

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. September 2008 (12.09.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2008/107357 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01L 5/28** (2006.01)      **G01M 13/02** (2006.01)

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/052401

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Februar 2008 (28.02.2008)

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2007 010 281.1      2. März 2007 (02.03.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

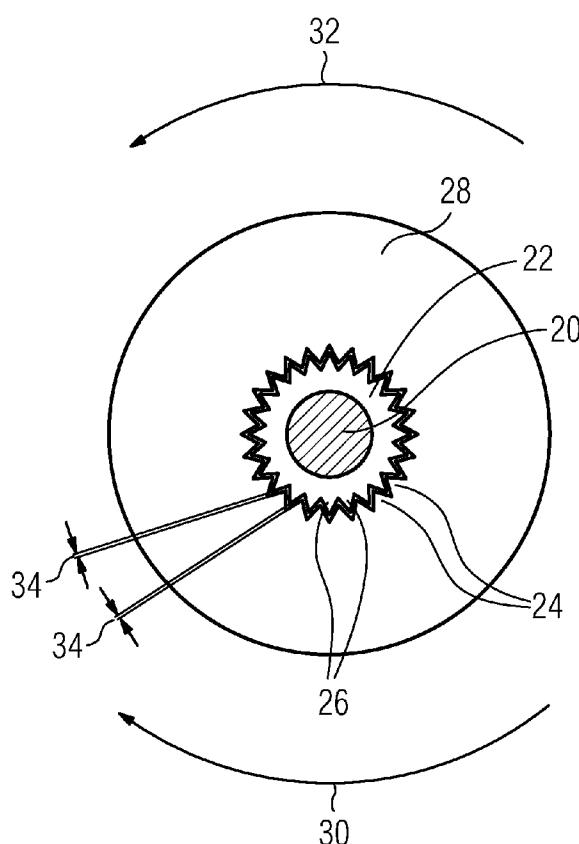
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOTT, Erich** [DE/DE];  
Mönchbergstr. 4, 97618 Hollstadt (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR TESTING A DRIVE ARRANGEMENT AND ACCORDINGLY EQUIPPED CONVERTER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM TESTEN EINER ANTRIEBSANORDNUNG UND ENTSPRECHEND EINGERICHTETER UMRICHTER



(57) Abstract: In a method according to the invention for testing a drive arrangement and an accordingly equipped converter, an actual torsional backlash of an engine brake, which is preferably configured as a spring-operated brake, is determined and compared to a permitted torsional backlash. To this end, a test torque, which is smaller than a holding torque of the brake, is moved counter to the closed brake up to a stop, preferably in both directions of rotation. The testing method can be implemented as a routine check in a converter of the drive arrangement.

(57) Zusammenfassung: Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Test einer Antriebsanordnung sowie bei einem entsprechend eingerichteten Umrichter wird ein tatsächliches Verdrehspiel einer Motorbremse, die bevorzugt als Federdruckbremse ausgebildet ist, bestimmt und mit einem zulässigem Verdrehspiel verglichen. Dabei wird mit einem Prüf drehmoment, das kleiner als ein Haltemoment der Bremse ist, gegen die geschlossene Bremse bis zu einem Anschlag gefahren, bevorzugt in beiden Drehrichtungen. Das Testverfahren kann dabei als Prüfroutine in einem Umrichter der Antriebsanordnung implementiert sein.



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

## Beschreibung

Verfahren zum Testen einer Antriebsanordnung und entsprechend eingerichteter Umrichter

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Testen einer Antriebsanordnung, wobei die Antriebsanordnung mindestens einen Motor umfasst, welcher eine Welle antreibt, sowie eine Sicherheitsbremse zum sicheren Stillsetzen des Motors. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Umrichter, welcher unter anderem zum Testen einer derartigen Antriebsanordnung eingerichtet ist.

Bei sehr vielen Antriebslösungen ist ein sicheres Stillsetzen der Motoren erforderlich, wofür meist eine so genannte Sicherheitsbremse vorgesehen ist. Derartige Sicherheitsbremsen können beispielsweise als Federdruckbremsen mit einer Brems scheibe ausgelegt sein. Diese Art von Bremsen sind relativ preisgünstig und auch bei einem fortschreitenden Verschleiß ist zumindest noch ein Rest an Bremswirkung vorhanden.

Jedoch führt ein Verschleiß von Federdruckbremsen dazu, dass es allmählich zu einer Vergrößerung des so genannten Verdrehspiels kommt, wodurch im Extremfall von der Welle angetriebene Gerätschaften bei einer Bremsung nicht mehr in einer exakt bestimmten Position gehalten werden können. Beispielsweise kann es bei Anwendungen im Bereich der Robotertechnik dazu kommen, dass ein Arm des Roboters bei einer Bremsung unbeabsichtigt zumindest ein Stück weit absackt. Auch bei anderen Anwendungen, wie beispielsweise im Umfeld der Produktionsmaschinen, können derartige unerwünschte Bewegungen nach einer Bremsung schlimme Folgen haben, wenn beispielsweise ein Transportband nach einer Notbremsung noch ein Stück weiter fährt als beabsichtigt.

35

Daher fordern breite Kundenschichten eine sehr enge Begrenzung des zulässigen Verdrehspiels, da eine Überschreitung zu immensen Schäden führen kann.

Zu einer Überwindung des genannten Verschleißproblems ist es bekannt, so genannte permanent erregte Bremsen einzusetzen. Jedoch sind derartige Bremsen sehr viel teurer und sie bieten im abgenutzten Zustand keine Bremswirkung mehr, was ihren Einsatz als Sicherheitsbremse enorm einschränkt oder sogar unmöglich macht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Testen einer Antriebsanordnung und einen entsprechend eingerichteten Umrichter anzugeben, mittels welcher zum einen ein Verschleiß einer Sicherheitsbremse frühzeitig festgestellt werden kann und zum anderen ein unnötiges, zu frühes Austauschen der Sicherheitsbremse verhindert ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Testen einer Antriebsanordnung umfassend mindestens einen Motor und eine Bremse, mit folgenden Schritten:

- 20 1. Schließen der Bremse.
2. Antreiben des Motors aus einer bekannten Ausgangswinkelge gegen die geschlossene Bremse in einer ersten Drehrichtung mit einem Prüfdrehmoment, wobei das Prüfdrehmoment kleiner ist als ein Haltemoment der Bremse und der Motor so lange gegen die geschlossene Bremse in der ersten Drehrichtung angetrieben wird, bis ein erster Anschlag erreicht ist.
- 25 3. Ermitteln eines ersten Verdrehwinkels aus der bekannten Ausgangswinkelge und dem ersten Anschlag; und
4. Vergleichen des ermittelten ersten Verdrehwinkels mit einem ersten Verdreh-Referenzwinkel.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass es während des Betriebs der Antriebsanordnung zu einem allmählichen Verschleiß insbesondere der Bremsenhalterung kommt. Dieser Verschleiß äußert sich dadurch, dass selbst bei geschlossener Bremse die Antriebswelle noch einen bestimmten Verdrehwinkel weit gegen die geschlossene Bremse gedreht werden kann. Die-

ser erste Verdrehwinkel gemessen von der bekannten Ausgangswinkellage zum ersten Anschlag ist dann ein Maß für einen aktuellen Verschleiß. Der erste Verdreh-Referenzwinkel soll eine noch zulässige Toleranz repräsentieren, so dass bei einer 5 Bremsung eine unerwünscht große Bewegung noch verhindert ist. Der erste Anschlag entspricht derjenigen Winkellage der Welle, bei welcher die Welle, welche gegen die geschlossene Bremse angetrieben wird, zum Stehen kommt.

10 Dieser erste Anschlag kann beispielsweise dadurch verursacht werden, dass eine Außenverzahnung einer Motorwelle das Verdrehspiel durchlaufen hat und nun an eine Innenverzahnung einer Bremsscheibe stößt.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen die vorgenannten Schritte 2) und 3) der folgende Schritt geschaltet: Antreiben des Motors aus dem ersten Anschlag gegen die geschlossene Bremse in einer zweiten der ersten entgegen gerichteten Drehrichtung mit dem Prüfdrehmoment, wobei der Motor so lange gegen die geschlossene Bremse 20 in der zweiten Drehrichtung angetrieben wird, bis ein zweiter Anschlag erreicht ist. Weiterhin ist dabei dem vorgenannten Schritt 3) der folgende Schritt nachgeschaltet: Ermitteln eines zweiten Verdrehwinkels aus dem ersten und zweiten Anschlag. Schließlich ist dem vorgenannten Schritt 4) noch der 25 folgende Schritt nachgeschaltet: Vergleichen des ermittelten zweiten Verdrehwinkels mit einem zweiten Verdreh-Referenzwinkel. Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung wird das Verdrehspiel in beiden Verdrehrichtungen untersucht. So wird sicher verhindert, dass ein vermeintlich kleines Verdrehspiel 30 beispielsweise durch einen ermittelten kleinen ersten Verdrehwinkel unterschätzt wird. Beispielsweise könnte eine Außenverzahnung der Welle schon bei einem sehr kleinen ersten Verdrehwinkel gegen eine Innenverzahnung der Bremsscheibe stoßen, was ein kleines Verdrehspiel suggerieren würde. In 35 der entgegengesetzten Drehrichtung kann sich jedoch ein anderes Bild zeigen, so dass der zweite Verdrehwinkel deutlich größer ist als der erste Verdrehwinkel. Da beide Verdrehwin-

kel mit einem entsprechenden Verdreh-Referenzwinkel verglichen werden, wird eine Unterbewertung des Verdrehspiels vermieden. Dabei können der erste und der zweite Verdreh-Referenzwinkel identisch gewählt sein.

5

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird aus dem ersten und zweiten Verdrehwinkel ein Gesamt-Verdrehwinkel gebildet und mit einem Gesamt-Verdreh-Referenzwinkel verglichen, welcher aus dem ersten und zweiten Verdreh-

10 Referenzwinkel gebildet wird.

Die Erfindung führt weiterhin zu einem Verfahren zum Testen einer Antriebsanordnung umfassend mindestens einen Motor und eine Bremse, mit folgenden Schritten:

- 15 1. Schließen der Bremse.
2. Antreiben des Motors gegen die geschlossene Bremse in einer ersten Drehrichtung mit einem Prüfdrehmoment, wobei das Prüfdrehmoment kleiner ist als ein Haltemoment der Bremse und der Motor so lange gegen die geschlossene Bremse in der ersten Drehrichtung angetrieben wird, bis ein erster Anschlag erreicht ist.
- 20 3. Antreiben des Motors aus dem ersten Anschlag gegen die geschlossene Bremse in einer zweiten, der ersten entgegen gerichteten Drehrichtung mit dem Prüfdrehmoment, wobei der Motor so lange gegen die geschlossene Bremse in der zweiten Drehrichtung angetrieben wird, bis ein zweiter Anschlag erreicht ist.
- 25 4. Ermitteln eines Verdrehwinkels aus dem ersten und zweiten Anschlag; und
- 30 5. Vergleichen des Verdrehwinkels mit einem Verdreh-Referenzwinkel.

Beim genannten Verfahren ist es nicht erforderlich, die Ausgangswinkellage des Motors bzw. der vom Motor angetriebenen Welle zu kennen. Es wird vielmehr eine Verdrehspiel-Amplitude zwischen dem ersten und zweiten Anschlag ermittelt, ohne dass die Ausgangswinkellage bekannt sein muss. Dies entspricht sehr vielen in der Praxis vorkommenden Fällen, bei denen die

genannte Ausgangswinkellage nicht interessiert oder nicht bekannt ist. Der Verdrehwinkel ist hierbei somit ein Maß für die Verdrehspiel-Amplitude. Der Verdreh-Referenzwinkel ist abgestellt auf eine noch zulässige Verdrehspiel-Amplitude.

5

Vorteilhaft ist die Bremse bei beiden genannten Verfahren als Federdruckbremse ausgebildet.

Bei einer Federdruckbremse stellt sich im Laufe des Betriebs 10 die Frage nach dem Verschleiß und somit dem aktuellen Verdrehspiel, um gewünschte Anforderungen auch nach einer langen Betriebszeit noch sicherstellen zu können.

Der erste bzw. der zweite Anschlag entsprechen einer Winkel- 15 Lage des Motors, ab welcher das Prüfdrehmoment in der ersten bzw. zweiten Drehrichtung nicht mehr ausreicht, um den Motor gegen das Haltemoment der Bremse zu drehen. Folglich befindet sich der Motor im ersten bzw. zweiten Anschlag im Stillstand. 20 Verursacht kann dieser Stillstand beispielsweise durch das eingangs genannte Zusammenwirken von Außenverzahnung der Welle und Innenverzahnung der Bremsscheibe sein.

Der Verdreh-Referenzwinkel ist folglich bevorzugt ein Maß für ein zulässiges Verdrehspiel der Bremse.

25

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird ein Betrieb der Antriebsanordnung nach dem Testen verhindert, falls der Vergleich eine unzulässige Abweichung anzeigt.

30 Das Verfahren ist bevorzugt als Test-Routine in einem von der Antriebsanordnung umfassten Umrichter zur Steuerung des Motors implementiert, so dass die Verfahrensschritte vom Umrichter durchgeführt werden.

35 Die Erfahrung führt weiterhin zu einem Umrichter für eine Antriebsanordnung zur Steuerung mindestens eines Motors und einer Bremse, wobei der Umrichter software-technisch eingerich-

tet ist zur Durchführung mindestens eines der Verfahren und gegebenenfalls deren bevorzugter Ausführungsformen.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher dargestellt.

Es zeigt:

Figur eine mittels des Verfahrens erfindungsgemäß zu testende Antriebsanordnung, wobei Details lediglich bezüglich der Bremse dargestellt sind.

In der Figur ist eine Bremsscheibe 28 einer Bremse dargestellt, welche eine Innenverzahnung 24 aufweist. Die Innenverzahnung 24 der Bremsscheibe 28 greift in eine Außenverzahnung 26 einer Hülse 22, welche auf eine Welle 20 aufgebracht ist. Die Welle 20 wird von einem nicht näher dargestellten Motor angetrieben. Die Bremsscheibe 28 dient zum sicherheitsgerichteten Abbremsen der Antriebsanordnung. Gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Welle 20 mittels des nicht dargestellten Motors in einer ersten Drehrichtung 30 gegen die geschlossene Bremse bewegt, bis ein erster Anschlag erreicht ist. Ausgehend vom ersten Anschlag wird dann in einer zweiten Drehrichtung 32 die Welle 20 mittels des Motors wiederum gegen die geschlossene Bremse angetrieben, bis ein zweiter Anschlag erreicht ist. Aus dem ersten und zweiten Anschlag wird dann ein Verdrehspiel 34 ermittelt, welches mit einem Referenz-Verdrehspiel verglichen wird.

Bei einer Überschreitung des Referenz-Verdrehspiels kann dann beispielsweise auf einen unzulässig hohen Verschleiß der Bremse geschlossen werden. Das vorliegende Ausführungsbeispiel gibt insbesondere die Verwendung einer Federdruckbremse als Sicherheitsbremse einer Antriebsanordnung wieder.

Das Verfahren ist bevorzugt in einem Umrichter der Antriebsanordnung als Testroutine implementiert. Dabei wird der Antrieb mittels des Umrichters bei geschlossener Bremse mit ei-

nem definierten Drehmoment (Prüfdrehmoment) auf Anschlag gefahren. Das Prüfdrehmoment muss kleiner sein als das Haltemoment der Bremse. Anschließend wird die Drehrichtung geändert und mit geringer Drehzahl wieder gegen Anschlag gefahren.

5 Daraus wird im Folgenden der Verdrehwinkel ermittelt und mit einem abgespeicherten Referenzwert verglichen. Liegt der Verdrehwinkel oberhalb des Referenzwertes, so kann beispielsweise eine Inbetriebnahme des Antriebs verhindert werden.

Gleichzeitig kann auch eine Information des Bedieners gegeben  
10 werden. Wichtige Vorteile des Verfahrens können darin gesehen werden, dass ein Benutzer die Antriebsanordnung quasi sorgenfrei nutzen kann. Beim Erreichen der Verschleißgrenze, wenn das Verdrehspiel zu groß ist, kann ein Betrieb der Antriebsanordnung zunächst ausgeschlossen werden, um eine Gefährdung  
15 zu vermeiden. In einer Servicemaßnahme können dann die Verschleißteile ausgetauscht werden, so dass der Antrieb schnell wieder einsatzfähig ist. Darüber hinaus wird auch ein zu frühes Austauschen der Verschleißteile verhindert, da ein gewisses  
20 Verdrehspiel meist toleriert werden kann und ein unzulässig hohes Verdrehspiel sicher erkannt wird.

Der Benutzer der Antriebsanordnung braucht nicht auf kostspielige permanent erregte Bremsen auszuweichen und er entgeht dadurch dem Risiko, dass er im Falle des Verschleißes  
25 der Reibfläche einer permanent erregten Bremse überhaupt kein Haltemoment der Bremse mehr zur Verfügung hat. Schließlich kann ein erfindungsgemäßes Verfahren bei einem vorhandenen Umrichter einer Antriebsanordnung meist kostengünstig nachgerüstet werden.

30 Zusammengefasst kann die Erfindung folgendermaßen beschrieben werden:

Bei einem erfindungsgemäßigen Verfahren zum Test einer Antriebsanordnung sowie bei einem entsprechend eingerichteten Umrichter wird ein tatsächliches Verdrehspiel einer Motorbremse, die bevorzugt als Federdruckbremse ausgebildet ist, bestimmt und mit einem zulässigem Verdrehspiel verglichen.

Dabei wird mit einem Prüfdrehmoment, das kleiner als ein Haltemoment der Bremse ist, gegen die geschlossene Bremse bis zu einem Anschlag gefahren, bevorzugt in beiden Drehrichtungen. Das Testverfahren kann dabei als Prüfroutine in einem Umrücker der Antriebsanordnung implementiert sein.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Testen einer Antriebsanordnung umfassend mindestens einen Motor und eine Bremse, mit folgenden Schritten:

- a) Schließen der Bremse;
- b) Antreiben des Motors aus einer bekannten Ausgangswinkellage gegen die geschlossene Bremse in einer ersten Drehrichtung mit einem Prüfdrehmoment, wobei das Prüfdrehmoment kleiner ist als ein Haltemoment der Bremse und der Motor so lange gegen die geschlossene Bremse in der ersten Drehrichtung angetrieben wird bis ein erster Anschlag erreicht ist;
- c) Ermitteln eines ersten Verdrehwinkels aus der bekannten Ausgangswinkellage und dem ersten Anschlag; und
- d) Vergleichen des ermittelten ersten Verdrehwinkels mit einem ersten Verdreh-Referenzwinkel.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei

zwischen die Schritte b) und c) der folgende Schritt geschaltet ist:

Antreiben des Motors aus dem ersten Anschlag gegen die geschlossene Bremse in einer zweiten der ersten entgegen gerichteten Drehrichtung mit dem Prüfdrehmoment, wobei der Motor so lange gegen die geschlossene Bremse in der zweiten Drehrichtung angetrieben wird, bis ein zweiter Anschlag erreicht ist,

dem Schritt c) folgender Schritt nachgeschaltet ist:

Ermitteln eines zweiten Verdrehwinkels aus dem ersten und zweiten Anschlag, und

dem Schritt d) folgender Schritt nachgeschaltet ist:

Vergleichen des ermittelten zweiten Verdrehwinkels mit einem zweiten Verdreh-Referenzwinkel.

35 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei aus dem ersten und zweiten Verdrehwinkel ein Gesamt-Verdrehwinkel gebildet und mit einem Gesamt-Verdreh-Referenzwinkel verglichen wird, welcher

aus dem ersten und zweiten Verdreh-Referenzwinkeln gebildet wird.

4. Verfahren zum Testen einer Antriebsanordnung umfassend

5 mindestens einen Motor und eine Bremse, mit folgenden Schritten:

a) Schließen der Bremse;

b) Antreiben des Motors gegen die geschlossene Bremse in einer ersten Drehrichtung mit einem Prüfdrehmoment, wobei das Prüfdrehmoment kleiner ist als ein Haltemoment der Bremse und der Motor so lange gegen die geschlossene Bremse in der ersten Drehrichtung angetrieben wird bis ein erster Anschlag erreicht ist;

c) Antreiben des Motors aus dem ersten Anschlag gegen die geschlossene Bremse in einer zweiten der ersten entgegen gerichteten Drehrichtung mit dem Prüfdrehmoment, wobei der Motor so lange gegen die geschlossene Bremse in der zweiten Drehrichtung angetrieben wird, bis ein zweiter Anschlag erreicht ist,

20 d) Ermitteln eines Verdrehwinkels aus dem ersten und zweiten Anschlag; und

e) Vergleichen des Verdrehwinkels mit einem Verdreh-Referenzwinkel.

25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Bremse als Federdruckbremse ausgebildet ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der erste bzw. der zweite Anschlag einer Winkellage des Motors entsprechen, ab welcher das Prüfdrehmoment in der ersten bzw. zweiten Drehrichtung nicht mehr ausreicht, um den Motor gegen das Haltemoment der Bremse zu drehen und somit einem Stillstand des Motors entspricht.

35 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Verdreh-Referenzwinkel ein Maß für ein zulässiges Verdrehspiel der Bremse ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein Betrieb der Antriebsanordnung nach dem Testen verhindert wird, falls der Vergleich eine unzulässige Abweichung anzeigt.

- 5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Verfahren als Testroutine in einem von der Antriebsanordnung umfassten Umrichter zur Steuerung des Motors implementiert ist, so dass die Verfahrensschritte vom Umrichter durchgeführt werden.

10

10. Umrichter für eine Antriebsanordnung zur Steuerung mindestens eines Motors und einer Bremse, welcher softwaretechnisch eingerichtet ist zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

15

