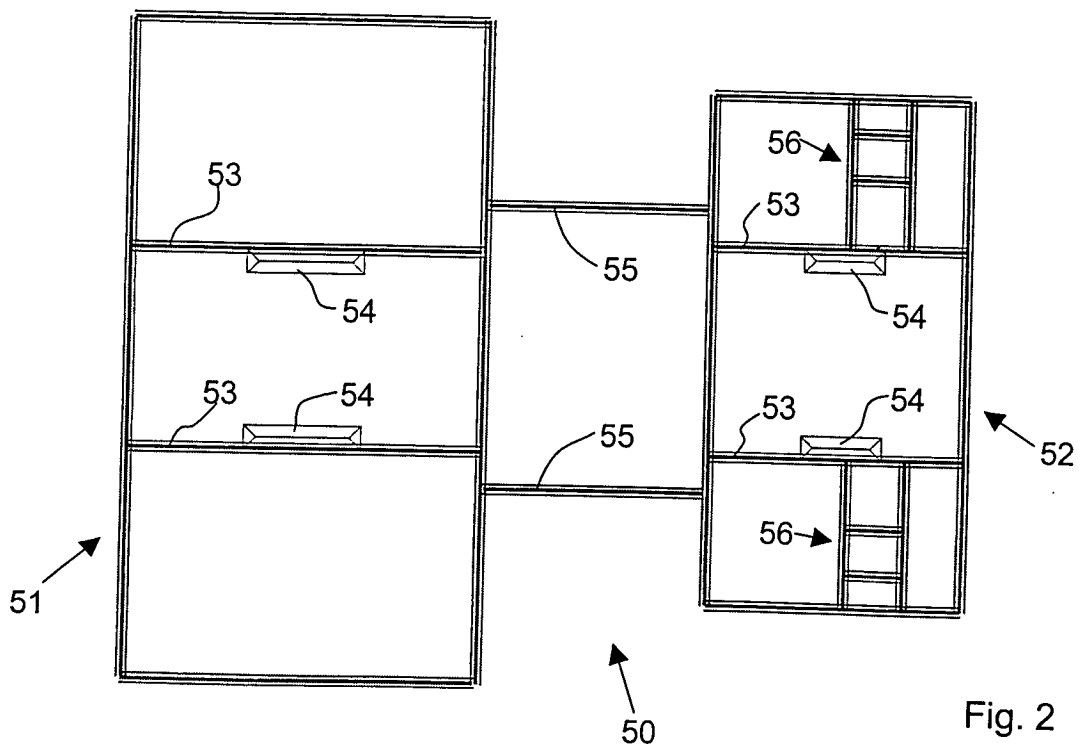


Fig. 2

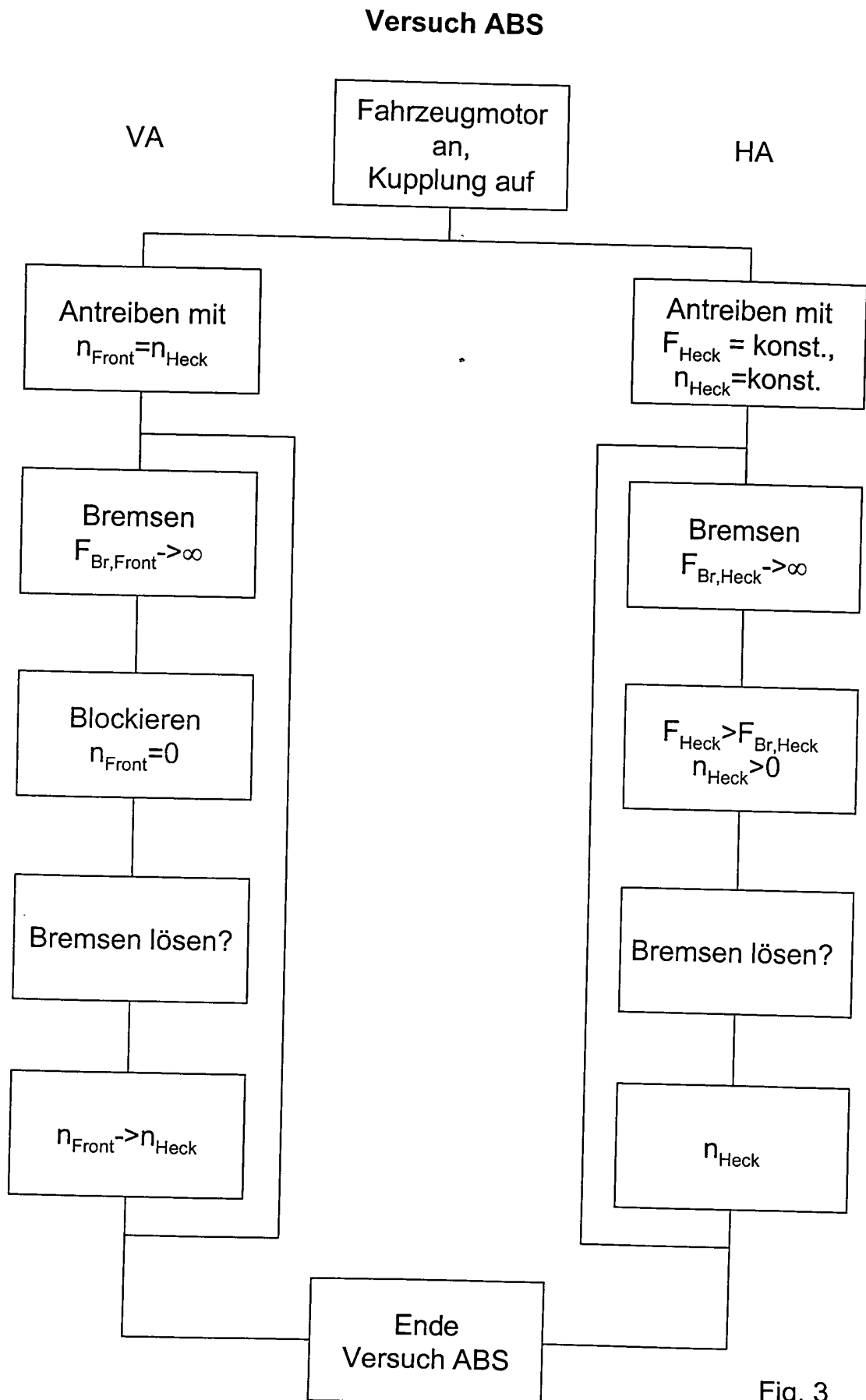


Fig. 3

Versuch ASR

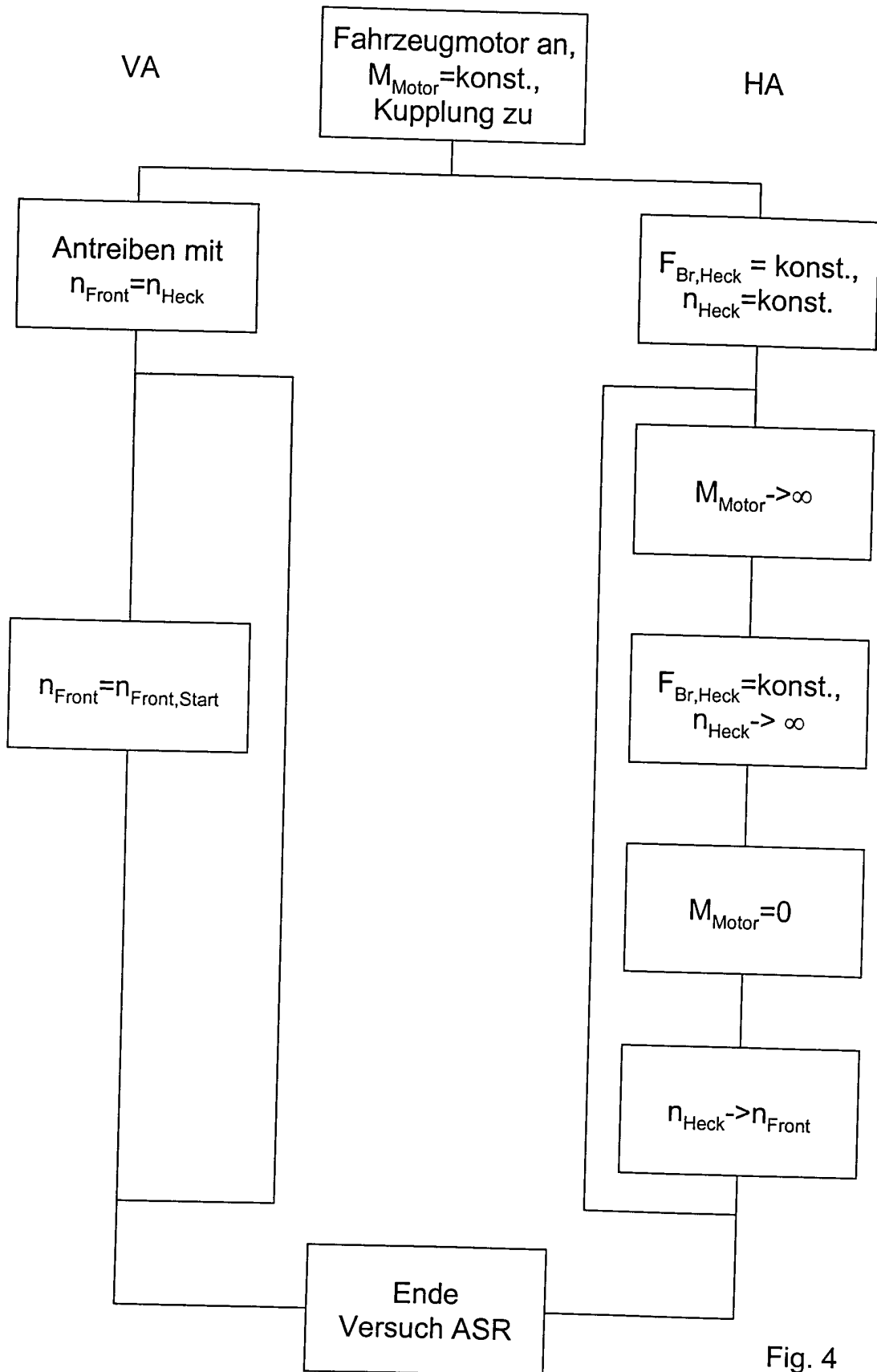


Fig. 4