



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 210 859.7**

(22) Anmeldetag: **12.06.2015**

(43) Offenlegungstag: **15.12.2016**

(51) Int Cl.: **F02B 67/06 (2006.01)**

F02B 77/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:

Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE

(72) Erfinder:

**Pendovski, Denis, 52072 Aachen, DE; Bebber,
David van, 52064 Aachen, DE; Quix, Hans
Günther, 52134 Herzogenrath, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	101 55 199	A1
DE	199 43 917	A1
DE	10 2005 008 580	A1
DE	10 2007 025 731	A1
JP	H01- 93 655	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

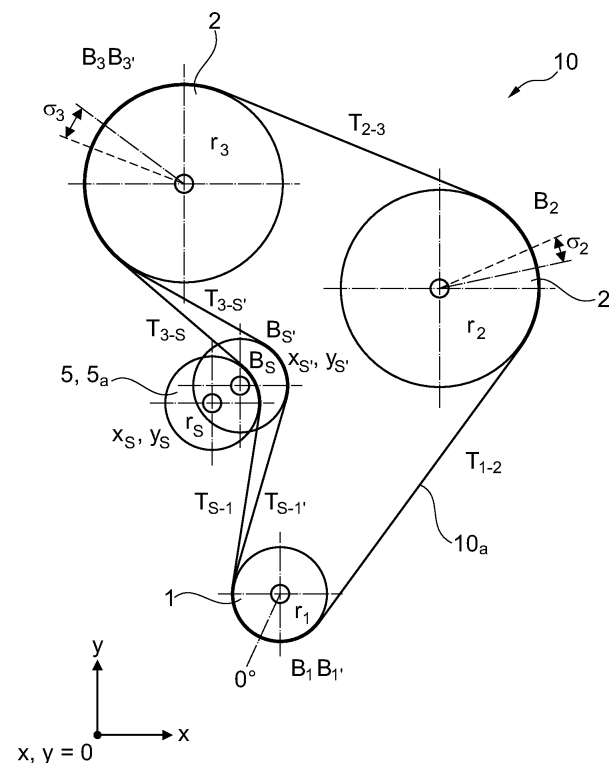
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Überwachung eines Zugmitteltriebs einer Brennkraftmaschine und Brennkraftmaschine zur Durchführung eines derartigen Verfahrens**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Zugmitteltriebs (10) einer Brennkraftmaschine mit Kurbelwelle, der neben dem Zugmittel (10a) ein auf der Kurbelwelle angeordnetes erstes antreibendes Rad (1) und mindestens ein weiteres, zweites angetriebenes Rad (2) umfasst, das auf einer Welle eines Nebengagregats angeordnet ist, wobei das Zugmittel (10a) um das antreibende erste Rad (1) und das mindestens eine weitere angetriebene Rad (2) geführt ist und ein zu einer Spanneinrichtung gehörendes bewegliches Spannmittel (5) vorgesehen ist, welches kraftbeaufschlagt in das Zugmittel (10a) eingreift und das Zugmittel (10a) zwecks Spannen entlang seiner Längsachse mit Zugkräften beaufschlagt. Es soll ein Verfahren aufgezeigt werden, mit dem die verschleißbedingte Längenänderung des Zugmittels ermittelt werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass

- die Position des beweglichen Spannmittels (5) relativ zum Zugmitteltrieb (10) messtechnisch ermittelt wird,
- unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels (5) die Istlänge L_{AS} des Zugmittels (10a) rechnerisch bestimmt wird, und
- unter Verwendung der rechnerisch bestimmten Istlänge L_{AS} eine Längenänderung ΔL gegenüber einer vorgebbaren Solllänge L_{AS} rechnerisch bestimmt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Zugmitteltriebs einer Brennkraftmaschine mit Kurbelwelle, der neben dem Zugmittel ein auf der Kurbelwelle angeordnetes erstes antreibendes Rad und mindestens ein weiteres, zweites angetriebenes Rad umfasst, das auf einer Welle eines Nebenaggregats angeordnet ist, wobei das Zugmittel um das antreibende erste Rad und das mindestens eine weitere zweite angetriebene Rad geführt ist und ein zu einer Spanneinrichtung gehörendes bewegliches Spannmittel vorgesehen ist, welches kraftbeaufschlagt in das Zugmittel eingreift und das Zugmittel zwecks Spannen entlang seiner Längsachse mit Zugkräften beaufschlagt.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

[0003] Eine Brennkraftmaschine der genannten Art wird als Kraftfahrzeugantrieb eingesetzt. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung umfasst der Begriff Brennkraftmaschine Dieselmotoren und Ottomotoren, aber auch Hybrid-Brennkraftmaschinen, die ein Hybrid-Brennverfahren nutzen, und Hybrid-Antriebe, die neben der Brennkraftmaschine eine mit der Brennkraftmaschine antriebsverbundene Elektromaschine umfassen, welche Leistung von der Brennkraftmaschine aufnimmt oder als zuschaltbarer Hilfsantrieb zusätzlich Leistung abgibt.

[0004] Ein Zugmitteltrieb der eingangs genannten Art wird beispielsweise in einem Kraftfahrzeug verwendet. Dabei wird ein Teil der in der Brennkraftmaschine durch die chemische Umsetzung des Kraftstoffes gewonnenen Leistung genutzt, um die für den Betrieb der Brennkraftmaschine und des Kraftfahrzeuges erforderlichen Nebenaggregate, insbesondere die Einspritzpumpe, die Ölpumpe, die Kühlmittelpumpe, die Lichtmaschine und dergleichen oder die für die Steuerung der Ventile erforderlichen Nockenwellen eines Ventiltriebs anzutreiben.

[0005] Für den Antrieb werden in der Regel Riemenantriebe oder Kettenantriebe verwendet, wobei im Rahmen der vorliegenden Erfindung die verschiedenen Antriebsmittel – wie Riemen und Kette – unter dem allgemeinen Begriff des Zugmittels zusammengefasst werden, d. h. unter den Oberbegriff Zugmittel subsumiert werden. Im Folgenden ist daher auch allgemeingültig von einem Zugmittel die Rede.

[0006] Der Zugmitteltrieb soll unter möglichst geringen Energieverlusten und mit möglichst wenig Wartungsaufwand durch Nachspannen ein großes Drehmoment von der Kurbelwelle auf die Nebenaggregate, insbesondere die Nockenwellen und die Einspritzpumpe, übertragen. Häufig wird dabei der An-

trieb mehrerer Nebenaggregate in einem Zugmitteltrieb zusammengefasst.

[0007] Um das Zugmittel unter Spannung zu halten und damit einen möglichst sicheren und verschleißfreien Antrieb zu gewährleisten, wird an geeigneter Stelle des Zugmitteltriebes eine Spanneinrichtung vorgesehen, welche das Zugmittel durch Eingreifen quer zur Laufrichtung mit einer Kraft beaufschlagt, so dass das Zugmittel ständig unter Spannung steht und gehalten wird. Dies ist für die sichere Übertragung eines genügend großen Drehmomentes bzw. Antriebsmomentes unumgänglich, insbesondere um einen Schlupf des Zugmittels zu vermeiden, d.h. insbesondere um einen schlupffreien Antrieb zu gewährleisten.

[0008] Ein Schlupf des Zugmittels kann auch dadurch vermieden werden, dass formschlüssige Zugmittel verwendet werden, d.h. Ketten oder Zahnriemen, wobei auch bei Verwendung formschlüssiger Zugmittel eine Spanneinrichtung vorzusehen ist, um ein Überspringen des Zugmittels über die außenverzahnten Räder des Zugmitteltriebs sicher zu verhindern.

[0009] Der Verschleiß des Zugmittels ist ein kontinuierlicher Vorgang, der sich unter anderem dadurch bemerkbar macht, dass sich die Länge des Zugmittels kontinuierlich vergrößert. Eine Spanneinrichtung der beschriebenen Art reagiert auf diese verschleißbedingte Längenänderung des Zugmittels während des Betriebes ständig und hält das Zugmittel trotz Längenänderung weiter unter Spannung.

[0010] Spanneinrichtungen der beschriebenen Art machen ein Nachspannen im Rahmen von Instandhaltungsmaßnahmen, beispielsweise einer Inspektion, entbehrlich, weshalb die Wartungsintervalle vergrößert werden können.

[0011] Dennoch gibt es weitere Aspekte und Effekte, die im Zusammenhang mit dem Einsatz von Zugmitteltrieben bei Brennkraftmaschinen zu berücksichtigen sind.

[0012] Infolge der verschleißbedingten Längenänderung ΔL des Zugmittels verändert sich die Lage der Räder des Zugmitteltriebs relativ zueinander, insbesondere die Lage der angetriebenen Räder relativ zum antreibenden Rad. Ein angetriebenes Rad verdreht sich gegenüber dem antreibenden Rad um einen Verdrehwinkel σ , während das Zugmittel die verschleißbedingte Längenänderung erfährt.

[0013] Das Verdrehen bzw. die Lageänderung um den Verdrehwinkel σ hat ganz unterschiedliche Konsequenzen und zwar in Abhängigkeit von dem betroffenen Nebenaggregat, auf dessen Welle das verdrehte angetriebene Rad angeordnet ist.

[0014] Handelt es sich bei dem betroffenen Nebenaggregat um die mechanische Einspritzpumpe der Brennkraftmaschine, führt das Verdrehen des angetriebenen Rades, welches auf der Welle der Einspritzpumpe angeordnet ist und über welches die Einspritzpumpe angetrieben wird, zu einer Veränderung der Einspritzparameter, insbesondere des Einspritzbeginns in °KW. D.h. die Kurbelwelle und damit die in den Zylindern der Brennkraftmaschine oszillierenden Kolben laufen nicht mehr synchron mit der Einspritzpumpe, sondern weisen eine ungewollte Phasendifferenz zur Einspritzpumpe und damit zu den von der Einspritzpumpe generierten Einspritzungen auf. Es können sich Nachteile hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen ergeben.

[0015] Handelt es sich bei dem betroffenen Nebenaggregat um einen Ventiltrieb der Brennkraftmaschine, führt das Verdrehen des angetriebenen Rades, welches auf einer Nockenwelle des Ventiltriebs angeordnet ist und über welches die Nockenwelle angetrieben und in Drehung versetzt wird, zu einer Veränderung der Steuerzeiten in °KW. D.h. die Kurbelwelle und damit die in den Zylindern der Brennkraftmaschine oszillierenden Kolben laufen nicht mehr synchron mit dem Ventiltrieb, sondern weisen eine ungewollte Phasendifferenz zum Ventiltrieb und damit zu den vom Ventiltrieb betätigten Ventilen auf. Es können Nachteile ganz unterschiedlicher Art beim Ladungswechsel auftreten, beispielsweise eine verschlechterte Restgasausspülung oder ein verminderter Füllungsgrad. Im Einzelfall, insbesondere bei hochverdichtenden Motoren, können die während des Ladungswechsels sich in den Zylinder öffnenden Ventile den Kolben berühren, d.h. mit dem durch den oberen Totpunkt durchlaufenden Kolben kollidieren, wodurch die Funktionstüchtigkeit des Ventiltriebs und letztendlich der Brennkraftmaschine gefährdet sein kann.

[0016] Insofern reicht es regelmäßig nicht aus, auf eine verschleißbedingte Längenänderung mit einer Spanneinrichtung zu reagieren, die lediglich das Zugmittel trotz Längenänderung weiter unter Spannung hält.

[0017] Vielmehr ist ein Verfahren erforderlich, mit dem die Längenänderung des Zugmittels überwacht wird, um bei einer kritischen Längenänderung, welche auch durch einen kritischen Verdrehwinkel σ eines angetriebenen Rades bestimmt sein kann, einzugreifen, gegebenenfalls durch Austausch des Zugmittels. Eine bestimmte Längenänderung kann auch als Indiz für einen kurz bevorstehenden Riss bzw. Bruch des Zugmittels gewertet werden, wobei ein Ausfall des Zugmittels durch Zerstörung unter allen Umständen zu vermeiden ist.

[0018] Ein Verfahren zum Erkennen einer Längung einer Endloskette eines Kettent-

riebs beschreibt die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2007 025 731 A1.

[0019] Vor dem Hintergrund des Gesagten ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Überwachung eines Zugmitteltriebs gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufzuzeigen, mit dem die verschleißbedingte Längenänderung des Zugmittels ermittelt werden kann.

[0020] Eine weitere Teilaufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Brennkraftmaschine zur Durchführung eines derartigen Verfahrens bereitzustellen.

[0021] Gelöst wird die erste Aufgabe durch ein Verfahren zur Überwachung eines Zugmitteltriebs einer Brennkraftmaschine mit Kurbelwelle, der neben dem Zugmittel ein auf der Kurbelwelle angeordnetes erstes antreibendes Rad und mindestens ein weiteres, zweites angetriebenes Rad umfasst, das auf einer Welle eines Nebenaggregats angeordnet ist, wobei das Zugmittel um das antreibende erste Rad und das mindestens eine weitere zweite angetriebene Rad geführt ist und ein zu einer Spanneinrichtung gehörendes bewegliches Spannmittel vorgesehen ist, welches kraftbeaufschlagt in das Zugmittel eingreift und das Zugmittel zwecks Spannen entlang seiner Längsachse mit Zugkräften beaufschlagt, das dadurch gekennzeichnet ist, dass

- die Position des beweglichen Spannmittels relativ zum Zugmitteltrieb messtechnisch ermittelt wird,
- unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels die Istlänge L_{AS} des Zugmittels rechnerisch bestimmt wird, und
- unter Verwendung der rechnerisch bestimmten Istlänge L_{AS} eine Längenänderung ΔL gegenüber einer vorgebbaren Solllänge L_{AS} rechnerisch bestimmt wird.

[0022] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann nicht nur eine Längung des Zugmittels erkannt, d.h. detektiert werden. Vielmehr wird ein Verfahren zur Überwachung eines Zugmitteltriebs aufgezeigt, mit dem die verschleißbedingte Längenänderung ΔL des Zugmittels kontinuierlich rechnerisch bestimmt werden kann.

[0023] Erfindungsgemäß wird zur rechnerischen Bestimmung der verschleißbedingten Längenänderung ΔL des Zugmittels die Position des beweglichen Spannmittels relativ zum Zugmitteltrieb messtechnisch ermittelt. Die Kenntnis der momentanen Position des Spannmittels zusammen mit dem Wissen um die Kinematik des Zugmitteltriebs, insbesondere die bekannten Durchmesser und die bekannte Anordnung der Räder zueinander, gestattet es, die Istlänge des Zugmittels zu berechnen. Ein Vergleich der Istlänge des Zugmittels mit der Solllänge des Zugmittels, beispielsweise der Länge eines neuen Zugmit-

tels bzw. eines neu im Zugmitteltrieb montierten und gespannten Zugmittels, führt zu der relevanten Längenänderung, die vorliegend von Interesse ist.

[0024] Erfindungsgemäß kann die rechnerisch bestimmte Längenänderung ΔL des Zugmittels weiterführend dazu verwendet werden, den Verdrehwinkel σ_i eines angetriebenen Rades gegenüber dem antreibenden Rad zu bestimmen. Dieser Verdrehwinkel σ_i wiederum kann erfindungsgemäß dazu genutzt werden, um auf die betroffenen Nebenaggregate Einfluss zu nehmen, beispielsweise mittels einer veränderten bzw. angepassten Steuerung, oder aber in anderer Art zu reagieren.

[0025] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die erste der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe gelöst, nämlich ein Verfahren zur Überwachung eines Zugmitteltriebs aufgezeigt, mit dem die verschleißbedingte Längenänderung des Zugmittels ermittelt werden kann.

[0026] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in Zusammenhang mit den Unteransprüchen erörtert. Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen die Position des beweglichen Spannmittels relativ zum Zugmitteltrieb berührungslos ermittelt wird. Eine berührungslose Ermittlung der momentanen Spannmittelposition eliminiert die Gefahr, den Betrieb des umlaufenden Zugmitteltriebs zu stören.

[0027] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen die Position des beweglichen Spannmittels relativ zum Zugmitteltrieb messtechnisch mittels eines elektromagnetischen Sensors ermittelt wird. Ein solch elektromagnetischer Sensor kann einen Magneten und eine Spule umfassen, wobei durch die Bewegung bzw. Anordnung der Spule und des Magneten zueinander ein Signal generiert wird, welches Rückschlüsse auf die Position des beweglichen Spannmittels zulässt. Die Position kann in einem zweidimensionalen x-y-Koordinatensystem durch ein Wertepaar (x,y) eindeutig angegeben und festgelegt werden.

[0028] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels und der rechnerisch bestimmten Längenänderung ΔL ein Verdrehwinkel σ_2 des zweiten angetriebenen Rades rechnerisch bestimmt wird, wobei dieser Verdrehwinkel σ_2 eine Lageänderung festlegt und angibt, um welchen Winkel sich das zweite angetriebene Rad gegenüber dem ersten antreibenden Rad bei stillstehendem Zugmitteltrieb verdreht hat, während das Zugmittel die Längenänderung ΔL erfahren hat.

[0029] Zur Überwachung eines Zugmitteltriebs, der ein drittes angetriebenes Rad umfasst, das auf ei-

ner Welle eines weiteren Nebenaggregats angeordnet ist, sind Verfahrensvarianten vorteilhaft, bei denen unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels und der rechnerisch bestimmten Längenänderung ΔL ein Verdrehwinkel σ_3 des dritten angetriebenen Rades rechnerisch bestimmt wird, wobei dieser Verdrehwinkel σ_3 eine Lageänderung festlegt und angibt, um welchen Winkel sich das dritte angetriebene Rad gegenüber dem ersten antreibenden Rad bei stillstehendem Zugmitteltrieb verdreht hat, während das Zugmittel die Längenänderung ΔL erfahren hat.

[0030] Zur Überwachung eines Zugmitteltriebs, der ein viertes angetriebenes Rad umfasst, das auf einer Welle eines weiteren Nebenaggregats angeordnet ist, sind Verfahrensvarianten vorteilhaft, bei denen unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels und der rechnerisch bestimmten Längenänderung ΔL ein Verdrehwinkel σ_4 des vierten angetriebenen Rades rechnerisch bestimmt wird, wobei dieser Verdrehwinkel σ_4 eine Lageänderung festlegt und angibt, um welchen Winkel sich das vierte angetriebene Rad gegenüber dem ersten antreibenden Rad bei stillstehendem Zugmitteltrieb verdreht hat, während das Zugmittel die Längenänderung ΔL erfahren hat.

[0031] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Nebenaggregat oder weiteres Nebenaggregat, auf dessen Welle ein angetriebenes Rad angeordnet ist, eine Einspritzpumpe verwendet wird.

[0032] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Nebenaggregat oder weiteres Nebenaggregat, auf dessen Welle ein angetriebenes Rad angeordnet ist, eine Einspritzpumpe verwendet wird und der rechnerisch bestimmte Verdrehwinkel σ_i des angetriebenen Rades verwendet wird, um die Einspritzpumpe zu steuern.

[0033] Vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen der rechnerisch bestimmte Verdrehwinkel σ_i des angetriebenen Rades verwendet wird, um einen Einspritzbeginn und/oder eine Einspritzdauer einer mittels Einspritzpumpe durchzuführenden Einspritzung anzupassen.

[0034] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Nebenaggregat oder weiteres Nebenaggregat ein Ventiltrieb verwendet wird, der mindestens eine Nockenwelle umfasst, auf der ein angetriebenes Rad angeordnet ist.

[0035] Die zweite der Erfindung zugrunde liegende Teilaufgabe, nämlich eine Brennkraftmaschine zur Durchführung eines Verfahrens einer vorstehend beschriebenen Art bereitzustellen, wird gelöst mit einer

Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11, die dadurch gekennzeichnet ist, dass eine Vorrichtung zur messtechnischen Ermittlung der Position des beweglichen Spannmittels vorgesehen ist.

[0036] Das bereits für das erfindungsgemäße Verfahren Gesagte gilt auch für die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine, weshalb an dieser Stelle im Allgemeinen Bezug genommen wird auf die vorstehend hinsichtlich des erfindungsgemäßen Verfahrens gemachten Ausführungen. Die verschiedenen Verfahrensvarianten erfordern teils unterschiedliche Brennkraftmaschinen.

[0037] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen das Spannmittel ein linear bewegliches Spannmittel ist.

[0038] Vorteilhaft können auch Ausführungsformen der Brennkraftmaschine sein, bei denen das Spannmittel ein auf einem Kreisbogen bewegliches Spannmittel ist.

[0039] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die Spanneinrichtung einen drehbar gelagerten Hebel umfasst, welcher der Aufnahme des Spannmittels dient.

[0040] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen das Spannmittel eine drehbar gelagerte Rolle ist. Idealerweise ist die Relativgeschwindigkeit zwischen Rolle und Zugmittel bei umlaufendem Zugmitteltrieb gleich Null.

[0041] Vorteilhaft können auch Ausführungsformen der Brennkraftmaschine sein, bei denen das Spannmittel ein leistenartig ausgebildetes Spannelement ist.

[0042] Vorteilhaft sind grundsätzlich Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die Spanneinrichtung mitsamt Spannmittel auch als Führungseinrichtung für das Zugmittel dient.

[0043] Dann hat die Spanneinrichtung eine Doppelfunktion der Art, dass sie das Zugmittel führt und gleichzeitig mit einer Querkraft beaufschlagt. Die Spanneinrichtung kann hierzu modular aufgebaut sein, d.h. separate Führungsmittel umfassen, aber auch einteilig ausgebildet sein.

[0044] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen das Zugmittel eine Kette ist.

[0045] Vorteilhaft können auch Ausführungsformen der Brennkraftmaschine sein, bei denen das Zugmittel ein Riemen ist, insbesondere ein Zahnriemen.

[0046] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen das Zugmittel ein formschlüssiges Zugmittel ist. Ein formschlüssiges Zugmittel wie eine Kette oder ein Zahnriemen gewährleistet einen schlupffreien Betrieb des Zugmitteltriebs; anders als beispielsweise ein herkömmlicher Keilriemen, der ein Drehmoment kraftschlüssig mittels Reibung überträgt.

[0047] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Ausführungsform eines Zugmitteltriebs und gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** näher erläutert. Hierbei zeigt:

[0048] **Fig. 1** schematisch den Zugmitteltrieb einer ersten Ausführungsform der Brennkraftmaschine, und

[0049] **Fig. 2** die Längenänderung ΔL des Zugmittels und die Verdrehwinkel σ_2 und σ_3 des in **Fig. 1** dargestellten Zugmitteltriebs in Abhängigkeit von der linearen Verschiebung des Spannmittels.

[0050] **Fig. 1** zeigt schematisch den Zugmitteltrieb **10** einer ersten Ausführungsform der Brennkraftmaschine und zwar mit dem Zugmittel **10a** in zwei unterschiedlichen Längen $L_{AS'}$, L_{AS} .

[0051] Der Zugmitteltrieb **10** umfasst neben dem Zugmittel **10a** ein auf der Kurbelwelle angeordnetes erstes antreibendes Rad **1** und zwei weitere Räder **2**, **3**, nämlich ein zweites angetriebenes Rad **2**, das auf einer Welle einer Einspritzpumpe angeordnet ist, und ein drittes angetriebenes Rad **3**, das auf der Nockenwelle eines Ventiltriebs angeordnet ist.

[0052] Das Zugmittel **10a** ist um das antreibende erste Rad **1** und die beiden angetriebenen Räder **2**, **3** geführt und wird mittels Spanneinrichtung gespannt, d.h. auf Spannung gehalten. Die Spanneinrichtung verfügt vorliegend über eine drehbare Spannrolle **5a** als bewegliches Spannmittel **5**. Die Spannrolle **5a** ist linear verschiebbar und damit beweglich und mittels Feder in der Art kraftbeaufschlagt, dass die Spannrolle **5a** in das Zugmittel **10a** eingreift und das Zugmittel **10a** zwecks Spannen entlang seiner Längsachse mit Zugkräften beaufschlagt.

[0053] Die Position der beweglichen Spannrolle **5a** relativ zum Zugmitteltrieb **10** wird messtechnisch ermittelt (nicht dargestellt). Unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position der Spannrolle **5a** kann die Istlänge L_{AS} des Zugmittels **10a** rechnerisch bestimmt werden und damit eine Längenänderung ΔL gegenüber einer vorgebbaren Solllänge L_{AS} .

[0054] Im Folgenden werden die Formeln zur Berechnung der Längenänderung ΔL des Zugmittels und der Verdrehwinkel σ_2 und σ_3 angegeben. Die ver-

wendeten Ziffern beziehen sich auf die in **Fig. 1** angegebenen Bezeichnungen.

[0055] Die Längen L_{AS} und $L_{AS'}$ des Zugmittels **10a** ergeben sich aus den einzelnen Trumlängen T_i und den Kreisbögen B_i und damit auch die Längenänderung ΔL des Zugmittels **10a**.

$$L_{AS} = T_{1-2} + T_{2-3} + T_{3-S} + T_{S-1} + B_1 + B_2 + B_3 + B_S$$

$$L_{AS'} = T_{1-2} + T_{2-3} + T_{3-S'} + T_{S-1'} + B_1' + B_2' + B_3' + B_{S'}$$

$$\Delta L = L_{AS'} - L_{AS}$$

[0056] Die Verdrehwinkel σ_2, σ_3 ergeben sich zu:

$$\Delta L = \frac{L_{AS'}}{L_{AS}} - 1$$

[0057] Dabei gilt für die Trumlängen T_i :

$$T_{1-2} = DA_{1-2} \cdot (\cos \beta_{1-2})$$

$$T_{2-3} = DA_{2-3} \cdot (\cos \beta_{2-3})$$

$$T_{3-S} = DA_{3-S} \cdot (\cos \beta_{3-S})$$

$$T_{S-1} = DA_{S-1} \cdot (\cos \beta_{S-1})$$

und für die Kreisbögen B_i :

$$B_1 = \alpha_1 \cdot r_1$$

$$B_2 = \alpha_2 \cdot r_2$$

$$B_3 = \alpha_3 \cdot r_3$$

$$B_S = \alpha_S \cdot r_S$$

[0058] Die Achsabstände D_a der Räder untereinander berechnen sich zu:

$$Da_{1-2} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$Da_{2-3} = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2}$$

$$Da_{3-S} = \sqrt{(x_3 - x_S)^2 + (y_3 - y_S)^2}$$

$$Da_{S-1} = \sqrt{(x_S - x_1)^2 + (y_S - y_1)^2}$$

mit den Gleichungen für die Umschlingungswinkel α_i :

$$\alpha_1 = \pi - \beta_{1-2} - \gamma_{1-2} + \beta_{S-1} - \gamma_{S-1}$$

$$\alpha_2 = \gamma_{2-3} + \beta_{1-2} + \gamma_{1-2} \pm \beta_{2-3}$$

$$\alpha_3 = \pi - \gamma_{2-3} + \beta_{3-S} + \gamma_{3-S} \pm \beta_{2-3}$$

$$\alpha_S = \beta_{S-1} - \gamma_{S-1} + \beta_{3-S} + \gamma_{3-S}$$

und die anderen Winkel γ und β :

$$\gamma_{1-2} = \arctan((x_2 - x_1)/(y_2 - y_1))$$

$$\gamma_{2-3} = \arctan((x_2 - x_3)/(y_3 - y_2))$$

$$\gamma_{3-S} = \arctan((x_S - x_3)/(y_3 - y_S))$$

$$\gamma_{S-1} = \arctan((x_1 - x_S)/(y_S - y_1))$$

$$\beta_{1-2} = \arcsin((r_2 - r_1)/(Da_{1-2}))$$

$$\beta_{2-3} = \arcsin((r_3 - r_2)/(Da_{2-3}))$$

$$\beta_{3-S} = \arcsin((r_3 - r_S)/(Da_{3-S}))$$

$$\beta_{S-1} = \arcsin((r_S - r_1)/(Da_{S-1}))$$

[0059] **Fig. 2** zeigt die Längenänderung ΔL des Zugmittels und die Verdrehwinkel σ_2 und σ_3 des in **Fig. 1** dargestellten Zugmitteltriebs in Abhängigkeit von der linearen Verschiebung der Spannrolle. Die Verdrehwinkel σ_2 und σ_3 werden mit zunehmender Längenänderung ΔL ebenfalls größer.

Bezugszeichenliste

1	erstes antreibendes Rad
2	zweites angetriebenes Rad
3	drittes angetriebenes Rad
5	Spannelement
5a	Spannrolle
10	Zugmitteltrieb
10a	Zugmittel
L_{AS}	vorgebbare Solllänge des Zugmittels
$L_{AS'}$	rechnerisch bestimmte Istlänge des Zugmittels
ΔL	Längenänderung des Zugmittels
σ_2	Verdrehwinkel des zweiten angetriebenen Rades gegenüber dem ersten antreibenden Rad
σ_3	Verdrehwinkel des dritten angetriebenen Rades gegenüber dem ersten antreibenden Rad
σ_4	Verdrehwinkel des vierten angetriebenen Rades gegenüber dem ersten antreibenden Rad
σ_i	Verdrehwinkel des i-ten angetriebenen Rades gegenüber dem ersten antreibenden Rad
$^{\circ}KW$	Grad Kurbelwinkel

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102007025731 A1 [0018]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Zugmitteltriebs (10) einer Brennkraftmaschine mit Kurbelwelle, der neben dem Zugmittel (10a) ein auf der Kurbelwelle angeordnetes erstes antreibendes Rad (1) und mindestens ein weiteres, zweites angetriebenes Rad (2) umfasst, das auf einer Welle eines Nebenaggregats angeordnet ist, wobei das Zugmittel (10a) um das antreibende erste Rad (1) und das mindestens eine weitere zweite angetriebene Rad (2) geführt ist und ein zu einer Spanneinrichtung gehörendes bewegliches Spannmittel (5) vorgesehen ist, welches kraftbeaufschlagt in das Zugmittel (10a) eingreift und das Zugmittel (10a) zwecks Spannen entlang seiner Längsachse mit Zugkräften beaufschlagt, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Position des beweglichen Spannmittels (5) relativ zum Zugmitteltrieb (10) messtechnisch ermittelt wird,
- unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels (5) die Istlänge L_{AS} des Zugmittels (10a) rechnerisch bestimmt wird, und
- unter Verwendung der rechnerisch bestimmten Istlänge L_{AS} eine Längenänderung ΔL gegenüber einer vorgebbaren Solllänge L_{AS} rechnerisch bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position des beweglichen Spannmittels (5) relativ zum Zugmitteltrieb (10) berührungslos ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position des beweglichen Spannmittels (5) relativ zum Zugmitteltrieb (10) messtechnisch mittels eines elektromagnetischen Sensors ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels (5) und der rechnerisch bestimmten Längenänderung ΔL ein Verdrehwinkel σ_2 des zweiten angetriebenen Rades (2) rechnerisch bestimmt wird, wobei dieser Verdrehwinkel σ_2 eine Lageänderung festlegt und angibt, um welchen Winkel sich das zweite angetriebene Rad (2) gegenüber dem ersten antreibenden Rad (1) bei stillstehendem Zugmitteltrieb (10) verdreht hat, während das Zugmittel (10a) die Längenänderung ΔL erfahren hat.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche zur Überwachung eines Zugmitteltriebs (10), der ein drittes angetriebenes Rad (3) umfasst, das auf einer Welle eines weiteren Nebenaggregats angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels (5) und der rechnerisch bestimmten Längenänderung ΔL ein Verdrehwinkel σ_3 des dritten

angetriebenen Rades (3) rechnerisch bestimmt wird, wobei dieser Verdrehwinkel σ_3 eine Lageänderung festlegt und angibt, um welchen Winkel sich das dritte angetriebene Rad (3) gegenüber dem ersten antreibenden Rad (1) bei stillstehendem Zugmitteltrieb (10) verdreht hat, während das Zugmittel (10a) die Längenänderung ΔL erfahren hat.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche zur Überwachung eines Zugmitteltriebs (10), der ein viertes angetriebenes Rad umfasst, das auf einer Welle eines weiteren Nebenaggregats angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass unter Verwendung der messtechnisch ermittelten Position des Spannmittels (5) und der rechnerisch bestimmten Längenänderung ΔL ein Verdrehwinkel σ_4 des vierten angetriebenen Rades rechnerisch bestimmt wird, wobei dieser Verdrehwinkel σ_4 eine Lageänderung festlegt und angibt, um welchen Winkel sich das vierte angetriebene Rad gegenüber dem ersten antreibenden Rad (1) bei stillstehendem Zugmitteltrieb (10) verdreht hat, während das Zugmittel (10a) die Längenänderung ΔL erfahren hat.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Nebenaggregat oder weiteres Nebenaggregat, auf dessen Welle ein angetriebenes Rad (2, 3) angeordnet ist, eine Einspritzpumpe verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Nebenaggregat oder weiteres Nebenaggregat, auf dessen Welle ein angetriebenes Rad (2, 3) angeordnet ist, eine Einspritzpumpe verwendet wird und der rechnerisch bestimmte Verdrehwinkel σ_i des angetriebenen Rades (2, 3) verwendet wird, um die Einspritzpumpe zu steuern.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der rechnerisch bestimmte Verdrehwinkel σ_i des angetriebenen Rades (2, 3) verwendet wird, um einen Einspritzbeginn und/oder eine Einspritzdauer einer mittels Einspritzpumpe durchzuführenden Einspritzung anzupassen.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Nebenaggregat oder weiteres Nebenaggregat ein Ventiltrieb verwendet wird, der mindestens eine Nockenwelle umfasst, auf der ein angetriebenes Rad (2, 3) angeordnet ist.

11. Brennkraftmaschine mit Kurbelwelle zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche mit einem Zugmitteltrieb (10), der neben dem Zugmittel (10a) ein auf der Kurbelwelle angeordnetes erstes antreibendes Rad (1) und mindestens ein weiteres, zweites angetriebenes Rad (2) umfasst, das auf einer Welle eines Nebenaggregats angeordnet

net ist, wobei das Zugmittel (**10a**) um das antreibende erste Rad (**1**) und das mindestens eine weitere zweite angetriebene Rad (**2**) geführt ist und ein zu einer Spanneinrichtung gehörendes bewegliches Spannmittel (**5**) vorgesehen ist, welches kraftbeaufschlagt in das Zugmittel (**10a**) eingreift und das Zugmittel (**10a**) zwecks Spannen entlang seiner Längsachse mit Zugkräften beaufschlagt, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Vorrichtung zur messtechnischen Ermittlung der Position des beweglichen Spannmittels (**5**) vorgesehen ist.

12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spannmittel (**5**) ein linear bewegliches Spannmittel (**5**) ist.

13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spannmittel (**5**) ein auf einem Kreisbogen bewegliches Spannmittel ist.

14. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spanneinrichtung einen drehbar gelagerten Hebel umfasst, welcher der Aufnahme des Spannmittels dient.

15. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spannmittel (**5**) eine drehbar gelagerte Rolle (**5a**) ist.

16. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spannmittel (**5**) ein leistenartig ausgebildetes Spannelement ist.

17. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spanneinrichtung mitsamt Spannmittel (**5**) auch als Führungseinrichtung für das Zugmittel (**10a**) dient.

18. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugmittel (**10a**) eine Kette ist.

19. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugmittel (**10a**) ein Riemen ist.

20. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugmittel (**10a**) ein formschlüssiges Zugmittel ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

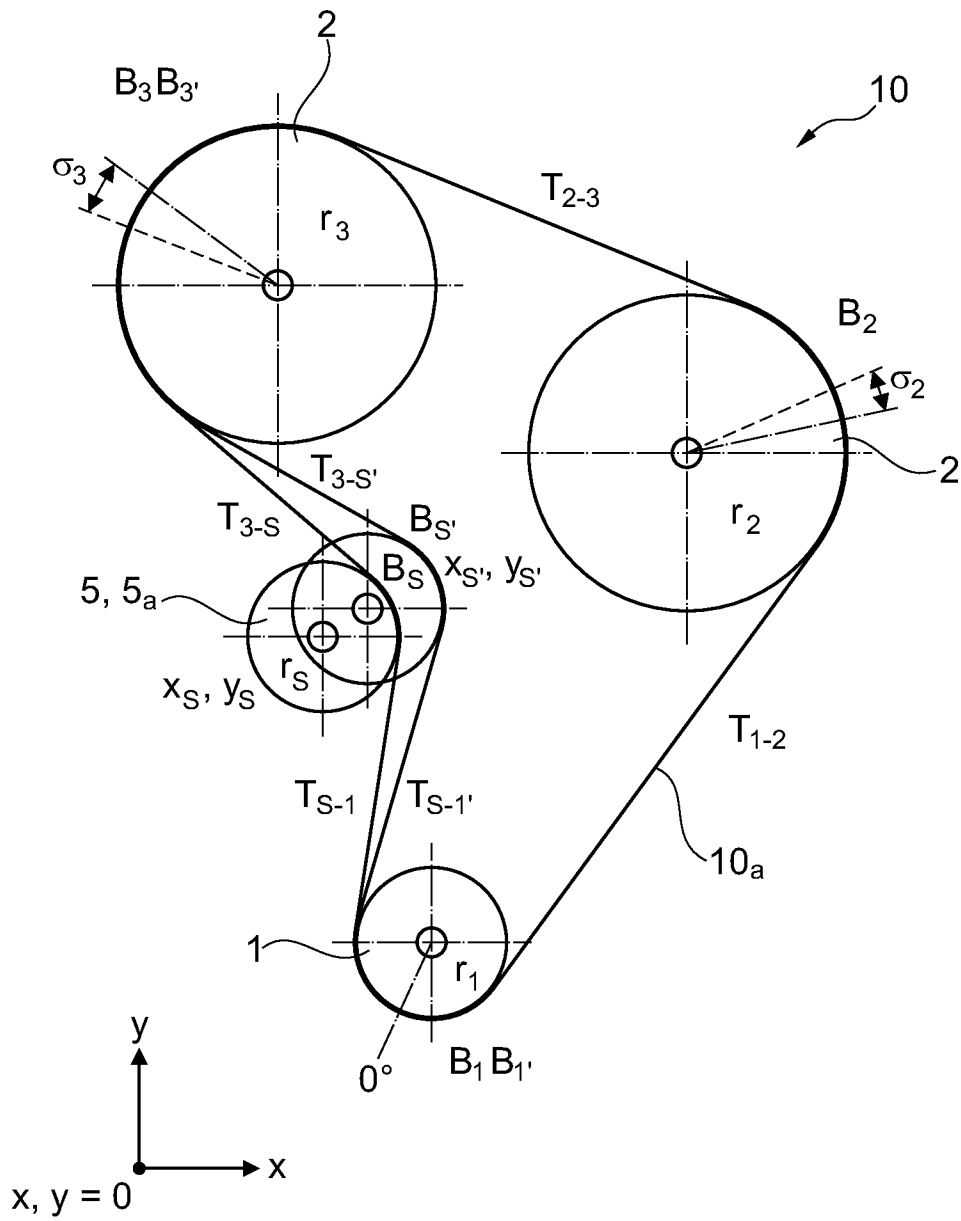


Fig. 1

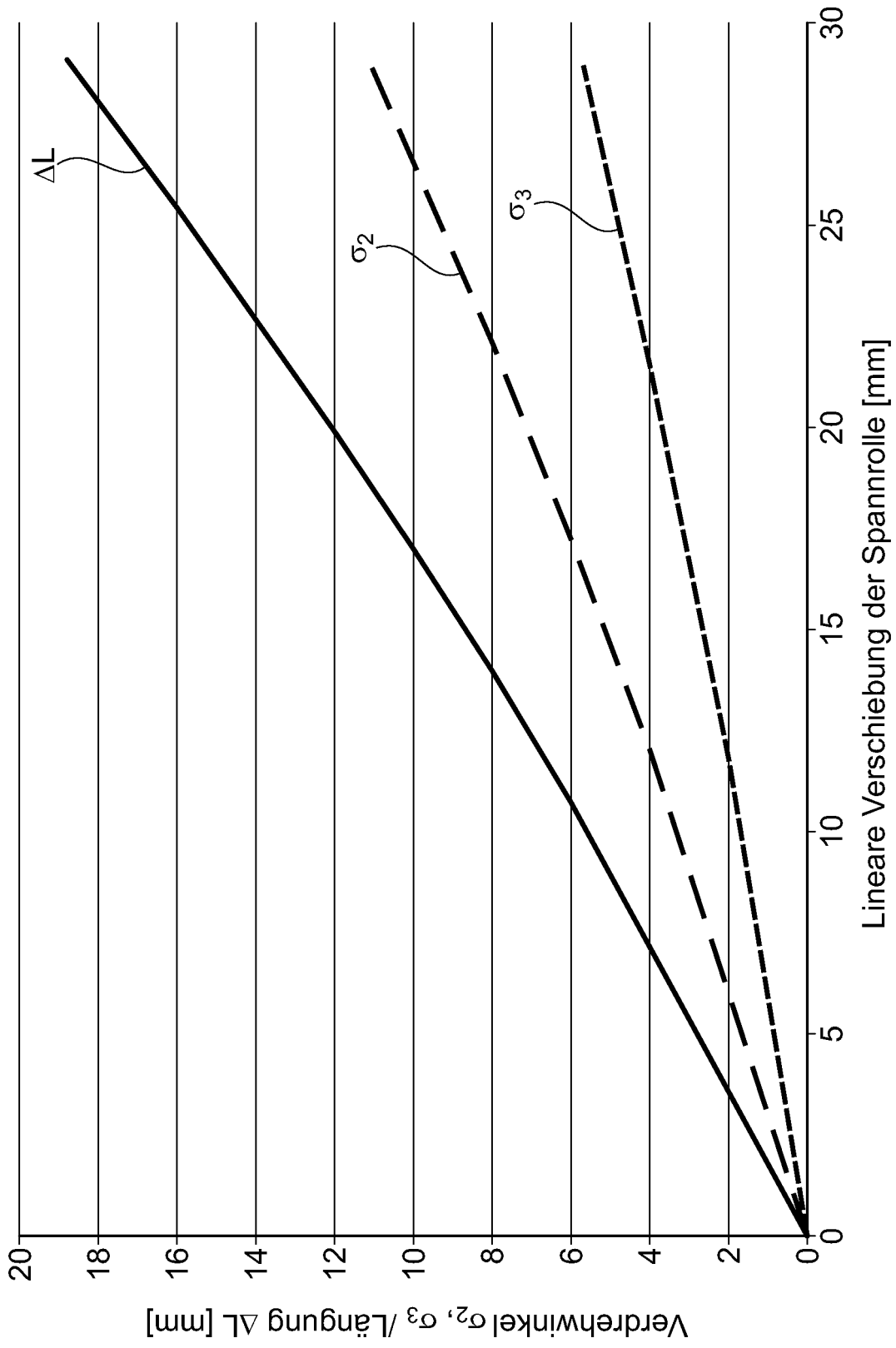


Fig. 2