

Energiespeicher und Vorrichtung zur unterbrechungsfreien Energieversorgung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Energiespeicher für kinetische Energie mit einem Gehäuse, mit einer Welle, die einen drehfest verbundenen Innenrotor aufweist, und mit einem, insbesondere trommelförmigen, Außenrotor, der den Innenrotor mindestens bereichsweise umgibt und der gegenüber der Welle drehbar gelagert ist, wobei der Innen- und/oder Außenrotor mindestens eine elektrische Wicklung aufweist.

Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind Speicher für kinetische Energie (DE602004002830T2) bekannt, die beispielsweise bei USV-Anlagen zur Drehzahlstabilisierung einer Generatorwelle verwendet werden. Dieser Energiespeicher verfügt über ein Gehäuse, eine Welle, einen an der Welle drehfest gelagerten Innenrotor einer elektrischen Maschine und einen trommelförmigen Außenrotor, der auf der Welle drehbar, beidseitig gelagert ist. Der Außenrotor wird auf einer gegenüber dem Innenrotor bzw. der Welle erhöhten Drehzahl gehalten. Bei einem Netzausfall bzw. bei Schwankungen der Drehzahl der Welle wird die im Außenrotor gespeicherte kinetische Energie zur Drehzahlstabilisierung verwendet. Um den Außenrotor auf Drehzahl zu bringen, ist am Innenrotor eine elektrische Wicklung vorgesehen, die einen sich schließenden magnetischen Fluss über beide Rotoren erzeugt. Zudem kann diese Wicklung bzw. eine zusätzliche Wicklung am Innenrotor zur Bremsung des Außenrotors verwendet werden, um diesem kinetische Energie zu entnehmen. Diese Ausgestaltung eines Energiespeichers kann zwar kompakte Bauverhältnisse

durch eine konstruktive Verschachtelung von Innen- und Außenrotor gewährleisten, bedarf jedoch eines vergleichsweise hohen konstruktiven Aufwands in der Auslegung der mechanischen Lagerung der rotierenden Teile. Solche eine Auslegung muss nämlich bei Energiespeichern den Gesichtspunkten langer Betriebsdauern und allenfalls kurzer Standzeiten genügen. Letzteres wirkt sich auch beim Wartungsaufwand negativ aus - bekannte Konstruktionen können somit eine hohe Wartungsfreundlichkeit in Bezug auf die mechanische Lagerung der rotierenden Teile nicht erreichen.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, ausgehend vom eingangs geschilderten Stand der Technik einen Energiespeicher dahingehend konstruktiv zu verändern, dass trotz kompakter Bauweise ein verminderter Konstruktions- und Wartungsaufwand besteht. Außerdem soll der Energiespeicher eine hohe Standfestigkeit sicherstellen können.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass der am Gehäuse beidseitig mechanisch drehbar gelagerte Außenrotor zur Welle hin mechanisch lagerfrei gehalten ist.

Wird der Außenrotor am Gehäuse beidseitig mechanisch drehbar gelagert, kann auf eine Lagerung des Außenrotors auf drehenden Teilen des Energiespeichers verzichtet und damit der Außenrotor zur Welle hin mechanisch lagerfrei gehalten werden. Die Lagerung des Außenrotors kann sich damit zum Unterschied vom Stand der Technik mit feststehendem Lagerteil - beispielsweise in Form eines feststehenden Rollbahnelements bzw. feststehenden Innen- oder Außenrings eines Wälzlagers - auszeichnen. So können erfindungsgemäß verringerte konstruktive Voraussetzungen bei den Lagerstellen des Außenrotors erreicht werden, dessen mechanische Lager nunmehr keine Relativdrehzahl zwischen ihren äußeren Teilen abtragen

müssen. Zudem kann damit die Drehzahl des Käfigs der Wälzlager vermindert werden – wodurch beispielsweise in weiterer Folge das Lager in seiner Standardanwendung mit einem feststehenden Lagerteil betrieben werden kann. Insbesondere aber kann dieser Umstand dazu genutzt werden, einen unterbrechungsfreien Betrieb des Energiespeichers sicherzustellen. Das feststehende Lagerteil der Lagerung des Außenrotors lässt nämlich eine Wartung, insbesondere Nachschmierung, selbst während des Betriebs des Energiespeichers zu, sodass auch bei diesen mechanisch verhältnismäßig hoch belasteten Lagerstellen eine erhöhte Standfestigkeit erreicht werden kann. Hohe Betriebsdauern sind somit vom Energiespeicher sicher gewährleistet. Zudem kann durch die Lagerung des Außenrotors am Gehäuse die leichte Zugänglichkeit zu den Lagerstellen für Messzwecke genutzt werden, um damit beispielsweise den Wartungsaufwand zu verringern.

Der Energiespeicher kann konstruktiv vereinfacht werden, indem der Außenrotor in Hohlwellen endet, durch die die Welle mechanisch lagerfrei ragt. Zudem kann dies den Zusammenbau des Energiespeichers erleichtern, zumal diese Hohlwellen auch eine konstruktiv einfache Anordnung einer Fest-Los-Lagerung zulassen können.

Vorteilhaft können diese beidseitigen Hohlwellen als Lagerstelle dienen, indem die beiden Hohlwellen über je mindestens ein Rotorlager, insbesondere Wälzlager, am Gehäuse drehbar gelagert sind. Zudem kann damit eine besonders mechanisch belastbare drehbare Verbindung mit dem Gehäuse geschaffen werden.

Kompakte Bauverhältnisse können sich ergeben, wenn der Außenrotor an beiden Seitenwänden des Gehäuses drehbar gelagert ist. Außerdem können die Seitenwände des Gehäuses eine mechanisch belastbare Anbindung zur Aufnahme von Lagerkräften sicherstellen.

Ist zudem auch die Welle am Gehäuse mechanisch drehbar gelagert, kann für die unabhängig voneinander drehbaren Teile des Energiespeichers eine gemeinsame

Lagerstelle zur Verfügung gestellt werden, die zur verbesserten gegenseitigen Stützung der Lagerung von Welle bzw. Innenrotor und Außenrotor beitragen kann. Die Standfestigkeit des Energiespeichers kann erfindungsgemäß somit erhöht werden.

Die beidseitige Lagerung des Außenrotors kann gegenüber einem Lagerspiel an der Welle unempfindlicher werden, indem die Rotorlager des Außenrotors zwischen den Wellenlagern der Welle angeordnet sind. Des Weiteren kann sich auf diese Weise der Zusammenbau des Energiespeichers erleichtern.

Ist mindestens ein zwischen Außenrotor und Gehäuse vorgesehenes Rotorlager, insbesondere Wälzlager, mit einer Leitung verbunden, die Schmierstoff aufweist, kann eine aktive Lagerschmierung erreicht werden, um damit die Lebensdauer der Lagerung des Außenrotors zu verlängern. Die Standfestigkeit des Energiespeichers kann damit erhöht werden. Zudem ist es nicht erforderlich, den Energiespeicher zu Wartungszwecken abzuschalten, wodurch wiederum hohe Betriebszeiten gewährleistet werden können.

Diese aktive Schmierung kann beispielsweise dadurch ermöglicht werden, indem die Leitung Teil einer Einrichtung zur Ölschmierung ist.

Alternativ kann die Leitung in einer Öffnung, insbesondere in einem Nippel zur Fettschmierung, außerhalb des Gehäuses enden, um je nach Bedarf diese aktive Schmierung manuell vornehmen zu können.

Vereinfachungen in der Konstruktion zum Drehantrieb des Außenrotors können sich dadurch ergeben, dass der Energiespeicher einen Segmentmotor und das Gehäuse des Energiespeichers eine Öffnung für den Segmentmotor aufweisen. Über diese Öffnung kann sich nämlich ein Zugang zum Außenrotor eröffnen, der dazu genutzt werden kann, den Außenrotor anzutreiben bzw. auf seine vorgegebene Drehzahl zu bringen. Hierzu muss lediglich der mindestens eine elektrische Wicklung aufwei-

sende Stator in die Öffnung des Gehäuses eingesetzt und mit dem Außenrotor zur Ausbildung eines Segmentmotors zusammenwirken. Der Innenrotor kann daher von seiner Aufgabe der Beschleunigung des Außenrotors als kinetischer Speicher entlastet werden, was nicht nur zu einer kompakten Bauweise am Innenrotor führen, sondern auch den elektrischen Konstruktionsaufwand am Innenrotor verringern kann. Der Innenrotor muss somit ausschließlich die elektrische Wicklung zur magnetischen Kupplung mit dem Außenrotor tragen, um dem Außenrotor kinetische Energie zu entnehmen und auf die Welle zu übertragen. Es bedarf keiner weiteren elektrischen Maßnahmen am Innenrotor zu dessen Beschleunigung. Zudem kann durch Verlagerung dieser elektrischen Teile vom Innenrotor zum Gehäuse hin, diese verbessert gekühlt und damit deren Standfestigkeit erhöht werden. Des Weiteren kann ein Frequenzumrichter an solch einen hinsichtlich seiner elektrischen Seite von außen leicht zugänglichen Segmentmotor konstruktiv einfach angeschlossen werden. Eine Drehzahlregelung des Außenrotors, insbesondere unter Berücksichtigung lastabhängiger Verbrauchersituationen, kann dadurch vergleichsweise einfach realisiert werden. Zudem können diese vereinfachten elektrischen Konstruktionsverhältnisse die Standfestigkeit des Energiespeichers erhöhen.

Ist die Öffnung am Scheitel des Gehäusemantels angeordnet, kann der Segmentmotor auch zur mechanischen Entlastung der Lagerung des Außenrotors verwendet werden. Die Standfestigkeit des Energiespeichers kann sich durch diese Maßnahme erhöhen.

Vorteilhaft kann der Energiespeicher bei einer Vorrichtung zur unterbrechungsfreien Energieversorgung eingesetzt werden, die eine elektrische Maschine aufweist, deren Maschinenwelle mit der Welle des Energiespeichers verbunden ist. Damit kann beispielsweise die Drehzahl der Maschinenwelle stabilisiert werden, wenn die elektrische Maschine in Generatorbetrieb ist.

Weist die Vorrichtung zusätzlich einen Verbrennungsmotor und eine Kupplung auf, die zwischen elektrischer Maschine und dem Verbrennungsmotor vorgesehen ist, kann der Energiespeicher eingesetzt werden, um die Drehzahl der Maschinenwelle bis zum Zuschalten des Verbrennungsmotors zu stabilisieren. Eine besonders standfeste Vorrichtung bzw. eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) kann damit gewährleistet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In den Figuren ist beispielhaft der Erfindungsgegenstand anhand eines Ausführungsbeispiels näher dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht auf die Vorrichtung zur unterbrechungsfreien Energieversorgung,

Fig. 2 eine abgerissene Seitenansicht auf den Energiespeicher der Fig. 1 und

Fig. 3 eine Schnittansicht nach III-III der Fig. 2.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Die gemäß der nach Fig. 1 beispielsweise dargestellte Vorrichtung 1 zur unterbrechungsfreien Energieversorgung weist einen Verbrennungsmotor 2, eine elektromagnetische Kupplung 3, eine elektrische Maschine 4 und einen Energiespeicher 5 für kinetische Energie auf. Der Energiespeicher 5 dient dazu, die Drehzahl der Maschinenwelle 6 der elektrischen Maschine 4 zu stabilisieren und dadurch zu gewährleisten, dass die als Generator arbeitende elektrische Maschine 4 im Falle eines elektrischen Netzausfalls die geforderten elektrischen Kenndaten schwankungsfrei zur Verfügung stellen kann. Somit kann eine unterbrechungsfreie Energieversorgung sichergestellt werden. Bei einem Netzausfall wird der Verbrennungsmotor 2 auf eine Drehzahl gebracht und nach dem Erreichen dieser Drehzahl über die Kupplung 3 zugeschaltet, um einen zeitlich längeren elektrischen Netzausfall kompensieren zu können, als dies durch die vom Energiespeicher 5 gespeicherten kinetischen

Energie möglich wäre. Die elektromagnetische Kupplung 3 ist an einem Ende der der Maschinenwelle 6 der elektrischen Maschine 4 angeflanscht.

Der Energiespeicher 5 ist mit seiner Welle 7 mit dem anderen Ende der Maschinenwelle 6 der elektrischen Maschine 4 verbunden. Eventuell kann noch eine nicht näher dargestellte elastische Kupplung zwischen dem Energiespeicher 5 und der elektrischen Maschine 4 zur Leistungsübertragung vorgesehen sein.

Wie der Fig. 2 zum Energiespeicher 5 im Detail zu entnehmen, weist dieser einen auf der Welle 7 drehfest angeordneten Innenrotor 8 auf, der eine elektrische Wicklung 9 trägt. Diese Wicklung 9 erzeugt im Innenrotor 8 einen magnetischen Fluss 10, der sich über den Außenrotor 11 zu einem magnetischen Kreis 12 schließt. Der topfförmig und als Vollkörper ausgebildete Außenrotor 11 ist um den Innenrotor 8 angeordnet und wirkt in der Art eines Kurzschlusskäfigs, wodurch eine von elektrischen Maschinen bekannte Kraftverbindung zwischen den beiden Rotoren 8, 11 durch Kopplung ihrer Magnetfelder entsteht. Da der Außenrotor 11 gegenüber der Welle 7 drehbar gelagert ist, kann dieser auch auf eine gegenüber der Welle 7 erhöhte Drehzahl gebracht werden, um damit kinetische Energie zu speichern. Damit stellt sich auch eine Relativdrehzahl zwischen Innenrotor 8 und Außenrotor 11 ein.

Trotz dieser Relativdrehzahl wird eine standfeste und kostengünstige Lagerung des Außenrotors erreicht, indem der Außenrotor 11 beidseitig am Gehäuse 13 drehbar mit Hilfe von Rotorlager 14, hier Wälzlager, mechanisch gelagert ist. Damit kann auf eine mechanische Lagerung zur Welle bzw. zum Innenrotor 8 hin verzichtet werden, was eine Lagerung des Außenrotors 11 mit feststehenden Lagerteilen 15 ermöglicht. So kann selbst im Betrieb des Energiespeichers 5 eine Schmierung der Wälzlager 14 vorgenommen werden, was eine hohe Betriebsdauer und Standfestigkeit sicherstellt.

Der Außenrotor 11 endet beidseitig in Hohlwellen 16. Durch diese Hohlwellen 16 ragt die Welle 7 mechanisch lagerfrei, was eine Kapselung des Innenrotors 8 zu dessen Schutz schafft.

Zudem bieten diese Hohlwellen 16 ausreichend Platz zum Angriff der Rotorlager 14 bzw. Wälzlager, um eine Fest-Los-Lagerung des Außenrotors 11 im Gehäuse 13 auszubilden. Wie insbesondere der Fig. 2 zu entnehmen, sind damit beide Hohlwellen 16 über je ein Wälzlager am Gehäuse 13 mechanisch drehbar gelagert.

Die Lagerung des Außenrotors 11 am Gehäuse 13 greift an dessen Seitenwänden 17 an, was unter Berücksichtigung der hier ebenso mechanisch angreifenden Wellenlager 18 bzw. Wälzlager, der Welle 7 eine besonders vorteilhafte gegenseitige Abstützung der drehbaren Teile des Energiespeichers 5 schafft.

Zwischen den beiden Wellenlagern 18 der Welle sind die Rotorlager 14 des Außenrotors 11 angeordnet. Hierfür springt das Gehäuse 13 mit je einem Steg 19 zum Außenrotor vor.

Mit einem Rotorlager 14 des Außenrotors 11 bzw. seinem feststehenden Lagerteil 15 ist eine Schmierstoff führende Leitung 20 verbunden. Damit wird das Rotorlager 14 bzw. Wälzlager aktiv geschmiert, und zwar mit Hilfe einer Einrichtung 21 zur Ölschmierung oder Fettschmierung. Zur Fettschmierung kann die Einrichtung 21 auch als ein nicht näher dargestellter Nippel ausgebildet sein, an dem eine Fettpresse angesetzt werden kann.

Zudem ist der Fig. 3 zu entnehmen, dass der Innenrotor 8 die Rotorform einer Schenkelpolmaschine aufweist, was den konstruktiven Aufwand am Energiespeicher 5 weiter reduziert. Im Allgemeinen wird erwähnt, dass für den Innenrotor 8 jegliche Rotorform vorstellbar ist.

Die Wicklung 9 am Innenrotor 8 wird als Bremswicklung verwendet.

Der Außenrotor wird mit Hilfe eines Segmentmotors 24 auf Drehzahl gebracht, der sich zwischen einem Stator 25 und dem Außenrotor 11 ausbildet. Hierfür weist das Gehäuse 13 des Energiespeichers 5 eine Öffnung 26 auf, in die der Stator 25 mit seiner elektrischen Wicklung 27 eingesetzt ist, was der Fig. 3 besser entnommen werden kann. Der Innenrotor 8 arbeitet sohin als elektrische Synchronmaschine - der Außenrotor 11 arbeitet sohin als Asynchronmaschine.

Diese Öffnung 26 ist zudem am Scheitel des Gehäusemantels 22 angeordnet, um damit die Rotorlager 14 des Außenrotors 11 zu entlasten.

P a t e n t a n s p r ü c h e:

1. Energiespeicher für kinetische Energie mit einem Gehäuse (13), mit einer Welle (7), die einen drehfest verbundenen Innenrotor (8) aufweist, und mit einem, insbesondere trommelförmigen, Außenrotor (11), der den Innenrotor (8) mindestens bereichsweise umgibt und der gegenüber der Welle (7) drehbar gelagert ist, wobei der Innen- (8) und/oder Außenrotor (11) mindestens eine elektrische Wicklung (9) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der am Gehäuse (13) beidseitig mechanisch drehbar gelagerte Außenrotor (11) zur Welle (7) hin mechanisch lagerfrei gehalten ist.
2. Energiespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Außenrotor (11) in Hohlwellen (16) endet, durch die die Welle (7) mechanisch lagerfrei ragt.
3. Energiespeicher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Hohlwellen (16) über je mindestens ein Rotorlager (14), insbesondere Wälzlager, am Gehäuse (13) drehbar gelagert sind.
4. Energiespeicher nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Außenrotor (11) an beiden Seitenwänden des Gehäuses (13) drehbar gelagert ist.
5. Energiespeicher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (7) am Gehäuse (13) mechanisch drehbar gelagert ist.

6. Energiespeicher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorlager (14) des Außenrotors (11) zwischen den Wellenlagern (18) der Welle (7) angeordnet sind.
7. Energiespeicher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein zwischen Außenrotor (11) und Gehäuse (13) vorgesehene Rotorlager (14), insbesondere Wälzlager, mit einer Leitung (20) verbunden ist, die Schmierstoff zur aktiven Lagerschmierung des Rotorlagers aufweist.
8. Energiespeicher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (20) Teil einer Einrichtung zur Ölschmierung ist.
9. Energiespeicher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (20) in einer Öffnung, insbesondere in einem Nippel zur Fettschmierung, außerhalb des Gehäuses (13) endet.
10. Energiespeicher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher (5) einen Segmentmotor (24) und das Gehäuse (13) des Energiespeichers (5) eine Öffnung (26) für den Segmentmotor (24) aufweisen, wobei der mindestens eine elektrische Wicklung (9) aufweisende Stator (25) des Segmentmotors (24) in die Öffnung (26) des Gehäuses (13) eingesetzt und mit dem Außenrotor (11) zur Ausbildung eines Segmentmotors (24) zusammenwirkt.
11. Energiespeicher nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (26) am Scheitel des Gehäusemantels (22) angeordnet ist.
12. Vorrichtung zur unterbrechungsfreien Energieversorgung mit einer elektrischen Maschine (4) und mit einem Energiespeicher (5) nach einem der

Ansprüche 1 bis 11, wobei die Welle (7) des Energiespeichers (5) mit der Maschinenwelle (6) der elektrischen Maschine (4) verbunden ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen Verbrennungsmotor (2) und eine Kupplung (3) aufweist, die zwischen elektrischer Maschine (4) und dem Verbrennungsmotor (2) vorgesehen ist.