



(10) **DE 10 2013 009 857 B4** 2016.01.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 009 857.2**  
(22) Anmeldetag: **13.06.2013**  
(43) Offenlegungstag: **18.12.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **21.01.2016**

(51) Int Cl.: **F16D 48/06 (2006.01)**  
**B60W 10/02 (2006.01)**  
**B60W 10/06 (2006.01)**  
**B60W 30/186 (2012.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**AUDI AG, 85045 Ingolstadt, DE**

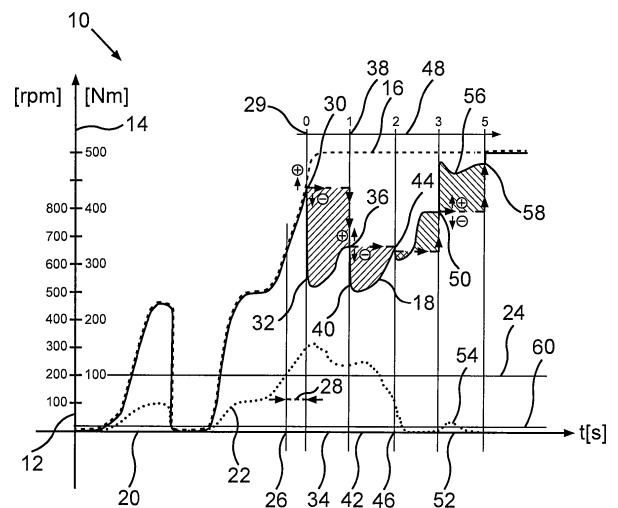
(72) Erfinder:  
**Lauffer, Hanno, 93049 Regensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	103 12 088	A1
DE	198 06 497	A1
EP	1 710 143	A1
WO	2004/ 087 456	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben einer Kupplung eines Fahrzeugs und Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betreiben einer Kupplung eines Fahrzeugs, welche von einem Fahrer des Fahrzeugs betätigbar ist, bei welchem eine Drehzahldifferenz (22) zwischen einer motorseitigen Kupplungsscheibe und einer getriebeseitigen Kupplungsscheibe erfasst wird, wobei nach einem Überschreiten eines Schwellenwerts (24) der Drehzahldifferenz (22) ein auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachtes Drehmoment auf einen ersten Wert (30) begrenzt wird, wobei anschließend das auf den ersten Wert (30) begrenzte Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz (22) auf einen zweiten Wert (32) des Drehmoments geändert wird, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von dem zweiten Wert (32) des Drehmoments dieses während einer ersten Zeitspanne (34) in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz (22) verändert wird und am Ende der ersten Zeitspanne (34) das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment auf einen dritten Wert (36) eingestellt wird, für dessen Ermittlung der erste Wert (30) und die am Ende der ersten Zeitspanne (34) vorliegende Drehzahldifferenz (22) berücksichtigt werden.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Kupplung eines Fahrzeugs, welche von einem Fahrer des Fahrzeugs betätigt werden kann. Hierbei wird eine Drehzahldifferenz zwischen einer motorseitigen Kupplungsscheibe und einer getriebeseitigen Kupplungsscheibe erfasst. Nach einem Überschreiten eines Schwellenwerts der Drehzahldifferenz wird ein auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachtes Drehmoment auf einen ersten Wert begrenzt. Anschließend wird das auf den ersten Wert begrenzte Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz auf einen zweiten Wert des Drehmoments geändert. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Fahrzeug.

**[0002]** Die EP 1 710 143 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben einer Kupplung eines Fahrzeugs zum Schutz der Kupplung vor Durchrutschen. Zu diesem Zweck wird das maximal erlaubte Motordrehmoment in Abhängigkeit von einem vorher bestimmten Reduktionsfaktor und einer berechneten aktuellen Drehzahldifferenz reduziert. Wenn die geschätzte Übersetzungsrate nicht der tatsächlichen Übersetzungsrate entspricht, wird das maximale Motordrehmoment weiter reduziert. Diese Überprüfung, ob die geschätzte Übersetzungsrate der tatsächlichen Übersetzungsrate entspricht, wird mittels einer weiteren Drehmomentreduktion des Motors realisiert. Nach einer gewissen Zeitspanne, die ein Abkühlen der Kupplungsbeläge erlaubt, wird das Motordrehmoment wieder auf den ursprünglichen Wert des Motordrehmoments erhöht.

**[0003]** Die DE 103 12 088 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, mittels welchem unter größtmöglicher Beachtung einer Drehmomentvorgabe eines Fahrzeugführers Beschädigungen an der Reibungskupplung und weiteren Komponenten des Getriebes vermieden und ein verschleißarmer Betrieb der Reibungskupplung ermöglicht werden soll. Eine Steuerungseinrichtung bestimmt dabei einen Drehmomentsollwert, indem von einem aktuellen Drehmoment der Antriebsmaschine ein Reduktionswert abgezogen wird. Dabei wird insbesondere geprüft, ob weiterhin Schlupf an der Reibungskupplung vorliegt, um dann den Drehmomentsollwert nochmals um einen Reduktionswert zu reduzieren. Der Drehmomentsollwert kann also mehrfach reduziert werden. Die Reduktionswerte der verschiedenen Reduktionen können dabei gleich groß oder unterschiedlich groß sein.

**[0004]** Die WO 2004/087456 A1 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung eines Antriebsstrangs. Hierbei wird in Abhängigkeit vom Erkennen eines kritischen Betriebszustands der Kupplung ein Einleiten von mindestens einer Schutzmaßnahme zur Aufrechterhaltung der Betriebsfähigkeit der Kupplung vorgesehen.

Eine solche Schutzmaßnahme ist ein Motormomenteneingriff durch eine Absenkung des Motormoments auf einen bestimmten Wert. Diese Absenkung kann angepasst sein an bestimmte Betriebsparameter, wie beispielsweise die Kupplungstemperatur oder Motor- oder Getriebegrößen, und kontinuierlich nach einem zeitlichen Funktionalzusammenhang erfolgen.

**[0005]** Die DE 198 06 497 A1 beschreibt eine Antriebsanordnung für ein von einem Verbrennungsmotor angetriebenes Kraftfahrzeug. Dabei erfasst eine Schlupfsteuerung in einer Einkuppelstellung einen auftretenden Rutschzustand und mindert über die Motorleistungssteuerung das Motordrehmoment des Verbrennungsmotors. Die Schlupfsteuerung reduziert die Motorleistung oder das Motormoment bevorzugt abhängig von der Größe des von einem Schlupfsensor ermittelten Schlupfs.

**[0006]** Die DE 36 01 708 A1 beschreibt eine Anordnung zur Überwachung einer Reibleistung einer Kupplung eines Kraftfahrzeugs. Hierbei wird anhand des von der Kupplung übertragenen Drehmoments und anhand der Differenz zwischen einer Eingangsdrehzahl und einer Ausgangsdrehzahl der Kupplung die momentane Reibleistung errechnet. Durch Integration wird die mittlere Reibleistung bei einem Kupplungsvorgang bestimmt. Überschreiten die Reibleistungswerte aufeinanderfolgender Kupplungsvorgänge einen Schwellenwert, so wird ein die thermische Überlastung der Kupplung anzeigendes Warnsignal ausgegeben.

**[0007]** Auch die DE 41 24 722 A1 beschreibt ein Verfahren zum Schutz einer Reibungskupplung vor thermischer Überlastung, bei welchem aus der Drehzahldifferenz und dem übertragenen Drehmoment die Reibleistung berechnet und anhand von dieser Reibleistung auf eine Temperatur der Kupplung geschlossen wird. Die Temperatur wird mit einem Schwellenwert verglichen. Vom Resultat dieses Vergleichs hängt die Freigabe eines Signals ab, welches auf eine Kupplungssteuereinheit wirkt, die ein Stellsignal zur Betätigung eines Regelventils ausgibt. Daraufhin wird ein Kupplungsstellglied mit einem Druckmedium beaufschlagt.

**[0008]** Weiterhin betrifft die DE 10 2005 026 615 A1 ein Verfahren zur Reduzierung einer Belastung einer automatisierten Reibkupplung. Hierbei wird anhand verschiedener Kennwerte auf den Belastungszustand der Kupplung im Hinblick auf eine thermische Belastung oder den Verschleiß geschlossen. Entsprechende Belastungswerte werden mit diesen zugeordneten Grenzwerten verglichen. Bei einer Überschreitung der Grenzwerte werden Maßnahmen zur Verringerung der Belastung der Kupplung ergriffen.

**[0009]** Die DE 35 31 434 A1 beschreibt ein Verfahren zum Steuern des Durchrutschens einer Kupp-

lung, bei welchem in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz ein das Rutschmoment erhöhender Stellwert an die Kupplung weitergegeben wird.

**[0010]** Die DE 196 39 296 C1 beschreibt eine Kupplung eines Kraftfahrzeugs, bei welcher die in Schlupfphasen aufgetretenen Energieverluste gespeichert werden. Hieraus wird auf den Verschleiß der Kupplungsbeläge rückgeschlossen.

**[0011]** Aus dem Stand der Technik ist es des Weiteren bekannt, bei einer heiß werdenden Kupplung ein Drehmoment zu begrenzen. Eine solche Drehmomentbegrenzung gilt jedoch dauerhaft, also auch, wenn die Drehmomentreduktion nicht mehr notwendig ist. Auch kann es hierbei vorkommen, dass die Drehmomentreduktion nicht ausreichend ist, um eine weitere Schädigung der Kupplung zu verhindern. Solche statischen Beschränkungen sind daher ungünstig, da sie gegebenenfalls das Drehmoment unnötig oder nicht ausreichend einschränken.

**[0012]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art sowie ein Fahrzeug mit einer zur Durchführung des Verfahrens ausgebildeten Einrichtung zu schaffen, mittels welchem eine Schädigung der Kupplung auf verbesserte Weise vermeidbar ist.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0014]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nach einem Überschreiten eines Schwellenwertes der Drehzahldifferenz ein auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachtes Drehmoment auf einen ersten Wert begrenzt. Anschließend wird das auf den ersten Wert begrenzte Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz auf einen zweiten Wert des Drehmoments geändert. Durch die von der Drehzahldifferenz abhängige Einstellung der Werte des auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachten Drehmoments lässt sich zuverlässig das jeweils maximal übertragbare Drehmoment bereitstellen. Einerseits wird so der erreichbare Vortrieb über Grund optimiert, und andererseits wird eine weitere Schädigung der Kupplung verhindert. Durch die von der Drehzahldifferenz abhängige Einstellung des Drehmoments wird dieses also auf das vom Motor auf das Getriebe übertragbare Moment hin optimiert. Bei einer geschädigten Kupplung kann so ein Dauerschlupf unterbunden werden. Nimmt die Drehzahldifferenz auf Grund der Anforderung eines hohen Drehmoments des Motors durch den Fahrer zu und bedingt dies eine Überhitzung der Kupplung, so lässt sich durch das Verfahren die Überhitzung verringern. Die Kupplung kann dann

nach dem Abkühlen wieder das gewünschte Drehmoment vom Motor auf das Getriebe übertragen.

**[0015]** Selbst bei einer Kupplungsschädigung ist so eine Notlauffunktion bereitgestellt, welche ein Auftreten von Folgekosten oder eines Liegenbleibens des Fahrzeugs zu verhindern im Stande ist.

**[0016]** Wenn es zu einem Eingriff in das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment gekommen ist, so kann der Fahrer über diesen Vorgang unterrichtet und so auf eine Schädigung der Kupplung hingewiesen werden. So kann der Fahrer dazu veranlasst werden, seinen Fahrstil anzupassen oder eine Werkstatt aufzusuchen.

**[0017]** Gemäß der Erfindung wird ausgehend von dem zweiten Wert des Drehmoments dieses während einer ersten Zeitspanne in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz verändert. Nimmt die Drehzahldifferenz ab, so kann das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment erhöht werden, während bei zunehmender Drehzahldifferenz das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment verringert wird. So ist ein stetiger Verlauf des Drehmoments erreichbar.

**[0018]** Weiterhin wird am Ende der ersten Zeitspanne das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment auf einen dritten Wert eingestellt, für dessen Ermittlung der erste Wert und die am Ende der ersten Zeitspanne vorliegende Drehzahldifferenz berücksichtigt werden. Es ergibt sich so ein integratives Verhalten, bei welchem der jeweilige Eingriff in das motorseitig aufgebrachte Drehmoment verstärkt wird. Durch die Berücksichtigung der jeweiligen Drehzahldifferenz wird stets das derzeit maximale Drehmoment von der motorseitigen Kupplungsscheibe auf die getriebeseitige Kupplungsscheibe übertragen. Dies sorgt für einen zufriedenstellenden Vortrieb des Fahrzeugs, und das mittels der Kupplung übertragbare Drehmoment wird besonders weitgehend genutzt.

**[0019]** Bevorzugt wird im Anschluss an das Ende der ersten Zeitspanne das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz auf einen vierten Wert des Drehmoments geändert. So kann besonders gut der Erfolg des während der ersten Zeitspanne vorgenommenen Veränderns des Drehmoments berücksichtigt werden.

**[0020]** Besonders einfach lässt sich das Verfahren umsetzen, wenn zum Ermitteln eines auf den ersten Wert des Drehmoments folgenden Werts die Drehzahldifferenz durch Verwenden eines Faktors berücksichtigt wird, welcher einer jeweiligen Drehzahldifferenz zugeordnet ist. Das Anwenden solcher Fak-

toren lässt sich nämlich regelungstechnisch besonders einfach realisieren.

**[0021]** Zum Zuordnen jeweiliger Faktoren zu jeweiligen Drehzahldifferenzen kann insbesondere wenigstens eine Kennlinie herangezogen werden. So stehen die Faktoren einfach und rasch zur Verfügung.

**[0022]** Bevorzugt wird der vierte Wert des Drehmoments erhalten, indem der erste Wert ein erstes Mal und ein zweites Mal mit dem Faktor multipliziert wird, welcher der am Ende der ersten Zeitspanne vorliegenden Drehzahldifferenz zugeordnet ist. So ergibt sich eine die jeweilige Drehzahldifferenz berücksichtigende Verstärkung des Eingriffs, welche den Erfolg der Veränderung des Drehmoments während der ersten Zeitspanne widerspiegelt. Dadurch kann erreicht werden, dass besonders rasch wieder das vom Fahrer angeforderte Drehmoment und nicht lediglich das verringerte Drehmoment von der motorseitigen Kupplungsscheibe auf die getriebeseitige Kupplungsscheibe übertragen wird.

**[0023]** Von Vorteil ist es weiterhin, wenn am Ende wenigstens einer weiteren Zeitspanne das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment auf einen weiteren Wert des Drehmoments geändert wird, indem der am Anfang der jeweiligen Zeitspanne vorliegende Wert des Drehmoments mit dem Faktor multipliziert wird, welcher der am Ende der weiteren Zeitspanne vorliegenden Drehzahldifferenz zugeordnet ist. Dadurch berücksichtigt das am Ende der jeweiligen Zeitspanne vorliegende Drehmoment die zuvor verwendeten Faktoren. So ergibt sich ein natürlich integratives Verhalten, ohne dass eine Vielzahl von Werten gehandhabt zu werden braucht. Dies erleichtert die regelungstechnische Umsetzung des Verfahrens.

**[0024]** Von Vorteil ist es hierbei, wenn im Anschluss an das Ende der wenigstens einen weiteren Zeitspanne das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment unter Verwendung des Faktors geändert wird, welcher der am Ende der weiteren Zeitspanne vorliegenden Drehzahldifferenz zugeordnet ist. So kann sukzessive das auf die Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment an das vom Fahrer geforderte Drehmoment herangeführt werden.

**[0025]** Bevorzugt wird ein Faktor größer Eins verwendet, wenn die Drehzahldifferenz geringer ist als ein weiterer Schwellenwert der Drehzahldifferenz. So kann besonders einfach und effektiv das maximal übertragbare Drehmoment freigegeben werden.

**[0026]** Um dies zu erreichen, kann auch beim Unterschreiten des weiteren Schwellenwerts der Drehzahldifferenz ein vorbestimmter Wert des auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachten Drehmoments zu dem anhand des Faktors bestimmten Wert

nach Art eines Offsets hinzugefügt werden. Dies erleichtert das rasche Erreichen des vom Fahrer angeforderten Drehmoments.

**[0027]** Besonders aufwandsarm lässt sich das Verfahren durchführen, wenn die jeweiligen Werte der auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachten Drehmomente im Speicher eines Reglers abgelegt werden, mittels welchem während jeweiliger Zeitspannen das Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz verändert wird.

**[0028]** Schließlich hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn das Begrenzen oder Verändern des auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachten Drehmoments unterbunden wird, wenn der Fahrer des Fahrzeugs die Kupplung derart betätigt, dass die Drehzahldifferenz auf diese Betätigung zurückzuführen ist. Um dies festzustellen, kann beispielsweise bewertet werden, wie weit der Fahrer ein Kupplungspedal betätigt, welchen Weg also das Kupplungspedal von einer nicht getretenen Stellung hin einer vollständig durchgetretenen Stellung zurückgelegt hat.

**[0029]** Bei dieser Ausgestaltung wird also das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment lediglich dann begrenzt und verändert, wenn die Kupplung als ausreichend geschlossen angesehen wird. Ein ausreichendes Geschlossenensein der Kupplung kann beispielsweise angenommen werden, wenn der aufgrund der Betätigung des Kupplungspedals durch den Fahrer zurückgelegte Pedalweg weniger als 25% des gesamten Pedalwegs beträgt.

**[0030]** Wenn somit der Fahrer bewusst durch Betätigung des Kupplungspedals die Drehzahldifferenz, also den Schlupf der Kupplungsscheiben anfordert, so soll bei dieser Ausgestaltung des Verfahrens dem Fahrer selbst unter Inkaufnahme einer Schädigung der Kupplung die Möglichkeit gelassen werden, Kupplungsvorgänge durchzuführen.

**[0031]** Das erfindungsgemäße Fahrzeug weist eine vom Fahrer des Fahrzeugs betätigbare Kupplung und eine Einrichtung zum Einstellen eines auf eine motorseitige Kupplungsscheibe der Kupplung aufbringbaren Drehmoments auf. Hierbei ist die Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet. Bei einem solchen Fahrzeug lässt sich eine Schädigung der Kupplung auf verbesserte Weise vermeiden.

**[0032]** Die für das erfindungsgemäße Verfahren beschriebenen Vorteile und bevorzugten Ausführungsformen gelten auch für das erfindungsgemäße Fahrzeug und umgekehrt.

**[0033]** Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die

nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in der Figur alleine 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.

**[0034]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnung.

**[0035]** Diese zeigt beispielhaft die Regelung des auf eine motorseitige Kupplungsscheibe einer Kupplung eines Kraftwagens aufgetragenen Drehmoments im Vergleich zu einem von einem Fahrer angeforderten Drehmoment, wobei bei dieser Momentenregelung die Drehzahldifferenz zwischen der motorseitigen Kupplungsscheibe und einer getriebeseitigen Kupplungsscheibe berücksichtigt wird.

**[0036]** Anhand eines in der Figur gezeigten Graphen **10** soll ein Verfahren zum Kupplungsschutz für einen Kraftwagen mit Handschaltgetriebe veranschaulicht werden. Dabei ist auf einer ersten Seite **12** einer Ordinate eine Differenz zwischen der Motordrehzahl und der Drehzahl einer getriebeseitigen Kupplungsscheibe in Umdrehungen pro Minute aufgetragen.

**[0037]** Die Drehzahl der Kupplungsscheibe kann anhand des eingelegten Gangs und der Raddrehzahl ermittelt werden, wobei der eingelegte Gang insbesondere mittels eines Sensors, etwa eines Allgangssensors erfasst werden kann. Zusätzlich oder alternativ kann an der Getriebeseite der Kupplung ein Sensor verbaut werden, um die ausgangsseitige Drehzahl der Kupplung zu erfassen. Ein die Motordrehzahl angegebener Datenwert liegt beispielsweise in einem Motorsteuergerät vor.

**[0038]** Falls die Drehzahl der getriebeseitigen Kupplungsscheibe anhand der Raddrehzahl ermittelt wird und die Drehzahl auf der Eingangsseite der Kupplung anhand der Motordrehzahl, so wird bevorzugt eine Synchronisierung vorgenommen. Die Motordrehzahl steht nämlich unmittelbar, also in Echtzeit zur Verfügung, während bei der Ermittlung der getriebeseitigen Kupplungsscheibe anhand der Raddrehzahl eine Zeitverzögerung auftritt. Dies liegt an der für die Berechnung und die Übertragung der entsprechenden Datenwerte nötigen Zeitspanne. Berücksichtigt man diese Zeitverzögerung, so erhält man die reale Drehzahldifferenz mit einer besonders hohen Präzision.

**[0039]** Vor der Verwendung der Drehzahldifferenz für die nachstehend beschriebene Momentenregelung kann der durch Differenzbildung der Drehzahlen ermittelte Wert gefiltert werden.

**[0040]** Auf einer anderen Seite **14** der Ordinate ist ein Drehmoment in Nm aufgetragen, wobei eine erste Kurve **16** ein vom Fahrer angefordertes Drehmoment angibt und eine zweite Kurve **18** ein auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgetragenes Drehmoment, also das tatsächlich an der Kupplung umgesetzte Drehmoment. Auf einer Abszisse **20** ist die Zeit  $t$  aufgetragen. Eine dritte Kurve **22** gibt die Drehzahldifferenz zwischen der getriebeseitigen Kupplungsscheibe und der motorseitigen Kupplungsscheibe der Kupplung an.

**[0041]** Zur Veranschaulichung der Momentenregelung auf Basis der Drehzahldifferenz der Kupplungsscheiben ist vorliegend beispielhaft ein Fall gezeigt, in welchem das Auftreten eines Schlupfes, also einer Drehzahldifferenz durch eine vorangegangene Überhitzung der Kupplung bedingt ist.

**[0042]** Wie aus der Figur hervorgeht, entspricht zunächst das vom Fahrer angeforderte Drehmoment (Kurve **16**) dem umgesetzten Drehmoment (Kurve **18**). Hierbei zeigt sich jedoch bereits zeitweise, nämlich beim Anfordern eines höheren Drehmoments durch den Fahrer, eine Drehzahldifferenz der Kupplungsscheiben. Jedoch liegt diese Drehzahldifferenz zunächst unterhalb eines Schwellenwerts **24**. Der frei wählbare Schwellenwert **24** kann in einem Speicher eines Reglers gespeichert sein, welcher die Momentenregelung durchführt. Vorliegend ist als Schwellenwert **24** beispielhaft eine Drehzahldifferenz von 200 Umdrehungen pro Minute angegeben. Es können jedoch auch andere Drehzahldifferenzen größer Null als Schwellenwert **24** vorgesehen sein.

**[0043]** In einem Zeitpunkt **26** wird der Schwellenwert **24** vorliegend erstmals überschritten. Ist dies der Fall, so wird zunächst überprüft, ob der Fahrer das Kupplungspedal betätigt hat, also einen Schlupf anfordert und die Differenz der Drehzahlen durch dieses Treten des Kupplungspedals bedingt ist. Wird jedoch die Kupplung als ausreichend geschlossen bewertet und dennoch der Schwellenwert **24** überschritten, so wird nach einem gewissen Entprellzeit **28** von beispielsweise 100 Millisekunden das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgetragene Drehmoment auf einen ersten Wert **30** begrenzt. Mit anderen Worten wird nach dem Verstreichen der Entprellzeit **28**, also zu einem Zeitpunkt **29**, das gerade abgegebene Drehmoment des Motors eingefroren.

**[0044]** Dieser erste Wert **30** wird in dem Speicher des Reglers abgelegt. Bei der ersten Begrenzung des vom Motor abgegebenen Drehmoments wird also faktisch der Wert **30** gespeichert, welcher die Abweichung der Drehzahlen der Kupplungsscheiben voneinander hervorgerufen hat. Dieses Aktivieren des Reglers führt nun dazu, dass lediglich das vom Regler freigegebene Drehmoment auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebracht wird und nicht das

vom Fahrer angeforderte Drehmoment, solange der Fahrer ein höheres Drehmoment anfordert als die Kupplung übertragen kann. Bei aktiviertem Regler wird also die Verbindung von der Fahreranforderung zum tatsächlich übertragenen Drehmoment unterbrochen.

**[0045]** Unmittelbar nach dem Begrenzen des Drehmoments auf den ersten Wert **30** wird vorliegend das Drehmoment auf einen zweiten Wert **32** verringert. Bei dieser Verringerung wird berücksichtigt, wie groß die Drehzahldifferenz im Moment der Begrenzung auf den ersten Wert **30** gerade ist. Wenn wie im beispielhaft geschilderten Fall die Drehzahldifferenz im Zeitpunkt **29** bei etwa 300 Umdrehungen pro Minute liegt, so kann der erste Wert **30** auf den zweiten Wert **32** verringert werden, indem der erste Wert **30** mit einem Faktor multipliziert wird, welcher dieser Drehzahldifferenz zugeordnet ist. Dieser Faktor ist geringer als Eins und kann bei der beispielhaft angegebenen Drehzahldifferenz von 300 Umdrehungen pro Minute etwa bei 0,6 liegen.

**[0046]** Während einer ersten Zeitspanne **34**, also während eines ersten Regelungszyklus wird nun ausgehend von diesem zweiten Wert **32** das Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz geregelt. Sinken die Drehzahldifferenzen, so wird ein größeres Drehmoment freigegeben, welches auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebracht wird. Mit anderen Worten wird die Reduktion des Drehmoments verringert. Umgekehrt wird bei ansteigenden Drehzahldifferenzen das freigegebene Drehmoment verringert. Entsprechend sind in der ersten Zeitspanne **34** die jeweiligen Verläufe der Kurve **22** und der Kurve **18** gegenläufig.

**[0047]** Am Ende der ersten Zeitspanne **34** wird das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment auf einen dritten Wert **36** eingestellt, für dessen Ermittlung der erste Wert **30** und die am Ende der ersten Zeitspanne **34** vorliegende Drehzahldifferenz berücksichtigt werden. Beispielsweise kann wie vorliegend die Drehzahldifferenz am Ende der ersten Zeitspanne **34** bei 250 Umdrehungen pro Minute liegen und der erste Wert **30** mit einem Faktor von beispielsweise 0,75 multipliziert werden, welcher dieser Drehzahldifferenz zugeordnet ist. Der dritte Wert **36** des Drehmoments wird am Ende der Zeitspanne **34**, also zu einem Zeitpunkt **38** in dem Speicher des Reglers abgelegt.

**[0048]** Unmittelbar im Anschluss an das Ende der ersten Zeitspanne **34** wird das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz auf einen vierten Wert **40** verringert. Hierbei wird die im Zeitpunkt **38** vorliegende Drehzahldifferenz beispielsweise derart berücksichtigt, dass der erste Wert **30** zweimal mit dem Faktor multipliziert wird, welcher der am Ende

der ersten Zeitspanne **34** vorliegenden Drehzahldifferenz zugeordnet ist. Vorliegend wird also beispielsweise der erste Wert **30** ein erstes Mal mit dem Faktor 0,75 und ein zweites Mal mit dem Faktor 0,75 multipliziert, um den vierten Wert **40** zu erhalten.

**[0049]** Anschließend, also während einer zweiten Zeitspanne **42** orientiert sich der Verlauf des vom Regler freigegebenen Drehmoments wiederum am Verlauf der Drehzahldifferenz. Am Ende dieser zweiten Zeitspanne **42** beziehungsweise dieses zweiten Regelungsintervalls wird ein weiterer Wert **44** des Drehmoments im Speicher des Reglers abgelegt. In diesen weiteren Wert **44** geht der Faktor ein, welcher der am Ende der zweiten Zeitspanne **42** vorliegenden Drehzahldifferenz zugeordnet ist. Beispielsweise kann am Ende der zweiten Zeitspanne **42** aufgrund des Verringerens des auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachten Drehmoments die Drehzahldifferenz auf etwa 100 Umdrehungen pro Minute abgesunken sein. Einer solchen Drehzahldifferenz kann ein Faktor von beispielsweise 0,9 zugeordnet sein.

**[0050]** Der weitere Wert **44** wird entsprechend erhalten, indem der am Anfang der zweiten Zeitspanne **42** vorliegende Wert, also der dritte Wert **36** mit diesem Faktor multipliziert wird. Am Ende einer jeweiligen Zeitspanne wie der zweiten Zeitspanne **42** wird also stets ein neuer zu speichernder Wert bestimmt, indem der zu Beginn der Zeitspanne vorliegende Wert mit dem am Ende der Zeitspanne vorliegenden Faktor multipliziert wird. Der neue zu speichernde Wert entspricht also dem alten gespeicherten Wert mal dem von der Drehzahldifferenz abhängigen Faktor. So ergibt sich mit jedem Regelungszyklus, also mit jeder weiteren Zeitspanne ein natürlich integratives Verhalten, welches den Reglereingriff mit dem Faktor verstärkt, welcher der Drehzahldifferenz am Ende der jeweiligen Zeitspanne zugeordnet ist.

**[0051]** Im vorliegend beispielhaft gezeigten Fall liegt am Ende der zweiten Zeitspanne **42**, also zu einem Zeitpunkt **46** weiterhin eine Drehzahldifferenz größer Null vor, nämlich eine Drehzahldifferenz von etwa 100 Umdrehungen pro Minute. Entsprechend wird im Anschluss an das Ende dieser Zeitspanne **42**, also zu Beginn einer weiteren Zeitspanne **48** der weitere Wert **44** wiederum mit dem Faktor multipliziert, welcher dieser Drehzahldifferenz zugeordnet ist, beispielhaft also mit dem Faktor von 0,9. Folglich wird zu Beginn der weiteren Zeitspanne **48** das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment erneut verringert. Mit dieser Maßnahme wird vorliegend erreicht, dass die Drehzahldifferenz auf Null absinkt, also eine Synchronität der Kupplungsscheiben vorliegt.

**[0052]** Entsprechend steigt während der weiteren Zeitspanne **48** das an der Kupplung umgesetzte Drehmoment auf Werte an, welche größer sind als

der zum Zeitpunkt **46** vorliegende Wert des Drehmoments.

**[0053]** Es kann beispielsweise vorgesehen sein, einer Drehzahldifferenz von Null einen Faktor von 1, 2 zuzuordnen. Entsprechend wird am Ende der Zeitspanne **48** der weitere Wert **44** mit diesem Faktor multipliziert und ein weiterer im Speicher des Reglers abzulegender Wert **50** wird erhalten. Dieser neu gespeicherte Wert **50** wird nun mit dem Faktor multipliziert, welcher der am Ende der Zeitspanne **48** vorliegenden Drehzahldifferenz entspricht, beispielsweise also mit dem Faktor von 1,2.

**[0054]** Während einer darauffolgenden Zeitspanne **52** folgt dann das vom Regler freigegebene Drehmoment erneut dem Verlauf der Drehzahldifferenz. Beispielsweise führt während dieser Zeitspanne **52** ein Ansteigen **54** der Drehzahldifferenz zu einem Absenken **56** des vom Regler freigegebenen, also an der Kupplung umgesetzten Drehmoments. Am Ende dieser Zeitspanne **52** wird ein weiterer Wert **58** des Drehmoments gespeichert. Dieser weitere Wert **58** wird durch Multiplikation des Werts **50** mit dem Faktor erhalten, welcher der am Ende der Zeitspanne **52** vorliegenden Drehzahldifferenz zugeordnet ist. Vorliegend wird mit diesem Wert **58** schon beinahe das vom Fahrer angeforderte, durch die Kurve **16** veranschaulichte Drehmoment erhalten. Das vom Regler freigegebene Drehmoment entspricht also nahezu dem vom Fahrer angeforderte Drehmoment, welches beispielsweise gemäß dem anhand der Figur veranschaulichten Beispiel einem maximalen Drehmoment von 500 Nm entspricht.

**[0055]** Ergibt – wie vorliegend – die Multiplikation des Werts **58** mit dem am Ende der Zeitspanne **52** vorliegenden Faktor ein Drehmoment, welches größer oder gleich dem vom Fahrer maximalen anforderbaren Drehmoment ist, so wird die Regelung beendet, und es wird wieder das volle vom Fahrer angeforderte Drehmoment freigegeben.

**[0056]** Die Regelungszyklen oder Zeitspannen **34**, **42**, **48**, **52** an deren Anfang und Ende jeweilige Speicherwerte im Speicher des Reglers abgelegt werden, können beispielsweise eine Länge von 250 Millisekunden haben. Jedoch sind auch die Längen dieser Zeitspannen **34**, **42**, **48**, **52** oder Regelungsintervalle frei wählbar, also applizierbar. Während der Zeitspannen **34**, **42**, **48**, **52** kann das Einstellen des jeweiligen Drehmoments in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz in einer Taktung von 10 Millisekunden erfolgen, wobei der der jeweiligen Drehzahldifferenz zugeordnete Faktor Verwendung findet.

**[0057]** Der Faktor stellt den Hub des Reglers um das am Beginn des jeweiligen Regelungsintervalls gespeicherte Moment dar, wobei beispielsweise Faktoren zwischen 0,5 und 1,2, also zwischen 50% und

120% vorgesehen sein können. Hierbei entspricht der Faktor von 1,0 dem Wert des zuletzt im Speicher abgelegten Drehmoments. Ein Faktor größer Eins kann insbesondere verwendet werden, wenn die Drehzahldifferenz geringer ist als ein vorbestimmter weiterer Schwellenwert **60** der Drehzahldifferenz.

**[0058]** Der jeweilige Faktor, welcher der jeweiligen Drehzahldifferenz zugeordnet ist, kann beispielsweise einer Kennlinie entnommen werden, welche in dem Speicher des Reglers abgelegt ist. In dem Speicher können auch die jeweiligen Schwellenwerte **24**, **60** abgelegt sein.

**[0059]** Vorliegend wird also das übertragene Drehmoment heruntergefahren, dadurch der Schlupfzustand an den Kupplungsscheiben verringert und anschließend das umgesetzte Drehmoment wieder kontrolliert freigegeben. Dies geschieht solange, bis sich wieder ein unerwünscht hoher Schlupf zeigt, das volle Drehmoment umgesetzt werden kann oder der Fahrer seine Anforderung des hohen Drehmoments beendet.

**[0060]** Die Momentenregelung wird also beispielsweise beendet, wenn der Fuß des Fahrers das Gaspedal verlässt oder wenn der Regler unter Beibehaltung der Synchronität an den Kupplungsscheiben das maximale Drehmoment freigegeben hat.

**[0061]** Durch die vorliegend beschriebene zyklisch geregelte Optimierung des an der Kupplung übertragbaren Drehmoments bleibt auch bei einer geschädigten Kupplung die Fahrbarkeit erhalten, und es wird der erreichbare Vortrieb des Kraftwagens optimiert.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Kupplung eines Fahrzeugs, welche von einem Fahrer des Fahrzeugs betätigbar ist, bei welchem eine Drehzahldifferenz (**22**) zwischen einer motorseitigen Kupplungsscheibe und einer getriebeseitigen Kupplungsscheibe erfasst wird, wobei nach einem Überschreiten eines Schwellenwerts (**24**) der Drehzahldifferenz (**22**) ein auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachtes Drehmoment auf einen ersten Wert (**30**) begrenzt wird, wobei anschließend das auf den ersten Wert (**30**) begrenzte Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz (**22**) auf einen zweiten Wert (**32**) des Drehmoments geändert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ausgehend von dem zweiten Wert (**32**) des Drehmoments dieses während einer ersten Zeitspanne (**34**) in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz (**22**) verändert wird und am Ende der ersten Zeitspanne (**34**) das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment auf einen dritten Wert (**36**) eingestellt wird, für dessen Ermittlung der erste Wert (**30**) und

die am Ende der ersten Zeitspanne (34) vorliegende Drehzahldifferenz (22) berücksichtigt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Anschluss an das Ende der ersten Zeitspanne (34) das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz (22) auf einen vierten Wert (40) des Drehmoments geändert wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Ermitteln eines auf den ersten Wert (30) des Drehmoments folgenden Werts (32, 36, 40, 44, 50, 58) die Drehzahldifferenz (22) durch Verwenden eines einer Kennlinie entnehmbaren Faktors berücksichtigt wird, welcher einer jeweiligen Drehzahldifferenz (22) zugeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3 in dessen Rückbezug auf Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vierte Wert (40) des Drehmoments erhalten wird, indem der erste Wert (30) ein erstes Mal und ein zweites Mal mit dem Faktor multipliziert wird, welcher der am Ende der ersten Zeitspanne (34) vorliegenden Drehzahldifferenz (22) zugeordnet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Ende wenigstens einer weiteren Zeitspanne (42, 48, 52) das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment auf einen weiteren Wert (44, 50, 58) des Drehmoments geändert wird, indem der am Anfang der jeweiligen Zeitspanne (42, 48, 52) vorliegende Wert des Drehmoments mit dem Faktor multipliziert wird, welcher der am Ende der weiteren Zeitspanne (42, 48, 52) vorliegenden Drehzahldifferenz (22) zugeordnet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Anschluss an das Ende der wenigstens einen weiteren Zeitspanne (42, 48, 52) das auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachte Drehmoment unter Verwendung des Faktors geändert wird, welcher der am Ende der weiteren Zeitspanne (42, 48, 52) vorliegenden Drehzahldifferenz (22) zugeordnet ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Faktor größer Eins verwendet wird, wenn die Drehzahldifferenz (22) geringer ist als ein weiterer Schwellenwert (60) der Drehzahldifferenz (22).

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen Werte (30, 36, 44, 50, 58) des auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachten Drehmoments in einem Speicher eines Reglers abgelegt werden, mittels welchem während jeweiliger Zeitspannen (34, 42, 48, 52) das Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz (22) verändert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Begrenzen oder Verändern des auf die motorseitige Kupplungsscheibe aufgebrachten Drehmoments unterbunden wird, wenn der Fahrer des Fahrzeugs die Kupplung derart betätigt, dass die Drehzahldifferenz (22) auf diese Betätigung zurückzuführen ist.

10. Fahrzeug mit einer von einem Fahrer des Fahrzeugs betätigbaren Kupplung und mit einer Einrichtung zum Einstellen eines auf eine motorseitige Kupplungsscheibe der Kupplung aufbringbaren Drehmoments, wobei die Einrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

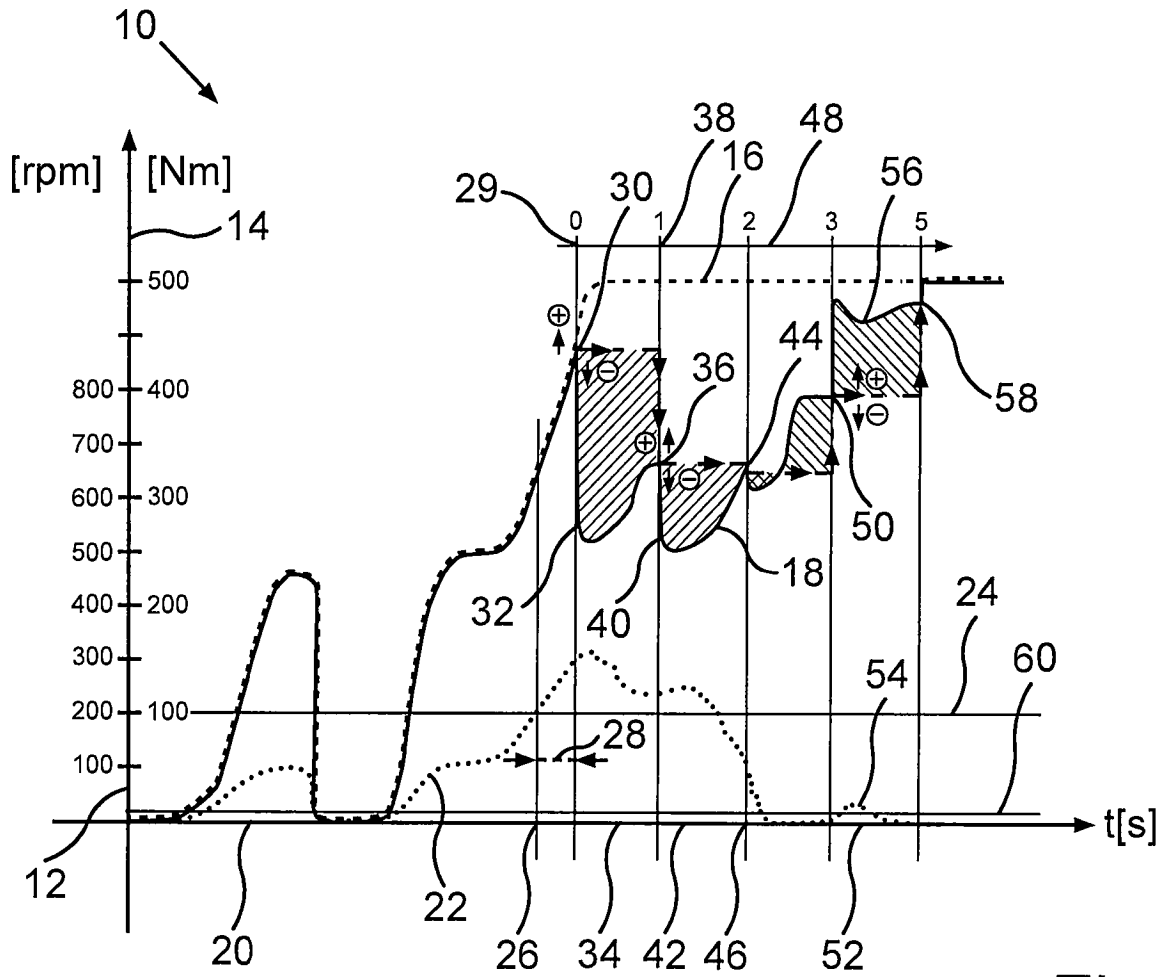


Fig.