



(10) **DE 10 2012 024 902 A1** 2014.06.26

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 024 902.0**

(22) Anmeldetag: **20.12.2012**

(43) Offenlegungstag: **26.06.2014**

(51) Int Cl.: **B60R 16/02 (2006.01)**
B60J 1/12 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Brose Fahrzeugteile GmbH & Co.
Kommanditgesellschaft, Hallstadt, 96103,
Hallstadt, DE**

(74) Vertreter:
**FDST Patentanwälte Freier Dörr Stammler
Tschirwitz, 90411, Nürnberg, DE**

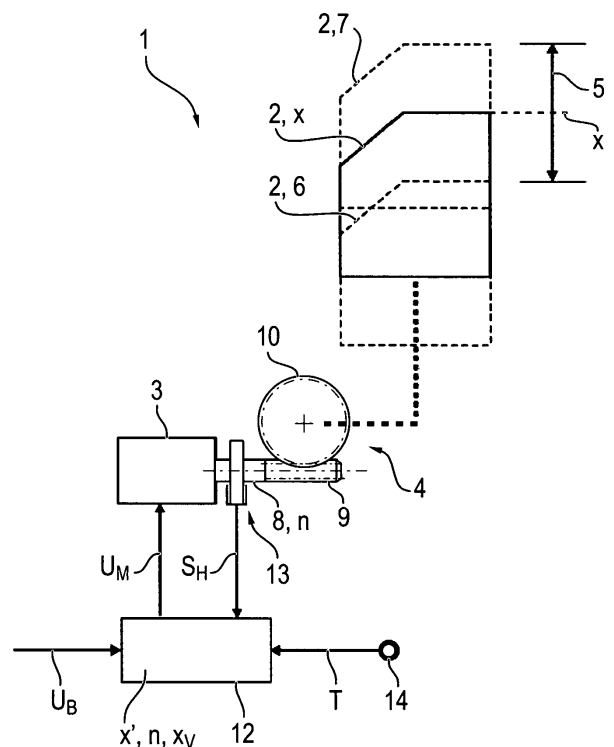
(72) Erfinder:
Scholz, Marcus, 96215, Lichtenfels, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Stellvorrichtung zur Verstellung eines beweglichen Fahrzeugteils und Verfahren zum Betrieb derselben**

(57) Zusammenfassung: Um eine Zielposition (x_Z) eines beweglichen Fahrzeugteil (2) mittels einer motorischen Stellvorrichtung (1) mit einfachen Mitteln präzise anfahren zu können, wird ein Stellmotor (3) der Stellvorrichtung (1) um einen vorgegebenen Vorlauf (x_V) vor dem Erreichen der Zielposition (x_Z) gestoppt. Der Vorlauf (x_V) wird dabei in Abhängigkeit der Motordrehzahl (n) oder einer damit korrelierten Stellgeschwindigkeitsmessgröße sowie in Abhängigkeit einer für die Umgebungstemperatur der Stellvorrichtung (1) charakteristischen Temperaturmessgröße (T) variiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb einer motorischen Stellvorrichtung für ein bewegliches Fahrzeugteil. Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf eine zugehörige Stellvorrichtung zur Verstellung des Fahrzeugteils. Bei dem zu verstellenden Fahrzeugteil handelt es sich insbesondere um eine Fahrzeug-Fensterscheibe, bei der Stellvorrichtung insbesondere um einen elektromotorischen Fensterheber.

[0002] Eine präzise Einstellung der Stellposition ist bei einem motorisch beweglichen Fahrzeugteil oft erforderlich oder zumindest wünschenswert. So ist eine ungenaue Positionierung einer Fahrzeug-Fensterscheibe beispielsweise für die sogenannte Kurzhubfunktion von erheblichem Nachteil, bei der die Fensterscheibe aus der oberen Türdichtung einer rahmenlosen Fahrzeugtür herausgefahren wird, um eine widerstandsfreie Öffnung der Fahrzeugtür zu ermöglichen. Für die Kurzhubbewegung werden seitens der Fahrzeughersteller oft enge Grenzen gesetzt. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass einerseits die Fensterscheibe vollständig aus der Fensterdichtung herausgefahren wird, dass aber andererseits die Fensterscheibe nach dem Kurzhub nicht zu weit offen steht, zumal ansonsten nach den geltenden gesetzlichen Vorschriften für das Rückfahren der Fensterscheibe mitunter zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen wie z. B. eine Einklemmschutzautomatik benötigt werden.

[0003] Eine präzise Anfahrung ist aber auch bei anderen Stellpositionen einer Fensterscheibe wünschenswert, insbesondere beim Anfahren des unteren oder oberen Vorabschaltpunktes, an dem die Fensterscheibe üblicherweise gestoppt wird, kurz bevor sie den (unteren bzw. oberen) Blockzustand tatsächlich erreicht. Eine präzise Positionierung einer Fensterscheibe ist des Weiteren z. B. auch bei der Anfahrung des sogenannten RELAN(Relax After Normalization)-Punktes wünschenswert. Als RELAN-Punkt wird diejenige Fensterscheibenposition bezeichnet, zu der die Fensterscheibe häufig nach einer Justierungsfahrt in den unteren oder oberen Blockzustand zur Entspannung der Stellmechanik zurückgefahren wird.

[0004] Eine präzise Einstellung der Stellposition ist ferner auch bei anderen speziellen Scheibenpositionen (z. B. einem automatisch eingestellten „Raucherspalt“) aus ästhetischen Gründen wünschenswert. Zudem ist eine präzise Stellpositionseinstellung auch bei anderen Stellvorrichtungen in einem Fahrzeug, insbesondere Sitzverstellungen, Tür- und Verdeckverstellungen, etc. von Vorteil.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Stellvorrichtung der vorstehend genannten Art

mit einfachen Mitteln eine besonders präzise Einstellung der Stellposition des zu verstellenden Fahrzeugteils sicherzustellen.

[0006] Hinsichtlich eines Verfahrens zum Betrieb einer motorischen Stellvorrichtung für ein bewegliches Fahrzeugteil wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Hinsichtlich der Stellvorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 4. Hinsichtlich einer Steuereinheit zur Ansteuerung des elektrischen Motors einer Stellvorrichtung und hinsichtlich eines – zur Implementierung in einer solchen Steuereinheit vorgesehenen – Computerprogrammprodukts wird die obige Aufgabe ferner erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 5 beziehungsweise des Anspruchs 6. Vorteilhafte und teils für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungsformen und Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung dargelegt. Das zu verstellende Fahrzeugteil ist nachfolgend auch als „Stellelement“ bezeichnet.

[0007] Verfahrensgemäß wird der Stellmotor der Stellvorrichtung bei einem Stellvorgang – durch Abschalten der ihm zugeführten elektrischen Betriebsspannung – um einen vorgegebenen Vorlauf vor dem Erreichen einer Zielposition des Stellelements gestoppt. Der Stellmotor wird also mit anderen Worten bereits zu einem Zeitpunkt abgeschaltet, zu dem das Stellelement noch um den Vorlauf von seiner Zielposition entfernt ist.

[0008] Der Begriff „Vorlauf“ bezeichnet somit das Stellwegintervall, um das sich der Stoppunkt (Abschaltposition) des Stellmotors von der gewünschten Zielposition des Stellelements unterscheidet. Die Größe des Vorlaufs kann hierbei wahlweise auf den von dem Stellelement tatsächlich zurückgelegten Stellweg bezogen sein und so – im Falle einer zu verstellenden Fensterscheibe – beispielsweise in Einheiten von Millimetern oder Zentimetern des Scheibenvorschubs angegeben sein. Alternativ kann der Vorlauf auch in Einheiten einer Größe ausgedrückt sein, die mit dem zurückgelegten Stellweg des Stellelements in einer eindeutigen (linearen oder nicht-linearen) Beziehung steht. So kann der Vorlauf im Rahmen der Erfindung beispielsweise auch unter Bezug auf den Umdrehungswinkel angegeben, um den die Motorwelle des Stellmotors zur Realisierung des entsprechenden Vorschubs des Stellelements rotiert (beispielsweise durch die Anzahl der Viertelumdrehungen der Motorwelle). Wiederum alternativ kann der Vorlauf im Rahmen der Erfindung auch unter Bezug auf die Zeitspanne angegeben werden, die der Stellmotor für die Verstellung des Stellelements um das entsprechende Stellwegintervall benötigt.

[0009] Erfindungsgemäß wird nun der Vorlauf nicht fest vorgegeben. Vielmehr wird der Vorlauf einerseits in Abhängigkeit der Motordrehzahl oder einer damit korrelierten Stellgeschwindigkeitsmessgröße variiert. Andererseits wird der Vorlauf erfindungsgemäß auch in Abhängigkeit einer Temperaturmessgröße variiert, die für die Umgebungstemperatur der Stellvorrichtung charakteristisch ist.

[0010] Als „Stellgeschwindigkeitsmessgröße“ wird hierbei eine Größe bezeichnet, die mit der Motordrehzahl in einer eindeutigen (linearen oder nicht-linearen) funktionalen Beziehung steht. Als indirekte „Stellgeschwindigkeitsmessgröße“ wird hierbei im Rahmen der Erfindung insbesondere die gemessene Batteriespannung des Fahrzeugs herangezogen, die den Betrag der Betriebsspannung für den Motor und somit die Motordrehzahl bestimmt. Die „Temperaturmessgröße“ kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens wahlweise die Außentemperatur in der Umgebung des Fahrzeugs, die Temperatur im Fahrzeuginnenraum oder beispielsweise die Temperatur eines Fahrzeugteils angeben. Anstelle einer direkten Temperaturangabe kann es sich bei der Temperaturmessgröße im Rahmen der Erfindung auch um eine Größe handeln, die zu der gemessenen Temperatur in einer eindeutigen (linearen oder nicht-linearen) funktionalen Beziehung steht.

[0011] Die Erfindung beruht auf der Überlegung, dass Ungenauigkeiten bei der Stellpositionseinstellung maßgeblich durch die Tatsache bedingt sind, dass der Stellmotor und das Stellelement mit dem Abschalten der Betriebsspannung nicht instantan stehen bleiben, sondern sich aufgrund ihrer mechanischen Trägheit zunächst weiterbewegen. Diese Weiterbewegung ist nachfolgend als „Nachlauf“ und soll durch den verfahrensgemäß vorgesehenen Vorlauf bestmöglich kompensiert werden.

[0012] Erkenntermaßen hängt der Nachlauf maßgeblich von der Drehzahl des Stellmotors und der dadurch bedingten kinetischen Energie ab. Der Nachlauf ist somit in der Regel umso größer, je schneller sich der Stellmotor zum Stoppunkt (Abschaltzeitpunkt) dreht.

[0013] Erkenntermaßen genügt die Berücksichtigung der Motordrehzahl alleine aber nicht aus, um die Endposition, an der das Stellelement nach dem Abschalten des Stellmotors tatsächlich zum Stehen kommt, exakt vorherzusagen. Vielmehr ist diese Endposition auch von dem mechanischen Spiel der Stellvorrichtung und dem der Bewegung des Stellelements entgegenwirkenden Stellwiderstand abhängig. Im Rahmen der Erfindung hat sich hierbei gezeigt, dass die beiden letztgenannten Einflüsse durch eine – empirisch bestimmbare – Temperaturabhängigkeit des Vorlaufs einfach, dennoch aber präzise berücksichtigt werden können. Das erfindungsgemäße

Verfahren zeichnet sich demnach durch hohe Präzision bei der Einstellung einer gewünschten Zielposition aus, ist aber gleichzeitig besonders leicht umsetzbar.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung wird zusätzlich zu der Motordrehzahl (oder anderweitigen Stellgeschwindigkeitsmessgröße) und der Temperaturmessgröße auch die Stellrichtung berücksichtigt, mit der das Stellelement bewegt wird. Dies trägt der Erkenntnis Rechnung, dass der Nachlauf des Stellelements in der Praxis auch teils erheblich von der Richtung der Stellbewegung abhängt. Erkenntermaßen betrifft dies in besonderem Maße auf Stellvorrichtungen für Stellelemente zu, deren Stellweg exakt vertikal ausgerichtet ist oder zumindest eine vertikale Bewegungskomponente aufweist. Neben Fensterhebern fallen hierunter beispielsweise auch Stellvorrichtungen zum automatischen Öffnen von Fahrzeug-Heckklappen, Sitzlehnen, etc. Die Bewegung des Stellelements nach dem Abschalten des Stellmotors wird hierbei zusätzlich auch von dem Eigengewicht des Stellelements beeinflusst. So muss beim Anheben des Stellelements gegen das Eigengewicht des Stellelements gearbeitet werden. Das Stellelement hat in diesem Fall nur eine geringe Nachlauftendenz, zumal die mechanische Trägheit des Stellelements durch die entgegenwirkende Gewichtskraft ganz oder teilweise kompensiert wird. Beim Absenken des Stellelements wirken dagegen die mechanische Trägheit und die Gewichtskraft des Stellelements in die gleiche Richtung, so dass der Nachlauf des Stellelements in diesem Fall regelmäßig wesentlich größer ausfällt.

[0015] Erkenntermaßen ist die stellrichtungsabhängige Nachlauftendenz dabei stark mit der Temperaturabhängigkeit des Nachlaufs korreliert. Dies liegt bei einer Fensterscheibe beispielsweise maßgeblich daran, dass der Laufwiderstand der Fensterscheibe stark von der Fensterdichtung beeinflusst ist und mit steigender Temperatur der Dichtung erheblich abnimmt.

[0016] In einer Verfahrensvariante, die auf die Verstellung eines (exakt oder teilweise) vertikal beweglichen Stellelements ausgerichtet ist, ist vorgesehen, dass der Vorlauf beim Absenken des Stellelements um einen Korrekturfaktor gegenüber demjenigen Vorlaufwert vergrößert wird, der – unter ansonsten gleichen Bedingungen – für das Anheben vorgesehen ist. Der Korrekturfaktor wird hierbei in Abhängigkeit von der Temperaturmessgröße variiert.

[0017] Die Stellvorrichtung umfasst einen elektrischen Stellmotor, eine Stellmechanik sowie eine Steuereinheit. Die Stellmechanik dient hierbei zur antriebstechnischen Kopplung des Stellmotors mit dem Stellelement. Die Steuereinheit dient wiederum zur Ansteuerung des Stellmotors.

[0018] Erfindungsgemäß ist hierbei die Steuereinheit programm- und/oder schaltungstechnisch zur automatischen Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere in einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten, eingerichtet. In bevorzugter Ausgestaltung ist die Steuereinheit dabei zumindest im Kern durch einen Mikrocontroller gebildet, in dem das erfindungsgemäße Verfahren in Form einer Betriebssoftware (Firmware) programmtechnisch implementiert ist, so dass das Verfahren bei Ausführung der Betriebssoftware in den Mikrocontroller automatisch durchgeführt wird. Alternativ hierzu kann die Steuereinheit im Rahmen der Erfindung aber auch durch einen (nicht-programmierbaren) Hardware-Schaltkreis gebildet sein, in dem die Funktionalität zur automatischen Durchführung des Verfahrens schaltungstechnisch implementiert ist.

[0019] Verkörperungen der Erfindung sind ferner eine Steuereinheit der oben genannten Art als solche, d. h. ohne die übrigen Bestandteile der Stellvorrichtung sowie ein Computerprogrammprodukt.

[0020] Die Steuereinheit ist erfindungsgemäß – wie vorstehend beschrieben – schaltungs- und/oder programmtechnisch zur automatischen Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere in einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten gerichtet.

[0021] Das Computerprogrammprodukt umfasst computerlesbare Anweisungen, bei deren Ausführung das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere in einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten automatisch durchgeführt wird. Das Computerprogrammprodukt ist dabei zur Ausführung in der Steuereinheit einer motorischen Stellvorrichtung der vorstehend genannten Art ausgebildet, wobei die Steuereinheit in diesem Fall durch einen Mikrocontroller gebildet ist oder einen solchen zumindest umfasst.

[0022] Bei der Stellvorrichtung handelt es sich vorzugsweise um einen elektromotorischen Fensterheber zur Verstellung einer Fahrzeug-Fensterscheibe. Die Erfindung ist grundsätzlich aber auch auf andere motorische Fahrzeug-Stellvorrichtungen anwendbar, beispielsweise auf eine Sitzverstellung, eine Türverstellung oder eine Verdeckverstellung.

[0023] Zur Abfrage der Temperaturmessgröße, insbesondere also eines Wertes der Außen- oder Innentemperatur ist die Steuereinheit vorzugsweise mit der zentralen Bordelektronik, insbesondere dem Bordcomputer des Fahrzeugs, koppelbar. Alternativ hierzu kann die Stellvorrichtung im Rahmen der Erfindung auch einen eigenen Temperatursensor aufweisen, der die Temperaturmessgröße unmittelbar erhebt und der Steuereinheit zuführt.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren kommt bestimmungsgemäß insbesondere beim Anfahren der Kurzhubposition des Fensterhebers zur Anwendung. Von Vorteil ist das Verfahren ferner auch bei der Einstellung von anderen festgelegten Stellpositionen, insbesondere bei Stellpositionen, die aus beiden Stellrichtungen angefahren werden können.

[0025] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

[0026] Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Fensterheber mit einem elektrischen Stellmotor, einer Stellmechanik, über die der Stellmotor mit einer (Fahrzeug-)Fensterscheibe gekoppelt ist, sowie mit einer Steuereinheit zur Ansteuerung des Stellmotors,

[0027] Fig. 2 in einem schematischen Diagramm gegen die Drehzahl des Stellmotors einen drehzahlabhängigen Grundterm eines Vorlaufs, um den die Steuereinheit den Stellmotor vor Erreichen der Zielposition abstellt,

[0028] Fig. 3 in einem schematischen Diagramm gegen die Außentemperatur des Fahrzeugs einen temperaturabhängigen Korrekturterm, um den die Steuereinheit den Vorlauf beim Absenken der Fensterscheibe vergrößert,

[0029] Fig. 4 in einem schematischen Diagramm gegen die Zeit den Verlauf der physikalischen Stellposition der Fensterscheibe (durchgezogene Linie) im Vergleich mit einer zu der Anzahl der Motorumdrehungen proportionalen logischen Stellposition (gestrichelte Linie) beim Anheben der Fensterscheibe, und

[0030] Fig. 5 in Darstellung gemäß Fig. 4 die physikalische Stellposition und die logische Stellposition beim Absenken der Fensterscheibe.

[0031] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren stets mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0032] Fig. 1 zeigt schematisch eine Stellvorrichtung in Form eines Fensterhebers **1** für eine (Fahrzeug-)Fensterscheibe **2** eines Kraftfahrzeugs.

[0033] Der Fensterheber **1** umfasst einen elektrischen Stellmotor **3**, der über eine Stellmechanik **4** derart mechanisch mit der Fensterscheibe **2** gekoppelt ist, dass die Fensterscheibe **2** durch den Stellmotor **3** entlang eines Stellweges **5** zwischen zwei Endstellungen, nämlich einer Öffnungsstellung **6** und einer Schließstellung **7**, reversibel verfahrbar ist.

[0034] Fig. 1 zeigt die Fensterscheibe **2** in der Öffnungsstellung **6** und der Schließstellung **7** jeweils mit gestrichelten Umrisslinien. Mit durchgezogener Um-

risslinie ist die Fensterscheibe **2** in einer Stellposition x zwischen den beiden Endstellungen dargestellt. Die Stellposition x hat beispielsweise den Wert Null, wenn sich die Fensterscheibe **2** in der Öffnungsstellung **6** befindet.

[0035] Die Stellmechanik **4** umfasst eine auf einer Motorwelle **8** des Stellmotors **3** aufgebrachte Antriebsschnecke **9**, die mit einem Schneckenrad **10** kämmt. Die Stellmechanik **4** umfasst des Weiteren weitere (nicht näher dargestellte) Komponenten, beispielsweise einen Seilzug, über die das Schneckenrad **10** mit der Fensterscheibe **2** gekoppelt ist.

[0036] Die Stellvorrichtung **1** umfasst weiterhin eine Steuereinheit **12** in Form eines Mikrocontrollers sowie einen Drehstellungssensor **13**. Der Drehstellungssensor **13** umfasst einen auf der Motorwelle **8** drehfest aufgebrachten, mehrpoligen Ringmagneten sowie einen mit diesem zusammenwirkenden Hall-Sensor. Im Betrieb des Stellmotors **3** erzeugt der zusammen mit der Motorwelle **8** relativ zu dem Hall-Sensor rotierende Ringmagnet in Zusammenarbeit mit dem Hall-Sensor ein periodisch oszillierendes Pulssignal S_H , das der Steuereinheit **12** durch den Drehstellungssensor **13** als Eingangsgröße zugeführt wird.

[0037] Die Steuereinheit **12** berechnet hierbei durch Zählung der (Hall-)Pulse des Pulssignals S_H eine zu der Anzahl der Drehungen der Motorwelle **8** im laufenden Stellvorgang proportionale Größe, die nachfolgend als Umdrehungswinkel bezeichnet ist. Durch Summierung des Umdrehungswinkels mit einem gespeicherten Anfangswert berechnet die Steuereinheit **12** eine zeitabhängige logische Stellposition der Fensterscheibe **2**, die nachfolgend als Stellpositionsmaß x' bezeichnet ist. Zusätzlich zu dem Stellpositionsmaß x' berechnet die Steuereinheit **12** durch Zählung der Pulse des Steuersignals S_H pro Zeiteinheit bzw. durch Messung der Interpulszeiten die Drehzahl n der Motorwelle **8**.

[0038] Weiterhin wird der Steuereinheit **12** ein (Temperatur-)Messwert T zugeführt, der charakteristisch für die Umgebungstemperatur des Fensterhebers **1** (hier die Außentemperatur des Fahrzeugs) ist. Der Temperaturmesswert T wird im dargestellten Beispiel von einem dem Fensterheber **1** zugeordneten Temperatursensor **14** erfasst. Alternativ hierzu kann der Temperaturmesswert T auch von einer zentralen Bordelektronik des Kraftfahrzeugs bezogen werden.

[0039] Die Steuereinheit **12** steuert den Stellmotor **3** durch Beaufschlagung mit einer elektrischen Betriebsspannung U_M (Motorspannung) an. Die Steuereinheit **12** wird ihrerseits durch eine Fahrzeugbatterie mit einer elektrischen Batteriespannung U_B versorgt.

[0040] Um zu verhindern, dass die Fensterscheibe **2** aufgrund der mechanischen Trägheit des aus dem Fensterheber **1** und der Fensterscheibe **2** gebildeten Gesamtsystems bei einem Stellvorgang über eine einzustellende Zielposition x_Z (**Fig. 4**, **Fig. 5**) hinausläuft, stoppt die Steuereinheit **12** den Stellmotor **3** (durch Abschalten der Betriebsspannung U_M) bereits, bevor die Fensterscheibe **2** die Zielposition x_Z tatsächlich erreicht hat. Das Stellpositionsmaß x' , bei dem die Steuereinheit **12** den Stellmotor **3** abschaltet, ist dabei als Abschaltposition x'_A (**Fig. 4**, **Fig. 5**) bezeichnet. Die Abschaltposition x'_A ergibt sich hierbei durch Abzug eines vorgegebenen Vorlaufs x_V (**Fig. 4**, **Fig. 5**) von der Zielposition x_Z :

$$x_A = x_Z - s x_V$$

[0041] Durch Multiplikation des Vorlaufs x_V mit einer Richtungsvariable s , die beim Anheben der Fensterscheibe **2** den Wert $+1$ und beim Absenken der Fensterscheibe **2** den Wert -1 hat, wird in der obigen Gleichung sichergestellt, dass der Vorlauf x_V beim Absenken negativ gewertet wird.

[0042] Die Steuereinheit **12** bestimmt den Vorlauf x_V variabel aus einem drehzahlabhängigen Grundterm D ($D = D(n)$) und einem temperaturabhängigen Korrekturterm K ($K = K(T)$). Die Steuereinheit **12** berücksichtigt bei der Bestimmung des Vorlaufs x_V zusätzlich die Stellrichtung, indem sie den Korrekturterm K nur beim Absenken der Fensterscheibe **2** heranzieht. Beim Anheben der Fensterscheibe **2** bestimmt die Steuereinheit **12** den Vorlauf x_V dagegen ausschließlich aus dem Grundterm D :

$$x_V = \begin{cases} D(n) & \text{Anheben} \\ D(n) + K(T) & \text{Absenken} \end{cases}$$

[0043] Die Steuereinheit **12** wählt den Vorlauf x_V – unter ansonsten entsprechenden Bedingungen, d. h. bei gleichen Werten der Drehzahl n und der Temperaturmessgröße T – also beim Absenken der Fensterscheibe **2** um den Korrekturterm K größer als beim Anheben.

[0044] Ein exemplarischer Verlauf des Grundterms D und des Korrekturterms T ist in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gegen die Drehzahl n (im stationären Betrieb des Fensterhebers **1**) bzw. gegen die Temperaturmessgröße T angetragen.

[0045] Aus **Fig. 2** ist hierbei erkennbar, dass der Wert des Grundterms D zwischen Grenzwerten $n_{\min}$ und $n_{\max}$, zwischen denen die Drehzahl n im stationären Betrieb des Fensterhebers **1** typischerweise liegt, etwa linear mit der Drehzahl n ansteigt. Statt gegen die Drehzahl n kann der Grundterm D äquivalentermaßen auch gegen die Batteriespannung U_B ange-

tragen werden, zumal die sich im stationären Betrieb des Fensterhebers **1** einstellende Drehzahl n mit der Batteriespannung U_B korreliert ist.

[0046] In **Fig. 3** ist dargestellt, dass auch der Korrekturterm K in einem zulässigen Temperaturbereich zwischen Grenztemperaturen $T_{\min}$ und $T_{\max}$ kontinuierlich ansteigt.

[0047] Der jeweilige Verlauf des Grundterms D und des Korrekturterms K wird vorzugsweise empirisch anhand von Laborversuchen an mindestens einem Testexemplar des Fensterhebers **1** unter Variation der Umgebungstemperatur und der Batteriespannung U_B ermittelt. In einer weiterentwickelten Ausführungsform der Erfindung sind der Grundterm D und/oder der Korrekturterm K mit einer zusätzlichen Abhängigkeit von einer für das Lebensalter des Fensterhebers **1** charakteristischen Abhängigkeit definiert. Beispielsweise werden der Grundterm D und der Korrekturterm K linear mit der Anzahl der mittels des Fensterhebers **1** durchgeführten Lastzyklen erhöht. Zusätzlich oder alternativ zu dieser Altersabhängigkeit kann der Korrekturterm K auch mit einer eigenen Abhängigkeit von der Drehzahl n hinterlegt sein. Der Grundterm D und der Korrekturterm K sind vorzugsweise als mathematische Funktionen in der Steuereinheit **12** hinterlegt.

[0048] In **Fig. 4** ist der Verlauf der physikalischen (d. h. tatsächlichen) Stellposition x der Fensterscheibe **2** gegen die Zeit t angetragen und dem entsprechenden Verlauf des anhand der Motordrehung berechneten Stellpositionsmaßes x' für das Anheben der Fensterscheibe **2** gegenübergestellt. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass der Stellmotor **3** durch die Steuereinheit **12** zu einem Abschaltzeitpunkt t_A abgeschaltet wird, zu dem das Stellpositionsmaß x' die Abschaltposition x'_A überschreitet. Nach dem Abschalten läuft der Stellmotor **3** aufgrund seiner mechanischen Trägheit noch um ein Stellwegintervall weiter, das als Nachlauf x'_N des Stellmotors **3** bezeichnet ist. Der Nachlauf x'_N fällt dabei umso größer aus, je größer die Drehzahl n zum Abschaltzeitpunkt t_A ist.

[0049] Aufgrund ihrer eigenen mechanischen Trägheit sowie durch die Elastizität der Stellmechanik **4** läuft die Fensterscheibe **2** in der Regel auch nach dem Stillstand des Stellmotors **3** noch um ein geringes Stellwegintervall weiter, das als Nachlauf x_N der Fensterscheibe **2** bezeichnet ist. Die Fensterscheibe **2** bleibt somit tatsächlich bei einer Endposition x_E stehen, die sich aus der Abschaltposition x'_A zuzüglich des Nachlaufs x'_N des Stellmotors **3** und des Nachlaufs x_N der Fensterscheibe **2** ergibt:

$$x_E = x'_A + x'_N + x_N$$

[0050] Der Grundterm D des Vorlaufs x_V ist nun derart gewählt, dass er der Summe des Nachlaufs x'_N

des Stellmotors **3** und des Nachlaufs x_N der Fensterscheibe **2** entspricht ($D = x'_N + x_N$). Somit werden durch den Vorlauf x_V beim Anheben der Fensterscheibe **2** der Nachlauf x'_N des Stellmotors **3** und der Nachlauf x_N der Fensterscheibe **2** gerade kompensiert, wodurch die Endposition x_E der gewünschten Zielposition x_Z entspricht ($x_E = x_Z$). Der Vorlauf x_V ist also so dimensioniert, dass die Fensterscheibe **2** möglichst exakt bei der Zielposition x_Z stehen bleibt.

[0051] **Fig. 5** zeigt den Verlauf des Stellpositionsmaßes x' und der physikalischen Stellposition x beim Absenken der Fensterscheibe **2**, wobei auch hier der Stellmotor **3** zu dem Abschaltzeitpunkt t_A abgeschaltet wird, bevor die Fensterscheibe **2** ihre Zielposition x_Z erreicht hat. Den **Fig. 4** und **Fig. 5** ist zu entnehmen, dass der Nachlauf x'_N des Stellmotors **3** von der Stellrichtung zumindest weitgehend unabhängig ist, dass aber der Nachlauf x_N der Fensterscheibe **2** beim Absenken (**Fig. 5**) wesentlich größer ausfällt als beim Anheben (**Fig. 4**). Dieser Befund wird durch die Steuereinheit **12** berücksichtigt, indem diese den Vorlauf x_V gemäß **Fig. 5** um den Korrekturterm K vergrößert. Der Korrekturterm K ist dabei derart gewählt, dass er in Summe mit dem Grundterm D der Summe des Nachlaufs x'_N des Stellmotors **3** und des Nachlaufs x_N der Fensterscheibe **2** entspricht ($D + K = x'_N + x_N$). Somit werden auch beim Absenken der Fensterscheibe **2** durch den Vorlauf x_V der Nachlauf x'_N des Stellmotors **3** und der Nachlauf x_N der Fensterscheibe **2** gerade kompensiert, so dass die Endposition x_E wiederum der gewünschten Zielposition x_Z entspricht ($x_E = x_Z$), und die Fensterscheibe **2** möglichst exakt bei der Zielposition x_Z stehen bleibt.

[0052] Obwohl die Erfindung an dem beschriebenen Ausführungsbeispiel besonders deutlich wird, ist sie auf dieses nicht beschränkt. Vielmehr können weitere Ausführungsformen der Erfindung von dem Fachmann aus der vorstehenden Beschreibung abgeleitet werden.

Bezugszeichenliste

1	Fensterheber
2	(Fahrzeug-)Fensterscheibe
3	Stellmotor
4	Stellmechanik
5	Stellweg
6	Öffnungsstellung
7	Schließstellung
8	Motorwelle
9	Antriebsschnecke
10	Schneckenrad
12	Steuereinheit
13	Drehstellungssensor
14	Temperatursensor
x	Stellposition
S_H	Pulssignal
x'	Stellpositionsmaß

n	Drehzahl
T	(Temperatur-)Messwert
U_M	Betriebsspannung
U_B	Batteriespannung
x'_A	Abschaltposition
x_Z	Zielposition
x_V	Vorlauf
D	Grundterm
K	Korrekturterm
$n_{\min}$	Grenzwert
$n_{\max}$	Grenzwert
$T_{\min}$	Grenztemperatur
$T_{\max}$	Grenztemperatur
t	Zeit
t_A	Abschaltpunkt
x'_N	Nachlauf
x_N	Nachlauf
x_E	Endposition

fahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 eingerichtet ist.

6. Computerprogrammprodukt mit computerlesbaren Anweisungen, bei deren Ausführung in einer mikrocontrollerbasierten Steuereinheit (12) einer motorischen Stellvorrichtung (1) zur Verstellung eines beweglichen Fahrzeugteils (2) das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 durchgeführt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer motorischen Stellvorrichtung (1) für ein bewegliches Fahrzeugteil (2), wobei ein Stellmotor (3) der Stellvorrichtung (1) um einen vorgegebenen Vorlauf (x_V) vor dem Erreichen einer Zielposition (x_Z) des Fahrzeugteils (2) gestoppt wird, wobei der Vorlauf (x_V) in Abhängigkeit der Motordrehzahl (n) oder einer damit korrelierten Stellgeschwindigkeitsmessgröße sowie in Abhängigkeit einer für die Umgebungstemperatur der Stellvorrichtung (1) charakteristischen Temperaturmessgröße (T) variiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Vorlauf (x_V) zusätzlich in Abhängigkeit der Stellrichtung variiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei zum Betrieb einer Stellvorrichtung (1) für ein anhebbares und absenkbares Fahrzeugteil (2) der Vorlauf (x_V) beim Absenken um einen von der Temperaturmessgröße (T) abhängigen Korrekturterm (K) gegenüber einem entsprechenden Vorlaufwert beim Anheben vergrößert wird.

4. Stellvorrichtung (1) zur Verstellung eines beweglichen Fahrzeugteils (2), mit einem elektrischen Stellmotor (3), mit einer Stellmechanik (4) zur antriebs-technischen Kopplung des Stellmotors (3) mit dem zu verstellenden Fahrzeugteil (2) sowie mit einer Steuereinheit (12) zur Ansteuerung des Stellmotors (3), wobei die Steuereinheit (12) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 eingerichtet ist.

5. Steuereinheit (12) zur Ansteuerung des elektrischen Stellmotors (3) einer Stellvorrichtung (1) zur Verstellung eines beweglichen Fahrzeugteils (2), wobei die Steuereinheit (12) zur Durchführung des Ver-

Anhängende Zeichnungen

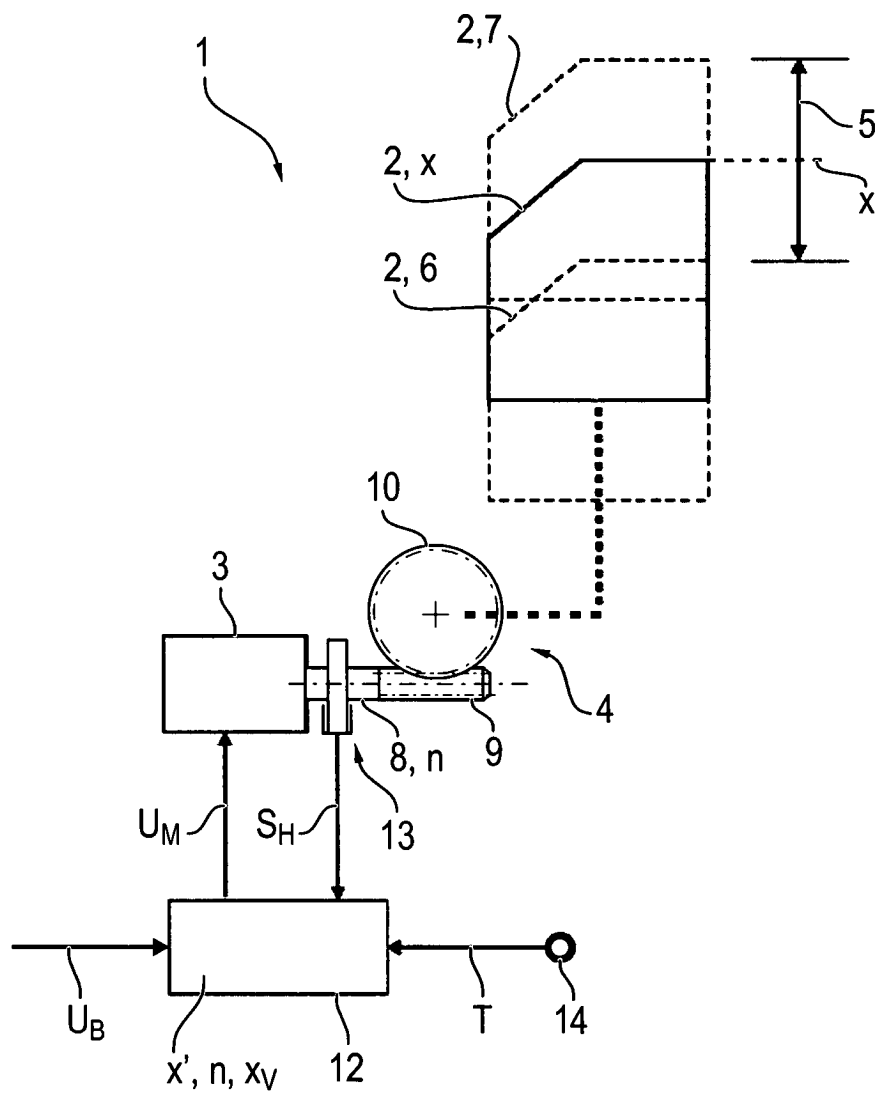


FIG. 1

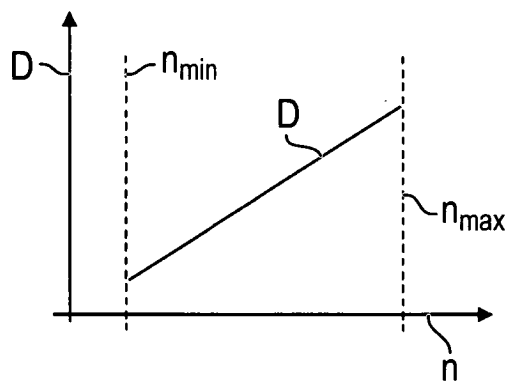


FIG. 2

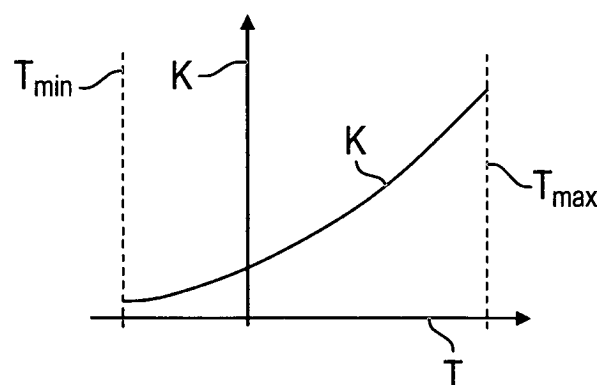


FIG. 3

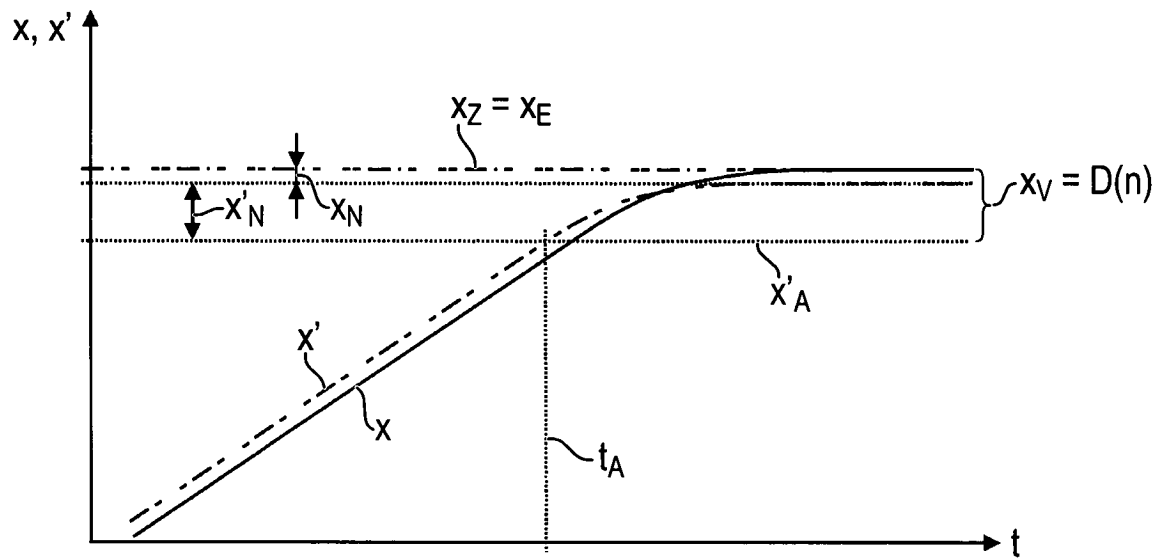


FIG. 4

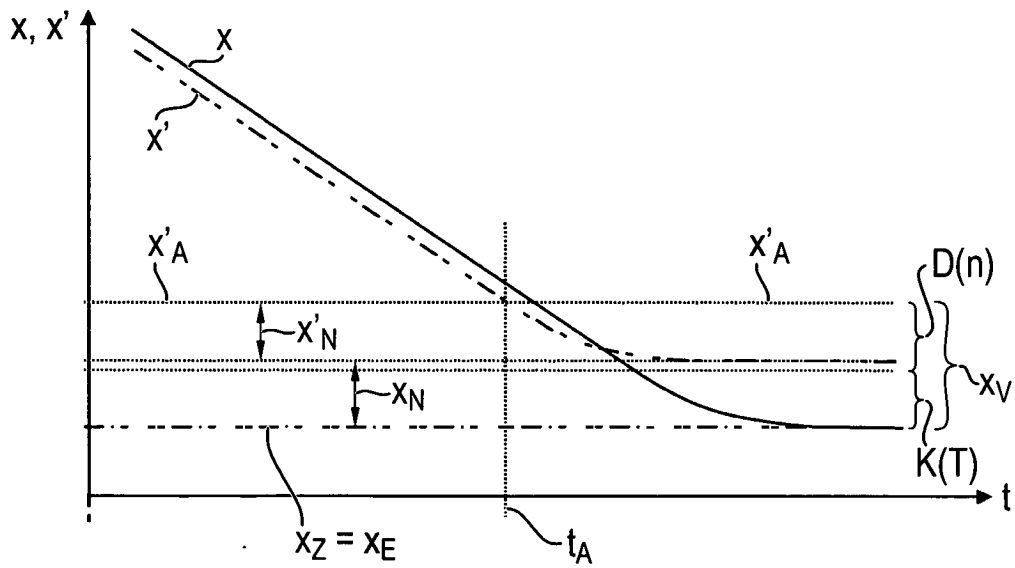


FIG. 5