

5

„Überwachungssystem für den Betrieb einer Energieführungskette“

Die Erfindung betrifft ein Überwachungssystem für den Betrieb einer Energieführungskette nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

10

Energieführungsketten mit in diesen geführten Leitungen sind vielfältigen Beanspruchungen ausgesetzt, sowohl in Bezug auf die Kette selber als auch in Bezug auf die in dieser geführten Leitungen. Dies betrifft einerseits einen Verschleiß von Bestandteilen der Energieführungskette, beispielsweise von Gelenkbereichen der Ket-

15 tenglieder. Oftmals ist die Kette zwischen den beiden relativ zueinander beweglichen Anschlussstellen mit Ausbildung eines Umlenkbereichs angeordnet, welcher beispielsweise ein Ober- und Untertrum der Kette verbindet. Beim Verfahren der Kette bewegt

20 sich dieser Umlenkbereich durch die Kette. Damit unterliegen auch die in der Energieführungskette geführten Leitungen einer Deformation, wenn ein vordefinierter Leitungsabschnitt beim Verfahren der Kette aus einem weniger gekrümmten wie bspw. linearen Zustand in einen stärker gekrümmten Zustand, wie dieser im Umlenkbereich

25 vorliegt, überführt wird. Durch das Vor- und Zurückfahren einer der Anschlussstellen werden auf die Leitung somit mechanischen Wechselbeanspruchungen ausgeübt, insbesondere auch Biegebeanspruchungen. Bei schneller Verfahrbewegung der Kette und einer gewissen Biegesteifigkeit der Leitungen entstehen somit sehr hohe Beanspru-

30 chungen. Ferner werden beim Beschleunigen oder Abbremsen eines Kettenendes aufgrund der Verfahrbewegung der Kette auf die Leitung Zug- und/oder Schubkräfte in deren Längsrichtung ausgeübt. Allein diese Belastungen der Leitung können zu einem Verschleiß der Leitung führen. Unterschiedlich aufgebaute Leitungen oder Leitungen

35 mit unterschiedlichen Querschnitten unterliegen jedoch auch einem unterschiedlichen Verschleiß.

Die Wechselbeanspruchungen der Leitungen bei der Verfah rung der
Energieführungskette können auch unter Umständen zu einer gewissen
Lockerung der Halterung der Leitungen führen, insbesondere auch an
5 der Zugentlastung der jeweiligen Leitung. Diese Wechselbeanspru-
chungen können auch dazu führen, dass die jeweilige Leitung ihre
Solllage innerhalb der Energieführungskette unerwünscht ändert.
Die Solllage der Leitung ist in der Regel so bestimmt, dass beim
Verfahren der Kette Leitungsabschnitte nicht mit anderen Bauteilen
10 wie bspw. den Kettengliedinnenseiten, einschließlich anderen Lei-
tungen, unerwünscht in Berührung kommen. Ändert die Leitung zumin-
dest in einem Teilbereich in Abweichung von der Solllage, so kann
der Leitungsabschnitt unerwünscht ein anderes Bauteil der Kette,
beispielsweise ein solches, welches den Ketteninnenraum definiert,
15 oder mit einer anderen Leitung in Berührung kommen. Derartige
Berührungen, insbesondere ein Reiben, Stoßen oder Schlagen können
jedoch ebenfalls zu einem beträchtlichen Verschleiß der Leitung
führen.

20 Der Verschleiß der Leitung, insbesondere aufgrund der Verfah rung
der Kette, bedingt jedoch eine Wartung der Leitungen in Zeitab-
ständen, um einen Ausfall derselben zu vermeiden. Ein Leitungsaus-
fall würde eine Maschinenstillstandszeit und einen Austausch der
Leitung bedingen und könnte auch zu einer Beschädigung der mit der
25 Leitung versorgten Maschine, Verlust von in einer Leitung geführ-
ten Medien durch Austritt in die Umgebung, bei einem Bruch einer
Leitung auch Beschädigung anderer Leitungen oder der Kette usw.
führen. Andererseits bedeutet eine solche Wartung selber stets
auch unerwünschte Maschinenstillstandzeiten, welche nach Möglich-
30 keit zu minimieren sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Überwachungs-
system für den Betrieb einer Energieführungskette mit mindestens
einer in dieser geführten Leitung bereitzustellen, durch welches
35 die Wartungsintervalle zur Überprüfung des Zustandes der Leitungen
optimiert werden können und/oder eine beginnende Beschädigung
einer Leitung ohne Stilllegung der Energieführungskette frühzeitig
feststellbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Überwachungssystem gemäß Anspruch 1 sowie durch die Bereitstellung einer Zugentlastungseinrichtung für ein solches Überwachungssystem gemäß Anspruch 16 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

5

Erfindungsgemäß ist zur Lösung der Aufgabe mindestens eine Messeinrichtung zur Messung von Kräften vorgesehen, welche beim Betrieb der Energieführungskette auf die festzulegende oder festgelegte Leitung ausgeübt werden und/oder welche beim Betrieb der
10 Kette von der mindestens einen Leitung in Richtung auf und/oder in das Trägerteil übertragen werden. So wurde im Zuge der Erfindung festgestellt, dass die beim Betrieb der Energieführungskette von der mindestens einen Leitung in Richtung auf und/oder in das Trägerteil übertragenen Kräfte (im Allgemeinen auch: „Leitungskräfte“
15 genannt) ein Maß für den Verschleiß der Leitung sein können, insbesondere bei ansonsten gleichen Betriebsparametern der Kette, bzw. aus sich über einen Zeitraum ändernden Leitungskräften bei ansonsten gleichen Betriebsparametern der Kette auf den Verschleiß geschlossen werden kann oder sich zumindest Hinweise auf einen
20 solchen ergeben. Der genannte Zeitraum kann einen signifikanten Bruchteil eines ansonsten üblichen Wartungsintervalls darstellen, in welchem also bereits ein signifikanter Verschleiß einer Leitung eintreten kann.

25 Aus der WO 2004/090375 A1 ist bereits eine Überwachungseinrichtung für eine Energieführungskette bekannt. Mittels dieser kann der Verschleiß von Kettengliedern und der Gelenkverbindungen zwischen diesen überwacht werden. Der Verschleiß der Kette bzw. der Gelenkverbindungen von Kettenabschnitten miteinander korreliert jedoch
30 in keiner Weise mit dem Verschleiß von in der Kette geführten Leitungen, da andere Materialien und andere mechanische Belastungen gegeben sind. Dies gilt insbesondere, wenn in der Kette Leitungen unterschiedlicher Bautypen geführt werden. Der Leitungsver-
schleiß bei gegebener Kettenverfahung hängt hierbei einerseits
35 vom Leitungstyp ab, aber ggf. auch von der Anordnung der Leitung innerhalb der Kette, bspw. ob die Leitung nahe oder entfernt zu der Verbindungslinie der Kettengliedgelenkelemente angeordnet ist. Auch kann die Empfindlichkeit der Leitungen für mechanische Belastungsspitzen, bspw. bei schneller Beschleunigung der Kette, vom

konkreten Leitungsaufbau abhängen. Die Überwachungseinrichtung der WO 2004/ 090375 A1 löst somit nicht die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe.

- 5 Ändert bspw. eine Leitung (im Allgemeinen auch: „Leitungen“) ihre Lage innerhalb der Energieführungskette (im Allgemeinen auch: „Kette“) in Abweichung von der Solllage für den bestimmungsgemäßen Betrieb, so kann dies dazu führen, dass die Leitung mit einem Abschnitt gegen ein anderes Bauteil wie bspw. einen Bereich des
- 10 Kettengliedes oder eine Einrichtung desselben oder an eine andere Leitung schlägt oder an diesem reibt. Dies kann beim Betrieb der Kette wiederholt erfolgen, bspw. bei jedem Verfahrenszyklus, und somit zu einem Verschleiß führen. Eine Lageänderung eines Leitungsabschnittes aus der Solllage kann beispielsweise erfolgen,
- 15 wenn sich die die Leitung fixierende Halterung etwas lockert oder sich die Leitung in Bezug auf ihre Längserstreckung unerwünscht deformiert, bspw. also mit einem Teilbereich im Kettenglied seitlich verrutscht. Dieser Leitungsabschnitt ist vom Endbereich der Leitung in Leitungslängsrichtung beabstandet, beispielsweise im
- 20 mittleren Bereich der Leitung angeordnet. Im Zuge der Erfindung wurde festgestellt, dass die durch dieses Schlagen, Reiben oder dergleichen erzeugten Kräfte am Endbereich dieser Leitung messtechnisch erfassbar sind und vom Leitungsendbereich in Richtung auf die Zugentlastungseinrichtung dieser Leitung bzw. auf diese
- 25 Zugentlastungseinrichtung und darüber hinaus in Richtung auf bzw. auf das Trägerteil übertragen werden und auch in diesem Bereich der Kraftübertragung bzw. an diesen Bauteilen messtechnisch erfassbar sind. Durch Messung dieser Leitungskräfte kann somit ein bereits beginnender Verschleiß der Leitung frühzeitig
- 30 erfasst werden und bspw. Gegenmaßnahmen rechtzeitig ergriffen werden, wie bspw. die Leitung wieder in ihrer Solllage zu fixieren. Alternativ kann bei fehlendem Hinweis auf beginnenden Verschleiß aufgrund fehlender Abweichung der Leitungskräfte von den zu erwartenden Leitungskräften das Wartungsintervall verlängert
- 35 und somit Maschinenstillstandszeit vermieden werden. Die „zu erwartenden Leitungskräfte“ können bspw. durch eine Referenzmessung mit nicht verschleißbeeinträchtigten bzw. neuen Leitungen bestimmt werden. Es versteht sich, dass die Kette jeweils mit gleichen Betriebsparametern betrieben wird.

Ferner können bei langer Betriebsdauer der Kette die in diesen
geführten Leitungen einer betriebsbedingten Alterung unterliegen,
beispielsweise einer bleibenden Verlängerung oder Dehnung der
5 Leitung. Eine damit verbundene Querschnittsverminderung kann auch
die Versorgung des mit den Kettenleitungen verbundenen Verbrau-
chers beeinträchtigen. Bei Kupferkabeln kann hierdurch bspw. die
Kupferseele des Kabels ihren Querschnitt verringern. Wie sich im
Zuge der Erfindung herausgestellt hat kann diese Dehnung zu einer
10 Änderung der Kraftübertragung der Leitung auf die Zugent-
lastungseinrichtung (im Allgemeinen auch „Zugentlastung“) bei
ansonsten gleichen Betriebsbedingungen der Kette wie Verfahrgeschwindigkeit,
Verfahrbeschleunigung usw. führen. So ändern sich
aufgrund der bleibenden Dehnung der Leitung Eigenschaften dersel-
15 ben, welche die Übertragung von Kräften beim Verfahren der Kette
von der Leitung auf oder in Richtung auf die Zugentlastung der
Leitung und gegebenenfalls darüber hinaus in Richtung auf das
Trägerteil beeinflussen, wie bspw. die Biegesteifigkeit der Lei-
tung, ohne durch die Theorie gebunden zu sein. Wird bei der Ver-
20 fahrung der Kette somit ein Abschnitt der Leitung gebogen, wenn
dieser vom Umlenkbereich der Kette erfasst wird, so werden auch
Kräfte in Leitungslängsrichtung wie Schub- und/oder Zugkräfte auf
bzw. in Richtung auf die Zugentlastung übertragen. Diese Kräfte
ändern sich aber bei sich ändernden mechanischen Eigenschaften der
25 Leitung wie bspw. deren Biegesteifigkeit, bei ansonsten gleichen
Betriebsparametern der Kette.

Entsprechendes kann gelten, wenn sich aufgrund von Verschleiß
eines Leitungsabschnittes andere Eigenschaften der Leitung ändern,
30 welche für die Kraftausübung von der Leitung auf die Zugentlastung
oder in Richtung auf die Zugentlastung oder weiter in Richtung auf
das Trägerteil von Bedeutung sind, wie bspw. die Biegesteifigkeit
der Leitung. Eine solche Änderung kann sich beispielsweise erge-
ben, wenn (i) durch Abrieb ein Leitungsmantel bereichsweise seine
35 Wanddicke ändert, (ii) aufgrund wiederholter mechanischer Wechsel-
beanspruchungen sich einzelne Lagen eines Leitungsmantels vonei-
nander lösen oder deren Haftung aneinander sich ändert, (iii)
einzelne Lagen der Leitung alterungsbedingt ihre Eigenschaften
ändern wie beispielsweise ihre Festigkeit oder Steifigkeit ändern

und/oder (iv) die Leitung ihre Erstreckungsform ändert und sich in Bezug auf deren Längserstreckung plastisch bzw. bleibend verformt, beispielsweise sich spiralförmig in Leitungslängsrichtung verdrillt.

5

Die Alterung der Leitung kann somit anhand der auf oder in Richtung auf die Zugentlastung bzw. das Trägerteil ausgeübten Leitungskräfte überwacht werden. Kräfte „in Richtung auf“ die Zugentlastung bzw. das Trägerteil können beispielsweise Zug- und/der
10 Schubkräfte aber bspw. auch Torsionskräfte oder andere Kräfte sein. Eine Wartung oder ein Austausch der Leitung kann erfolgen, wenn die altersbedingte Änderung und damit auch die ausgeübten Leitungskräfte als Messgröße einen bestimmten vordefinierten Schwellwert übersteigt. Hierdurch können die Wartungsintervalle
15 der Leitungen selber optimiert werden, beispielsweise unter Berücksichtigung der Beanspruchungen oder Betriebszeiten der jeweiligen Kette.

Als „Trägerteil“ im Sinne der Erfindung sei das Bauteil verstanden, welches die Zugentlastungseinrichtung an der Anschlussstelle dieser gegenüber ortsfest festlegt, beispielsweise an dieser festgeschraubt ist, und Kräfte von der Zugentlastung in die Anschlussstelle ableitet. Bei der Festlegung der Leitungen an der Zugentlastung muss somit das Trägerteil gegenüber der Umgebung bzw. der
25 Kette und/oder den Leitungen zumeist nicht lageverändert werden. Das Trägerteil kann somit beispielsweise eine an dem Untergrund ortsfest festgelegte, beispielsweise verschraubte, Halteschiene für die Zugentlastung sein. Liegt beispielsweise ein Endbefestigungsteil mit einander gegenüberliegenden Seitenlaschen vor, wobei
30 die Seitenlaschen an dem Untergrund ortsfest festgelegt sind, und ist eine Halteschiene für die Zugentlastung lediglich in die Seitenlaschen eingesteckt, so ist die Halteschiene der Zugentlastung zuzuordnen.

35 Allgemein kann die Zugentlastung außerhalb oder auch innerhalb der Energieführungskette, beispielsweise an einem Endbefestigungsteil der Kette, festgelegt sein, wobei das Endbefestigungsteil ortsfest und kraftaufnehmend an der Anschlussstelle festgelegt sein kann, beispielsweise durch Verschraubung. Ist die Zugentlastung an dem

Endbefestigungsteil der Kette festgelegt, so kann das Endbefestigungsteil im Sinne der Erfindung als Trägerteil verstanden werden. Beispielsweise kann die Zugentlastung auch außerhalb der Kette, beispielsweise in Kettenlängsrichtung hinter dem Endbefestigungsteil der Kette angeordnet sein. Gegebenenfalls kann eine Zugentlastung auch in einem mittleren Bereich der Kette in Bezug auf deren Längserstreckung angeordnet sein.

Als „Energieführungskette“ im Rahmen der Erfindung sei eine beliebige Leitungsführungseinrichtung mit relativ zueinander lageveränderlichen, insbesondere gelenkig miteinander verbundenen Kettenabschnitten verstanden, wobei die einzelnen Kettenglieder lösbar oder nicht-lösbar aneinander festgelegt sein können. Beispielsweise kann die Energieführungskette mit den mehreren Kettengliedern einstückig ausgebildet sein. Die Kette stellt einen Ketteninnenraum bereit, in welchem die mindestens eine Leitung oder eine Vielzahl von Leitungen geführt ist. Der Ketteninnenraum ist zur Führung der Leitungen innerhalb der Kette vorzugsweise zur Umgebung hin baulich begrenzt.

Die Kette ist vorzugsweise unter Ausbildung eines Obertrums, Untertrums und eines zwischen diesen angeordneten Umlenkbereichs angeordnet, wobei an den Endbereichen von Ober- und Untertrum die Anschlussstellen vorgesehen sind. Die Kette kann auch spiralförmig gewunden angeordnet sein und zumindest eine der Anschlussstellen um eine Drehachse verfahren werden. Andere Raumanordnungen der Kette und Verfahrwege derselben seien von der Erfindung ebenfalls umfasst.

Vorzugsweise ist die Messeinrichtung zur Messung von Schub- und/oder Zugkräften und/oder Torsionskräften und/oder Biegekräften, besonders bevorzugt zur Messung von Schub- und/oder Zugkräften, ausgebildet, welche beim Betrieb der Energieführungskette auf die festzulegende oder festgelegte Leitung ausgeübt werden und/oder welche beim Betrieb der Kette von der mindestens einen Leitung in Richtung auf und/oder in das Trägerteil übertragen werden. Die Messeinrichtung kann jedoch auch zur Messung anderer Kräfte ausgebildet sein, welche auf die Leitung wirken und/oder von dieser übertragen werden.

In Bezug auf die Kraftübertragungsrichtung von der Leitung in Richtung auf das Trägerteil kann der zumindest eine Sensor der Messeinrichtung jeweils unmittelbar an der Leitung ankoppeln. Die
5 Ankoppelung des Sensors an der Leitung kann hierbei in Kraftübertragungsrichtung von der Leitung in Richtung auf das Trägerteil insbesondere vor der Zugentlastung an der Leitung ankoppeln, unter Umständen auch hinter der Zugentlastung. Nach einer bevorzugten Variante koppelt der zumindest eine Sensor der Messeinrichtung
10 nicht unmittelbar an der Leitung an, was auch für alle Sensoren der Messeinrichtung gelten kann. Der Begriff „ankoppeln“ in Bezug auf den Sensor sei allgemein als messwertaufnehmendes ankoppeln zur Erfassung der Messgröße verstanden.

15 Der Begriff „Sensor“ umfasst im Sinne der Erfindung jeweils auch die Anordnung mehrerer Sensoren, sofern sich aus dem Zusammenhang nichts anderes ergibt.

Besonders vorteilhaft ist die Messeinrichtung in Bezug auf die
20 Richtung eines Kraftflusses von der mindestens einen an der Zugentlastungseinrichtung festzulegenden oder festgelegten Leitung in das Trägerteil kraftmessend wirksam zwischen der Leitung und dem Trägerteil angeordnet. Hierdurch können die bei der Kettenver-
25 fahrung von der Leitung auf die Zugentlastungseinrichtung und von dieser weiter in Richtung auf das Trägerteil übertragenen und damit abgeleiteten Kräfte mittels der Messeinrichtung gemessen werden. Die Messeinrichtung kann hierbei an einem Bauteil mess-
wirksam ankoppeln, welches unmittelbar im Kraftfluss der Kraftübertragung von der Leitung, insbesondere dem an der Zugentlastung
30 festgelegten Leitungsbereich bzw. Leitungsendbereich, über die Zugentlastung in Richtung zum Trägerteil bzw. in das Trägerteil liegt. „In Richtung des Kraftflusses“ umfasst jedoch auch Bauteile, welche nicht unmittelbar in dem besagten Kraftfluss liegen, aber deren Lage oder Zustand, beispielsweise mechanischer Span-
35 nungs- oder Torsionszustand, sich durch den besagten Kraftfluss (bzw. durch dessen Änderungen) ändert. Zur messenden Ankoppelung kann jeweils ein Sensor der Messeinrichtung an dem besagten Bauteil angebracht sein bzw. kräftemessend an diesem ankoppeln. Die kräftemessende Ankoppelung der Messeinrichtung umfasst, dass der

Sensor zur Messung aktiviert ist oder hierzu aktivierbar ist.

Nach einer Ausführungsform kann die Messeinrichtung kraftmessend wirksam unmittelbar an der Leitung selber ankoppeln, insbesondere in Kraftübertragungsrichtung gesehen vor der Zugentlastung dieser
5 Leitung, so dass auf die Leitung wirkende Kräfte unmittelbar gemessen werden können. Vorzugsweise koppelt die Messeinrichtung jedoch nicht unmittelbar an der Leitung an, was den Vorteil hat, dass bei Austausch der Leitung die Messeinrichtung nicht von der auszutauschenden Leitung entkoppelt und an der neuen Leitung ange-
10 koppelt werden muss.

Es versteht sich, dass zur Kraftmessung durch die Messeinrichtung die auf das jeweilige Bauteil wirkende Kraft bei Verfahrung der Kette bzw. von der Leitung in Richtung auf das Trägerteil übertra-
15 gene Kraft unmittelbar gemessen wird oder gemessen werden kann, oder aber eine physikalische Größe, welche mit der besagten Kraft korreliert. Die Kraft kann beispielsweise durch eine geringfügige Lageveränderung des jeweiligen Bauteils aufgrund der von der Leitung übertragenen Kräfte in Richtung auf das Trägerteil gemessen
20 werden, beispielsweise aber auch auf Basis von Spannungen, welche durch die von der Leitung ausgeübten Kräfte auf das Bauteil übertragen werden, elastische Deformationen des Bauteils wie Verbiegung oder Torsion desselben oder dergleichen. Beispielsweise können die von der Leitung in Richtung auf das Trägerteil ausgeübten
25 Kräfte auch durch eine geringfügige Lageänderung eines in der Kraftflussrichtung liegenden Bauteils gemessen werden, was beispielsweise auch optisch oder durch andere Messverfahren bestimmbar sein kann, durch Beschleunigungssensoren oder dergleichen.

30 Vorzugsweise ist die Messeinrichtung als Kraftmesseinrichtung ausgebildet, also beispielsweise in Form einer Kraftmessdose, Dehnungsstreifen, Wägezelle, Piezoelement, kapazitiven Sensor, induktiver Sensor oder dergleichen, oder diese als messaktives Element umfassend. Vorzugsweise umfasst die Messeinrichtungen
35 zumindest einen oder mehrere Kraftaufnehmer zur Erfassung der jeweiligen Messgröße. Die Kraftmessung kann als direkte oder indirekte Kraftmessung erfolgen. Beispielsweise können auch aus der Kraftübertragung resultierende physikalische Größen wie eine Erschütterung oder Vibration des entsprechenden in der Kraftfluss-

richtung liegenden Bauteils gemessen werden. Bei der Ankoppelung der Messeinrichtung an dem besagten, in Kraftflussrichtung zwischen der Leitung und den Trägerteil liegenden Bauteil kann die Messeinrichtung allgemein bei Bedarf an einem Referenzteil mit Ankerpunkt ankoppeln, um die von der Leitung auf das Bauteil übertragenen Kräfte zu messen. Der Referenzpunkt kann ein außerhalb der Kette angeordneter ortsfester Ankerpunkt sein. Die Kraftaufnehmer der Messeinrichtung können allgemein einerseits an dem jeweiligen Bauteil, auf welches Leitungskräfte übertragen werden, und andererseits an dem Ankerpunkt ankoppeln, um die auf das Bauteil ausgeübten Leitungskräfte zu messen.

Besonders bevorzugt ist die Messeinrichtung an der Zugentlastung kraftmessend angekoppelt, um die bei einer Verfahrrichtung der Kette von der Leitung auf die Zugentlastung ausgeübten Kräfte messen zu können. Dies hat zum einen den Vorteil, dass bei einem Austausch der Leitung die Messeinrichtung nicht beispielsweise von der Leitung zu entkoppeln und an der neuen Leitung anzukoppeln ist. Andererseits werden die bei einer Verfahrrichtung der Kette von den Leitungen ausgeübten Kräfte weitestgehend oder praktisch vollständig von der Zugentlastung der jeweiligen Leitung aufgefangen, so dass die übertragenen Kräfte vergleichsweise genau messbar sind und damit auch Änderungen der Kraftübertragung aufgrund von Verschleißerscheinungen der Leitungen oder diese bewirkende Ereignisse wie ein Anschlagen der Leitung an einem Kettenglied, beispielsweise im Bereich des Innenradius der Kette, insbesondere im Umlenkbereich derselben. Das „Anschlagen“ kann allgemein auch bereits durch eine entsprechende Berührung erfolgen. Hierbei kann die Messeinrichtung auch an unterschiedlichen Bereichen der Zugentlastungseinrichtung kraftmessend wirksam angekoppelt sein, bspw. um relative Kraftänderungen zwischen diesen Bereichen zu messen. Die Messeinrichtung kann auch mehrere Sensoren wie Kraftaufnehmer aufweisen, welche an für verschiedene Leitungen vorgesehene zugentlastene Halterungen kraftmessend ankoppeln, um die bei der Kettenverfahrrichtung von der Leitung auf die Zugentlastung ausgeübten Kräfte zu messen. Sind mehrere Leitungen vorgesehen, welche zugentlastend an einer Zugentlastungseinrichtung gehalten sind, so kann hierdurch eine einzelne Leitung oder eine kleinere Untergruppe aus der größeren Gesamtzahl der an der Zugentlastungseinrichtung festgelegten Lei-

tungen identifiziert werden, welche verschleißbedingt sich ändernde Kräfte auf die Zugentlastung ausüben.

Besonders bevorzugt kann die Messeinrichtung zumindest einen oder
5 mehrere Sensoren aufweisen, welche jeweils an mindestens oder an genau einem Leitungshaltemittel der Zugentlastung kraftmessend ankoppeln. Das Leitungshaltemittel ist hierbei das Mittel der Zugentlastung, welches unmittelbar mit der Leitung zugentlastend zusammenwirkt. Die Zugentlastung kann beispielsweise eine
10 Klemmeinrichtung sein, wobei die Leitungshaltemittel als Klemmmittel wie Klemmbacken ausgeführt sein können. Durch die Ankoppelung der Messeinrichtung an dem Leitungshaltemittel können die von der Leitung auf die Zugentlastung ausgeübten Kräfte besonders exakt gemessen werden, da diese von der Leitung unmittelbar auf das
15 Leitungshaltemittel übertragen werden. Andererseits kann bei einem Austausch der Leitung die Ankoppelung der Messeinrichtung bzw. des Sensors an dem Leitungshaltemittel beibehalten werden, was die Wartung der Kette und/oder einen Leitungsaustausch wesentlich erleichtert. Darüber hinaus können insbesondere mehrere Sensoren
20 der Messeinrichtungen an mehreren Leitungshaltemitteln kraftmessend ankoppeln, so dass bei Anordnung mehrerer Leitungen in einer Kette einzelne Leitungen oder Untergruppen von Leitungen leichter identifiziert werden können, welche einem erhöhten Verschleiß gegenüber anderen Leitungen ausgesetzt sind und somit über einen
25 längeren Betriebszeitraum der Kette mit einer Vielzahl an Verbewegungen der Kette sich die von den Leitungen auf die Zugentlastung bzw. in Richtung auf das Trägerteil ausgeübten Kette ändern. Dies hat den Vorteil, da bei einer Anordnung einer Vielzahl von Leitungen in einer Kette sich durch in Augenscheinnahme bei der
30 Wartung nicht unmittelbar erschließt, welche der Leitungen einem erhöhten Verschleiß ausgesetzt ist und die Verschleißstelle an der Leitung nicht immer einfach lokalisierbar ist.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Zugentlastungseinrichtung einen Stützbereich auf, mittels welchem das
35 mindestens eine Leitungshaltemittel an der Zugentlastungseinrichtung befestigt ist, wobei die Messeinrichtung mit dem Stützbereich der Zugentlastung kraftmessend ankoppelt. Ein derartiger Stützbereich kann beispielsweise der Bügel einer Bügelschelle sein, an

welcher mehrere Leitungen zugentlastend festgelegt sind. Eine Zugentlastung einer Kette umfasst oftmals mehrere derartige Stützbereiche, wobei an einem Stützbereich eine kleinere Untergruppe der Gesamtanzahl von in der Kette geführten Leitungen zugentlastet wird. Hierdurch kann eine Untergruppe der Leitungen identifiziert werden, bei welcher zumindest eine oder mehrere Leitungen einem erhöhten Verschleiß ausgesetzt ist/sind, verglichen mit Leitungen anderer Untergruppen, welche in der Kette geführt und an der Zugentlastung festgelegt sind. Ein derartiger Stützbereich kann beispielsweise auch ein Zugentlastungsblock einer Zugentlastung sein, welche mehrere derartiger Leitungshaltemittel für mehrere Leitungen umfasst. Ein derartiger Stützbereich kann beispielsweise auch ein Halteblock einer Zugentlastung sein, welcher mehrere Zugentlastungsblöcke miteinander verbindet.

Der Stützbereich und die Leitungshaltemittel der Zugentlastungseinrichtung sind bevorzugt als separate Bauteile ausgebildet, so dass beispielsweise durch Austausch der Leitungshaltemittel mit unterschiedlichen Arbeitsquerschnitten Leitungen unterschiedlichen Durchmessers an der Zugentlastung festlegbar sind. Sind beispielsweise bei Umrüstung einer Kette auf Leitungen mit anderem Außendurchmesser oder für andere Leitungsmedien die Leitungshaltemittel auszutauschen, so können die Stützbereiche gegebenenfalls an der Zugentlastungseinrichtung verbleiben und/oder die Sensoren der Messeinrichtung müssen nicht von dem Stützbereich entkoppelt werden. Eine Umrüstung der Kette ist somit wesentlich erleichtert. Dennoch ist der Stützbereich in Bezug auf die Kraftübertragung der Leitungen in Richtung auf das Trägerelement in Kraftflussrichtung nahe den Leitungen angeordnet, so dass die von den Leitungen ausgeübten Kräfte und deren Änderungen über die Betriebsdauer der Kette vergleichsweise exakt messbar sind.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Zugentlastungseinrichtung ein Sockelelement, mit welchem die Zugentlastung an dem Trägerteil gehalten und festgelegt ist. Die Messeinrichtung ist vorzugsweise kraftmessend an dem Sockelelement angekoppelt. Ein derartiges Sockelelement kann beispielsweise der Fuß einer Zugentlastung sein, beispielsweise der Fuß einer als Zugentlastung ausgebildeten Bügelschelle, mit welchem diese zug-

kraftaufnehmend an dem Trägerteil gehalten ist, beispielsweise einer Halteschiene desselben. Das Sockelelement kann beispielsweise auch als Leiste oder Block ausgebildet sein, welcher die Zugentlastung an dem Trägerteil festlegt, beispielsweise durch Verschraubung. Das Sockelelement ist hierbei in der Regel außerhalb des leitungsführenden Gesamtquerschnittes der Kette angeordnet. Bei der Anordnung einer oder mehrerer Leitungen in der Kette und damit auch an der Zugentlastungseinrichtung wird somit die Ankoppelung der Messeinrichtung an dem Sockelelement nicht durch die Leitungen behindert, insbesondere auch bei einem Austausch der Leitungen. Ferner ist eine Überprüfung der bestimmungsgemäßen kraftmessenden Ankoppelung der Messeinrichtung an dem Sockelelement erleichtert, da diese nicht durch die Vielzahl von Leitungen beeinträchtigt oder gestört wird.

Das Stützelement und/oder Sockelelement, an welchem der Sensor der Messeinrichtung jeweils erfindungsgemäß ankoppelt, kann ein separates Bauteil der Zugentlastung sein oder an einem anderen Element derselben einstückig angeformt sein. Insbesondere können Stützbereich und Sockelbereich einstückig aneinander angeformt sein.

Es versteht sich, dass die einzelnen Ausführungsbeispiele mit kraftübertragender Ankoppelung der Messeinrichtung an den einzelnen Elementen oder Bereichen der Zugentlastung wie Leitungshaltemittel und/oder Stützbereich und/oder Sockelbereich in Kombination miteinander realisiert sein können.

Weist die Messeinrichtung mehrere Sensoren zur erfindungsgemäßen Messung auf, welche an verschiedene Bauteile angekoppelt sind, beispielsweise an mehreren Teile der Zugentlastung, so können diese Sensoren an einer Sensorhalteeinrichtung vorpositioniert angebracht sein. Die Sensorhalteeinrichtung kann im Bereich der Kette, bspw. an der Zugentlastung positioniert werden, um die Sensoren messtechnisch an die gewünschten Bauteile zur Kraftmessung anzukoppeln. Der Montageaufwand der Sensoren wird so wesentlich erleichtert.

Gemäß einer besonders bevorzugten Abwandlung weist die Messeinrichtung zwei oder mehreren Sensoren wie bspw. Kraftaufnehmer auf,

welche mit verschiedenen Bereichen eines und desselben Bauteils, auf welches Leitungskräfte übertragen werden, Messwert aufnehmend ankoppeln, zur Messung relativer Kräfteunterschiede zwischen den beiden genannten Bereichen desselben Bauteils. Anstelle des Bauteils kann auch eine Bauteilgruppe vorliegen, wobei die einzelnen Bauteile dieser Gruppe vorzugsweise kraftübertragend aneinander festgelegt sind, besonders bevorzugt relativ zueinander lageunveränderlich. Hierzu können beispielsweise Dehnungsmessstreifen oder andere Messwertaufnehmer, insbesondere Kraftaufnehmer, an verschiedenen Bereichen eines Bauteils wie eines Stützbereichs und/oder eines Sockelbereichs der Zugentlastungseinrichtung und/oder der Leitung selber ankoppeln. Hierdurch können relative Unterschiede der auf die beiden genannten Bereiche wirkenden Kräfte mittels der Messeinrichtung ermittelt werden. Hierdurch kann beispielsweise eine elastische Verformung des Bauteils wie eine Biegung und/oder eine Torsion aufgrund der Leitungskräfte gemessen werden. Hierdurch können zur Überwachung der Beanspruchung der Leitung wertvolle Informationen gewonnen werden, welche zur Bestimmung des Wartungsintervalls von wesentlicher Bedeutung sein können.

Nach einer anderen besonders bevorzugten Ausführungsform weist die Messeinrichtung mehrere Sensoren wie Kraftaufnehmer auf, welche messwerterfassend an verschiedene Bauteilen ankoppeln, welche in der Übertragungsrichtung der Leitungskräfte in Richtung auf das Trägerteil zwischen der Leitung bzw. dem im Bereich der Zugentlastung festgelegten Leitungsende und dem Trägerteil angeordnet sind, beispielsweise an verschiedenen Leitungsendebereichen, und/oder verschiedenen Bauteilen der Zugentlastung und/oder des Trägerteils. Insbesondere kann sich diese Ankoppelung der mehreren Sensoren auf verschiedene Bauteile der Zugentlastung beziehen, welche der Zugentlastung verschiedener Leitungen dienen, also beispielsweise verschiedener Leitungshaltemittel und/oder verschiedenen Stützelemente und/oder verschiedene Sockelelemente zur Festlegung verschiedener Leitungen. Hierdurch ist beispielsweise erfassbar, dass bestimmte Leitungen oder Leitungsuntergruppen durch die Kettenverfährung anderen Belastungen wie Wechselbeanspruchungen als andere Leitungen oder Leitungsuntergruppen ausgesetzt sind. Hierdurch können für die Überwachung der Leitungen wertvolle Informa-

tionen ermittelt werden, insbesondere wenn sich diese Leitungskräfte auf unterschiedliche Leitungen oder Leitungsuntergruppen relativ zueinander ändern.

5 Bevorzugt sind an beiden Anschlussstellen der Energieführungskette jeweils eine Zugentlastungseinrichtung vorgesehen, welche die mindestens eine festzulegende Leitung hinsichtlich bei der Verfahr-
10 ung der Energieführungskette wirkenden Zugkräften auf diese entlastet. Es können an einer oder an beiden der Anschlussstellen erfindungsgemäße Messeinrichtungen vorgesehen sein. Hierdurch können insbesondere an einer ortsbeweglichen Anschlussstelle und/oder an einer ortsfesten Anschlussstelle von den Leitungen in Richtung auf das Trägerteil ausgeübte Kräfte separat mittels der an dieser angeordneten Messeinrichtung erfasst werden, gegebenen-
15 falls an beiden. Da an der ortsbeweglichen Anschlussstelle aufgrund deren Verfahrung die Krafteinleitung in die Kette und damit auch in die Leitungen erfolgt, können an beiden Anschlussstellen unterschiedliche Wechselbeanspruchungen auf die Leitungen wirken. Die Leitungsüberwachung kann hierdurch in bestimmten Anwendungsfällen effizienter bzw. empfindlicher erfolgen.
20

Das Überwachungssystem weist vorzugsweise eine Auswerteeinheit auf, um die mittels der Messeinrichtung erfassten Messwerte der Sensoren zu speichern und/oder in Hinblick auf einen möglichen
25 oder gegebenen Verschleiß der Leitungen auszuwerten.

Die Auswerteeinheit kann konfiguriert sein, um beispielsweise Abweichungen der Istwerte der ermittelten Messgrößen oder von diesen abgeleiteter Größen von vorgegebenen Sollwerten unter Berücksichtigung vorgegebener Toleranzen zu bestimmen. Die abgeleiteten Größen können aus den Messwerten beispielsweise aufgrund einer vorgegebenen physikalischen und/oder mathematischen Abhängigkeit abgeleitet werden. So kann beispielsweise eine gemessene Kraft unter Berücksichtigung einer vorgegebenen Fläche in einen
30 Druck umgerechnet werden. Die Sollwerte mit Toleranzen können festgelegt sein, um über einen bestimmten Zeitraum wie bspw. ein zeitlich festgelegtes Wartungsintervall einen ordnungsgemäßen Betrieb der Leitungen sicherzustellen.

Die Auswerteeinheit kann konfiguriert sein, um beispielsweise zeitliche Veränderungen der Istwerte oder von diesen abgeleiteter Größen über einen Zeitraum, welcher innerhalb des Wartungsintervalls liegen kann, beispielsweise nach jedem oder nach einer vorgegeben Anzahl von Verfahrenszyklen der Kette, zu bestimmen. Änderungen des Betriebszustandes der Leitungen können so erfasst werden. Hierdurch kann auf das Erreichen der Toleranzgrenze hin zeitlich extrapoliert und die verbleibende Betriebszeit der Leitung bis zu einer erforderlichen Wartung abgeschätzt werden.

Vorzugsweise ist die Auswerteeinheit mit einer Signaleinrichtung signalübertragend verbunden, welche ein Überwachungssignal oder Störsignal an eine Überwachungsperson übermittelt. So kann bei Abweichungen der Istwerte der Leitungskräfte von den Sollwerten oder bei zeitlicher Änderung der Istwerte über einen vorbestimmten Schwellwert hinaus, ein Störsignal mittels der Signaleinrichtung ausgesandt werden, welches beispielsweise einen Wartungsbedarf anzeigt oder die Relativbewegung der Anschlussstellen zueinander stoppt.

Die Auswerteeinheit kann ferner weitere Betriebsparameter der Kette speichern, welche vorzugsweise im gleichen Verfahrenszyklus der Kette oder zum gleichen Zeitpunkt wie die Erfassung der von der Messeinrichtung bezüglich der auf die Leitung wirkenden bzw. von der Leitung in Richtung auf das Trägerteil übertragenen Kräfte, vorliegen. Diese Betriebsparameter der Kette können durch andere geeignete Messeinrichtungen gemessen werden. Derartige Betriebsparameter können beispielsweise die Verfahrensgeschwindigkeit der Kette oder die Beschleunigung der Kette bei der Verfahrensbewegung sein, insbesondere auch die maximale Verfahrensgeschwindigkeit der Kette oder die maximale Beschleunigung der Kette in dem Verfahrenszyklus der erfindungsgemäßen Kraftmessung. Bei maximaler Beschleunigung der Kette werden in der Regel auch maximale Belastungen auf die Leitungen der Kette ausgeübt. Diese weiteren Betriebsparameter der Kette können zusammen mit den erfindungsgemäßen ermittelten Messwerten der von den Leitungen ausgeübten Kräfte (Leitungskräfte) angezeigt und/oder zur Auswertung der Leitungskräfte herangezogen werden. So können beispielsweise Korrelationen der Messwerte der Leitungskräfte mit den weiteren Betriebsparametern vorgenommen

werden, beispielsweise durch bekannte mathematische Auswerteverfahren oder Algorithmen. So können beispielsweise Messwerte der Leitungskräfte gesondert zur Auswertung herangezogen werden, wenn ausgewählte Betriebsparameter der Kette wie die oben genannten
5 einen bestimmten Schwellwert übersteigen oder in vordefinierten Bereichen liegen.

Im Betrieb der Kette wird zumeist zumindest eines der Anschlusselemente derselben in einer Hin- und Her-Bewegung zwischen Maximalpositionen bewegt, welche einen Verfahrzyklus der Kette und damit auch der von dieser geführten Leitungen definieren. Dies kann beispielsweise bei Anordnung der Kette mit Obertrum, Unterttrum und diese verbindenden Umlenkbereich der Kette gegeben sein, wobei die Anschlussstelle des Obertrums diese Hin- und Her-
15 Bewegung vollführt.

In Abhängigkeit von dem Verbraucher, welcher durch die in der Kette geführten Leitungen mit Medien und/oder Energie versorgt wird, sind verschiedene Verfahrbewegungen der Anschlussstellen zueinander gegeben. So können nach einer Variante die verschiedenen Verfahrzyklen der Kette stets gleich sein, also gleiche zeitabhängige Profile der Kettenverfahrgeschwindigkeit und Kettenbeschleunigung gegeben sein, was hier als „gleichmäßiger Betrieb der Kette“ verstanden wird. Dies kann vorliegen, wenn der Verbraucher
20 eine automatisiert betriebene Maschine ist, beispielsweise eine Maschine eines industriellen Herstellungsverfahrens. Für derartige Fälle mit stets zumindest im Wesentlichen identisch wiederkehrenden Kettenverfahrzyklen ist es zumeist ausreichend, lediglich die von der jeweiligen Leitung in Richtung auf das Trägerelement übertragenen Kräfte mittels der Messeinrichtung erfindungsgemäß zu messen, um die von der jeweiligen Leitung in Richtung auf das Trägerelement ausgeübten Kräfte und deren Abweichung von einem Sollwert oder zeitliche Veränderungen dieser Leitungskräfte zu bestimmen. Es versteht sich, dass der Vollständigkeit halber hier-
30 bei auch die Kettenbetriebsparameter erfasst und in der Auswerteeinrichtung angezeigt und/oder gespeichert werden können, zusammen mit oder in Bezug gesetzt zu den Leitungskräften des jeweiligen Verfahrzyklus.

Andererseits können nach einer anderen Variante sich die verschiedenen Verfahrszyklen der Kette voneinander signifikant unterscheiden, also unterschiedliche zeitabhängige Profile der Kettenverfahrgeschwindigkeit und/oder Kettenbeschleunigung aufweisen und/oder unterschiedliche Fahrwege der Anschlussstellen, einschließlich unterschiedlicher maximaler Abstände der Anschlussstellen zueinander in verschiedenen Verfahrszyklen. Dies sei hier als „ungleichmäßiger Betrieb der Kette“ verstanden. Dies kann vorliegen, wenn der Verbraucher mit Anschlussstelle manuell verfahren wird, beispielsweise in einer manuell gesteuerten Krananlage. Es versteht sich, dass dann auch in Bezug auf verschiedene Verfahrszyklen zeitliche ungleichmäßige Leitungskräfte aufgrund der ungleichmäßigen Kettenverfahrszyklen in Richtung auf die Zugentlastung und/oder das Trägerteil ausgeübt werden.

Bei ungleichmäßigem Kettenbetrieb sind die nachfolgend beschriebenen Weiterbildungen besonders bevorzugt. Nach einer Variante wird zu Beginn des Wartungsintervalls die Kette mit einem vordefinierten Verfahrszyklus verfahren, also mit definiertem Fahrweg der zumindest einen beweglichen Anschlussstelle, über den Fahrweg definierten Geschwindigkeiten der Kettenbewegung und definierten Beschleunigungen. Während dieses Verfahrszyklus (Referenzzyklus) werden die Leitungskräfte gemessen und von der Auswerteeinheit als Referenzwert gespeichert. Der Referenzzyklus kann auch ein beliebiger ausgewählter Verfahrszyklus sein. Nach einer vorgegebenen Anzahl von Verfahrszyklen, welche wesentlich geringer ist als die Gesamtzahl der innerhalb des Wartungsintervalls zu erwartenden Verfahrszyklen, kann erneut eine Referenzverfahrroutine der Kette vorgenommen und die dann bei der Messeinrichtung gemessenen Istwerte mit dem Referenzwert unter Berücksichtigung vorgegebener Toleranzen verglichen werden. Bei signifikant unterschiedlichen Verfahrszyklen der Kette werden auch unterschiedliche Leitungskräfte ausgeübt, so dass durch die beschriebene Vorgehensweise Veränderungen bzw. Alterungen der Leitungen mit dem Referenzwert verglichen werden können und die unterschiedlichen Betriebsweisen der Kette in Bezug auf die Auswertung der Messergebnisse der Leitungskräfte einfach eliminiert werden können. Die Referenzmessungen können beispielsweise nach einer vordinierten Anzahl von Kettenverfahrszyklen erfolgen.

Nach einer anderen Variante bei ungleichmäßigem Kettenbetrieb kann wie zu der ersten Variante beschrieben eine Referenzmessung der Leitungskräfte bei vordefinierter Verfahrrichtung der Kette erfolgen oder ein beliebiger Verfahrrhythmus als Referenzmessung ausgewählt werden. Bei den weiteren Verfahrrhythmen können dann die wesentlichen Verfahrrparameter der Kette wie Länge und/oder Richtung des Verfahrrweges, Geschwindigkeiten der Kettenverfahrrichtung während eines Verfahrrhythmus, insbesondere die Maximalgeschwindigkeit, Kettenbeschleunigung bzw. maximale Kettenbeschleunigung während eines Verfahrrhythmus usw. gemessen und in der Auswerteeinheit gespeichert werden. Es versteht sich, dass diese Werte bei jedem Verfahrrhythmus oder nur bei einem Teil der Verfahrrhythmen, vorzugsweise in festgelegten Intervallen, ermittelt werden können. Zur Bestimmungen eines etwaigen Verschleißes der Leitungen, welcher sich durch sich ändernde Leitungskräfte abzeichnet oder manifestiert, können dann beispielsweise die Messung der Leitungskräfte verschiedener Verfahrrhythmen miteinander verglichen werden, bei welchen die Kette eine zumindest im Wesentlichen ähnliche Verfahrrbewegung durchführt, also sich beispielsweise vorbestimmte Bewegungsparameter der Kette nur in einem vorgegebenen Toleranzbereich unterscheiden, also beispielsweise Abweichungen der Maximalgeschwindigkeit und/oder Maximalbeschleunigung der Kettenbewegung in dem Verfahrrhythmus sich um weniger als 10% oder weniger als 5% von den entsprechenden Parametern des Referenzrhythmus unterscheiden. Es versteht sich, dass hierbei auch eine Mehrzahl von vorbestimmten Referenzrhythmen durchfahren werden können, welche in Bezug auf die Verfahrrparameter der Kette jeweils definiert sind, sich aber in wesentlichen Betriebsparametern der Kette wie maximaler Kettengeschwindigkeit und/oder maximaler Kettenbeschleunigung usw. signifikant unterscheiden. Es können so mehrere Referenzrhythmen definiert werden, welche über die Bandbreite unterschiedlicher Betriebsweisen der Kette verteilt angeordnet sein können.

Eine weitere Variante des Überwachungssystems besteht darin, dass die Auswerteeinheit derart konfiguriert ist, um unterschiedliche Verfahrrhythmen der Kette rechnerisch mit dem Referenzrhythmus zu vergleichen. So ist beispielsweise zu erwarten, dass bei einer Verdoppelung der Maximalbeschleunigung der Kette sich die Leitungskräfte potenziert, beispielsweise um den Faktor vier, erhö-

hen. Die bei einer bestimmten Verfahrensbewegung der Kette ermittelten Betriebsparameter der Kette können hierdurch durch einen vorbestimmten Algorithmus auf die Referenzwerte umgerechnet werden. Der Algorithmus kann auf Annahmen beruhen, wie sich bei Änderungen eines Betriebsparameters die Leitungskräfte ändern oder es können diese Abhängigkeiten experimentell bestimmt werden, bei welchen die Kette unterschiedlichen Betriebsparametern verfahren wird, die Leitungskräfte gemessen werden und eine mathematische Ausgleichsrechnung erfolgen, um die physikalischen Abhängigkeiten der sich ändernden Betriebsparameter auf sich ändernde Leitungskräfte zu bestimmen.

Weiterhin von der Erfindung umfasst ist eine Zugentlastungseinrichtung für eine oder mehrere in einer Energieführungskette geführter Leitungen, umfassend ein Leitungshaltemittel zur zugentlastenden Festlegung der mindestens einen Leitung sowie mit mindestens einem Sensor wie Kraftaufnehmer, welcher an einem Teilbereich oder einem Bauteil der Zugentlastungseinrichtung angekoppelt ist oder ankoppelbar ist und welcher Teil einer Messeinrichtung zur Messung der Leitungskräfte ist, also der Kräfte, welche beim Betrieb der Energieführungskette auf die festzulegende oder festgelegte Leitung ausgeübt werden und/oder welche beim Betrieb der Kette von der mindestens einen Leitung in Richtung auf das Trägerteil übertragen werden. Vorzugsweise ist die Messeinrichtung oder zumindest der mindestens eine Sensor ebenfalls Teil der derart weitergebildeten Zugentlastungseinrichtung. Die erfindungsgemäß weitergebildete Zugentlastungseinrichtung ist konfiguriert und vorgesehen, um in einem erfindungsgemäßen Überwachungssystem eingesetzt zu werden.

Der besagte Kraftaufnehmer bzw. Sensor kann an dem Leitungshaltemittel der Zugentlastungseinrichtung angekoppelt oder zur Ankoppelung konfiguriert sein. Der Kraftaufnehmer bzw. Sensor kann zur Ankoppelung an einem Stützbereich und/oder Sockelbereich der Zugentlastungseinrichtung angekoppelt oder zur Ankoppelung an diesem konfiguriert sein. Es versteht sich, dass die verschiedenen Varianten auch in Kombination miteinander vorgesehen sein können. Allgemein kann der Kraftaufnehmer bzw. Sensor an einem Bereich der Zugentlastungseinrichtung angekoppelt sein, welcher zwischen dem

Leitungshaltemittel und dem Befestigungsbereich der Zugentlastungseinrichtung zur Festlegung derselben an dem Trägerteil angeordnet ist. Es versteht sich, dass die „Ankoppelung“ des Kraftaufnehmers bzw. Sensors an der Zugentlastungseinrichtung bzw. dem
5 jeweils beschriebenen Bereich derselben eine Messwert-aufnehmende Ankoppelung in Bezug auf die Leitungskräfte darstellt.

Ferner von der Erfindung umfasst ist ein Verfahren, zur Überwachung des Betriebs einer Energieführungskette, insbesondere zur
10 Überwachung von mindestens einer in einer Energieführungskette geführten Leitung beim Betrieb der Kette, unter Verwendung des erfindungsgemäßen Überwachungssystems. Vorzugsweise umfasst das Überwachungssystem eine Auswerteeinrichtung und/oder eine Signaleinrichtung. Auf die weiteren Ausführungen zum Erfindungsgegenstand und zum Betrieb der Kette sowie deren Überwachungen sei
15 vollumfänglich verwiesen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beispielhaft erläutert. Sämtliche Merkmale der Ausführungsbeispiele
20 seien unabhängig voneinander oder in Kombination miteinander auch allgemein im Rahmen der Erfindung - also unabhängig von dem jeweiligen Ausführungsbeispiel - offenbart. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Energieführungskette
25 mit Überwachungseinrichtung;

Fig. 2: eine Detailansicht gemäß Figur 1;

Fig. 3: eine schematische Darstellung einer Zugentlastung einer ersten Ausführungsform mit an dieser angekoppelten Sensoren der Messeinrichtung;

30 Fig. 4: eine schematische Darstellung einer Zugentlastung einer zweiten Ausführungsform mit an dieser angekoppelten Sensoren der Messeinrichtung;

Fig. 5: eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Überwachungseinrichtung.

35

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Überwachungssystems 1 für den Betrieb einer Energieführungskette 10, wobei die Kette mindestens eine oder mehrere Leitungen 12 wie beispielsweise in Form von Kabeln, Schläuchen oder dergleichen zwischen zwei

relativ zueinander beweglichen Anschlussstellen 13a, 13b führt. Die Leitung überträgt Medien und/oder Energie von einer Anschlussstelle an die andere, bzw. von einer Versorgungseinrichtung zu einem Verbraucher. Die Leitungen sind hierbei in einen Ketteninnenraum 10a angeordnet. Die Energieführungskette umfasst mehrere gelenkig miteinander verbundene Kettenglieder 11, welche bei der Verfahrbewegung der Kette ihre Lage relativ zueinander ändern. Die Kette kann auch in anderer Form einer Leitungsführungseinrichtung mit zueinander lageveränderlichen Abschnitten ausgebildet sein, wie bspw. als Schlauch, Gelenkrohr oder dergleichen. Eine der Anschlussstellen, hier die Anschlussstelle 13a, ist als ortsfeste Anschlussstelle bzw. Festpunkt ausgebildet, die Anschlussstelle 13b kann ein Mitnehmer eines bewegten Maschinenteils oder dergleichen darstellen, wobei auch beide Anschlussstellen 13a, 13b ortsbeweglich ausgebildet sein können. Allgemein kann die Kette unter Ausbildung eines Untertrums 10b, eines Obertrums 10c und eines diese verbindenden Umlenkbereichs 10d angeordnet sein, wobei Untertrum und/oder Obertrum geradlinig aber auch in Bezug auf ihre Erstreckungsrichtung bogenförmig ausgebildet sein können. Die Kette kann jedoch auch anders räumlich angeordnet sein und/oder verfahren werden.

Die bewegliche Anschlussstelle 13b ist zwischen den Verfahrendpunkten V1 und V2 verfahrbar, welche beispielsweise durch die Verfahrbewegung des an diese angekoppelten Maschinenteils definiert. Die Verfahrendpunkte V1 und V2 definieren somit den maximalen Verfahrweg der Kette bei deren Betrieb, beispielsweise über die Zeitdauer eines Wartungsintervalls. Die Verfahrrung der beweglichen Anschlussstelle 13b von dem ersten Verfahrendpunkt V1 zum zweiten Verfahrendpunkt V2 und wieder zurück zum ersten Verfahrendpunkt V1 definiert einen Verfahrryklus der Kette. Die Verfahrendpunkte V1, V2 können hierbei durch die Lage der Anschlussstellen oder einer anderen vordefinierten Stelle der Kette in Kettenlängsrichtung definiert sein, beispielsweise durch die Lage des Endbefestigungsteils, welches die Kette an der Anschlussstelle festlegt, die Lage der Zugentlastung 20 an dem besagten Kettenende oder dergleichen. Die Verfahrendpunkte V1 und/oder V2 können gegebenenfalls bei jedem Verfahrryklus der Kette eine andere räumliche Position in dem die Kette aufnehmenden Raum wie bspw. einer Ma-

schinenhalle einnehmen.

Bei der Verfahrbewegung der Kette zwischen den Verfahrenspunkten V1 und V2 ist die Kette ausgehend von den Verfahrenspunkten V1, V2, in
5 welchen sich die Kette in Ruhelage befindet, auf eine Maximalgeschwindigkeit zu beschleunigen, so dass die Kette in dem Verfahrenszyklus eine Maximalgeschwindigkeit und eine Maximalbeschleunigung erfährt.

10 Aufgrund der Verfahrbewegung der Kette werden auch auf die mindestens eine in der Kette geführte Leitung 12 (im Folgenden auch: „Leitungen“) Kräfte ausgeübt, insbesondere Kräfte in Leitungslängsrichtung wie Zug- und/oder Schubkräfte. Ferner werden Leitungsabschnitte wechselnden Biegebeanspruchungen ausgesetzt, wenn
15 diese vom sich bei der Kettenverfahrbewegung von dem sich durch die Kette laufenden Umlenkbereich erfasst werden oder diesen verlassen. Dies führt zu Wechselbelastungen der Leitungen 12. Die auf die jeweilige Leitung ausgeübten Kräfte werden über die Leitungsendbereiche 12b, 12c, mit welchen die Leitung an einer Zugentlastungseinrichtung 20 zugentlastend festgelegt sind, auf die Zugentlastungseinrichtung 20 übertragen und von dieser in Richtung auf
20 bzw. auf ein Trägerteil 30. Die Zugentlastung 20 weist ein Leitungshaltemittel 21 auf, welches zugentlastend unmittelbar mit der Leitung 12 zusammenwirkt, beispielsweise in Form einer Klemmverbindung. Die Zugentlastung 20 ist hierbei an dem Trägerteil 30
25 festgelegt, um die bei der Kettenverfahrbewegung von der Leitung auf die Zugentlastung ausgeübten Kräfte in das Trägerteil abführen zu können. Die Ableitung der Kräfte von dem festgelegten Leitungsendbereich 12b, 12c auf die Zugentlastung 20 und weiter in Richtung
30 auf bzw. in das Trägerteil 30 sei hierbei als Richtung des Kraftflusses KF von der Leitung in Richtung auf das Trägerteil 30 verstanden. Als „in Richtung des Kraftflusses KF“ vom Leitungsendbereich 12b zum Trägerteil 30 hin, welche zwischen Leitung und Trägerteil liegen, seien hier beispielsweise auch die Bereiche 20a
35 der Zugentlastung 20 verstanden, welche in Bezug auf die Leitung 12 dem Trägerteil 30 abgewandt angeordnet sind.

Aufgrund der bei der Verfahrbewegung der Kette 10 auf die Leitungen 12 ausgeübten Kräfte unterliegen die Leitungen 12 einem Ver-

schleiß, welcher einen Austausch der Leitung 12 erfordern kann, um einen sicheren Betrieb der über die Leitungen 12 versorgten Maschine zu gewährleisten. Ein solcher Verschleiß kann eintreten, wenn die Leitungen 12 bei fortwährendem Betrieb der Kette ihre Solllage ändern, bis zu einem Anschlagen oder Reiben der jeweiligen Leitung an einem anderen Bauteil, beispielsweise einer anderen Leitung, der Innenwandung eines Kettengliedes oder einer in dieser angeordneten Einrichtung wie einer Kettengliedinnenraumaufteilung oder dergleichen. Auch aufgrund der ständigen Wechselbelastungen der Leitung bei der Kettenverfahung kann ein Verschleiß der Leitung 12 eintreten, welcher sich auch bereits in einer gewissen bleibenden Dehnung oder Stauchung oder sonstigen bleibenden Deformation oder Querschnittsänderung der Leitung manifestieren kann.

Mit dem erfindungsgemäßen Überwachungssystem 1 kann der Zustand bzw. eine verschleißbedingte Beeinträchtigung der Leitung 12 aufgrund der Verfahung der Kette überwacht werden, insbesondere auch unabhängig von einem etwaigen Verschleiß von Teilen der Energieführungskette wie einem Verschleiß der Gelenkverbindungen zwischen den einzelnen Kettengliedern.

Zur Überwachung der mechanischen Belastungen und/oder eines etwaigen Verschleißes der Leitung 12 ist eine Messeinrichtung 50 vorgesehen, welche zur Messung von Kräften angeordnet und konfiguriert ist, welche beim Betrieb der Kette 10 auf die Leitung 12 wirken und/oder von der Leitung 12 in Richtung auf das Trägerteil 30 übertragen werden. Die Messeinrichtung 50 kann hierzu messtechnisch an Bauteilen ankoppeln, welche in Richtung des Kraftflusses von dem Endbereich 12b der Leitung über die Zugentlastung 20 in Richtung auf das Trägerteil 30 bzw. in das Trägerteil 30, welches die Zugentlastung 20 haltet und festlegt, übertragen werden. Hierdurch können die bei einem Betrieb der Kette von der Leitung 12 in Richtung auf das Trägerteil 30 übertragenen Kräfte mittels der Messeinrichtung 50 erfasst werden. Aufgrund von sich ändernden Kräften, welche von dem Leitungsendbereich 12b auf die Zugentlastung 20 und weiter in Richtung auf das Trägerteil 30 oder in das Trägerteil 30 hinein übertragen werden (im folgenden „Leitungskräfte“ genannt) können unerwünschte Belastungen der Leitung gemessen werden. Diese Kräfte können beispielsweise eine verstärkte

Kraftübertragung der Leitung auf die Zugentlastung darstellen, beispielsweise wenn die Leitung beim Verfahren der Kette an einem anderen Bauteil anschlägt. Andererseits kann auch eine Verringerung der Leitungskräfte beim Betrieb der Kette eintreten, beispielsweise wenn die Leitung aufgrund der Wechselbeanspruchungen eine Schwächung wie beispielsweise eine bleibende Dehnung oder eine Materialermüdung erfährt, welche zu einer geringeren Biegesteifigkeit der Leitung führen kann. Beispielhaft sei hier die bleibende Längung der Kupferseele eines elektrischen Kabels genannt.

Nach dem Ausführungsbeispiel wird die Erfindung anhand der Ausbildung einer Anschlussstelle 13a erläutert. Es versteht sich dass auch nur die andere Anschlussstelle 13b oder insbesondere beide Anschlussstellen 13a, 13b erfindungsgemäß ausgebildet sein können.

Die Messeinrichtung 50 ist nach dem Ausführungsbeispiel als Kraftmesseinrichtung im engeren Sinne ausgebildet sein, so dass also als physikalische Größe Kräfte mittels zumindest eines oder mehrerer Sensoren 51 gemessen werden, welche von der Leitung 12 in Kraftflussrichtung KF in Richtung zum oder auf das Trägerteil 30 hin übertragen werden. Die Messeinrichtung 50 kann jedoch in einer Abwandlung auch mittels geeigneter Sensoren 51 zur Messung physikalischer Größen ausgebildet sein, welche sich aus der Kraftausübung der Leitung 12 auf die Zugentlastung 20 und gegebenenfalls weiter in Richtung auf und/oder in das Trägerteil 30 ergeben, beispielsweise Lageänderungen eines Bereichs der Zugentlastung 20, welche beispielsweise auch optisch erfassbar sind, oder dergleichen. Die Art der Kraftmessung der Leitungskräfte ist nicht auf bestimmte physikalische Messprinzipien beschränkt, so können beispielsweise Kraftdosen, Dehnungsmesser oder dergleichen eingesetzt werden. Als besonders bevorzugt werden jedoch Wägezellen, Dehnungsmessstreifen und/oder Piezoelemente unter Berücksichtigung der Höhe der zu messenden Kräfte sowie deren zeitliche Änderungen und der Messgenauigkeit eingesetzt. Der Begriff „Sensor“ kann jeweils ein einzelner Sensor oder eine Mehrzahl von Sensoren sein.

Die Messeinrichtung 50 ist im Bereich der Kraftübertragung eines Kraftflusses KF von der mindestens einen an der Zugentlastung 20

festzulegenden oder festgelegten Leitung 12 in Richtung auf das Trägerteil 30 kraftmessend angekoppelt. Dies heißt, dass der Sensor 51 der Messeinrichtung wie beispielsweise ein Kraftaufnehmer, im Bereich der Kraftübertragung des genannten Kraftflusses KF angeordnet ist, um die hier wirkenden Kräfte zu erfassen. Der Sensor 51 der Messeinrichtung kann insbesondere unmittelbar in dem Kraftfluss liegen oder gegebenenfalls auch an einem Bauteil wie beispielsweise dem Zugentlastungsbereich 20a kraftmessend angekoppelt sein, welches nicht unmittelbar in dem Kraftfluss KF liegt aber durch den genannten Kraftfluss KF kraftbeansprucht ist und hierbei beispielsweise seine Lage durch die mittels des Kraftflusses übertragenen Kräfte ändert oder Dehnungen oder Spannungen erfährt aufgrund des Kraftflusses oder dessen Änderungen insbesondere bei der Kettenverfäbrung erfährt, welche mittels des Sensors 51 der Messeinrichtung 50 erfassbar sind.

In besonderer Ausführungsform ist die Messeinrichtung 50 mit der Zugentlastungseinrichtung 20 kraftmessend angekoppelt oder zur Ankoppelung an diese konfiguriert. Hierzu kann der Sensor 51 der Messeinrichtung 50 an der Zugentlastung 20 kraftmessend angekoppelt sein oder zur Ankoppelung an diese konfiguriert sein. Gemäß Figur 2 ist der Sensor 51 an einem Sockelelement 25 der Zugentlastung 20 kraftmessend angekoppelt. Das Sockelelement 25 ist einstückig an der Zugentlastung 20 angeformt oder kann als separates Bauteil der Zugentlastung 20 ausgebildet sein. Beispielsweise kann das Sockelelement 25 den Fuß einer als Zugentlastung eingesetzten Bügelschelle darstellen, mit welchem die Zugentlastung 20 an einem Befestigungsbereich 31 des Trägerteils 30 festgelegt, welches beispielhaft als Halteschiene ausgebildet sein kann, um die Leitungskräfte über die Zugentlastung 20 in das Trägerteil 30 abführen zu können.

Nach einer Ausführungsform ist die Messeinrichtung 50 mit mindestens einem Leitungshaltemittel 21 der Zugentlastung 20 kraftmessend angekoppelt oder zur Ankoppelung an diese konfiguriert sein (siehe Figuren 2 bis 4), wobei das Leitungshaltemittel 21 unmittelbar zugkraftaufnehmend mit der jeweiligen Leitung 12 zusammenwirkt. Das Leitungshaltemittel 21 kann hierbei beispielsweise als Klemmbacke ausgebildet sein, welche klemmend an der Leitung fest-

gelegt wird.

Nach einer Ausführungsform weist die Zugentlastung 20 einen Stützbereich 22 auf (siehe Figuren 2 bis 4), welcher das Leitungshaltemittel 21 abstützt oder haltet und dieses unmittelbar oder gegebenenfalls über weitere Bauteile der Zugentlastung 20 mit dem Sockelelement 25 der Zugentlastung verbindet und vom Leitungsbereich auf das Leitungshaltemittel übertragene Kräfte zum Trägerteil hin ableitet. Der Stützbereich kann einem Stützelement vorge-
10 sehen sein, welches gegenüber dem Leitungshaltemittel als separates Bauteil ausgebildet ist. Zur Abstützung des Leitungshaltemittels ist der Stützbereich 22 nicht auf bestimmte räumliche Orientierungen zu dem Leitungshaltemittel 21 und dem Sockelelement 25 beschränkt. Der Stützbereich kann also beispielsweise seitlich und/oder oberhalb und/oder unterhalb des Leitungshaltemittels in Bezug auf die vertikaler und/oder horizontaler Richtung eines kartesischen Raumkoordinatensystems des Raumes, in welchem das Überwachungssystem mit der Energieführungskette angeordnet ist, angeordnet sein. Die vertikale Richtung entspricht hierbei der
15 Schwerkraftrichtung. Der Stützbereich 22 ist hier beispielsweise als Schenkel einer Bügelschelle ausgebildet, wobei die Bügelschelle mehrere übereinander angeordnete Leitungshaltemittel 21 zur Halterung mehrerer Leitungen übereinander aufweisen kann. Der Sensor 51 der Messeinrichtung kann hierbei an dem Trägerteil 30 zugewandten Bereich 22a des Stützbereichs angeordnet sein oder aber auch an dem in Bezug auf die Leitung 12 dem Trägerteil 30 abgewandten Bereich 22b des Stützbereichs 22 oder auch an beiden Bereichen 22a, 22b. Durch eine mit der Messeinrichtung 50 verbundene Auswerteeinrichtung 60 sind hier auch von den von den Berei-
25 chen 22a, 22b ermittelten Messwerten abgeleitete Größen wie beispielsweise Differenzwerte bestimmbar. Der Sensor 51, z.B. als Wägezelle, koppelt hierbei einerseits an dem Bauteil an, auf die wirkende Kraft gemessen werden soll, andererseits an einem fixen Ankerpunkt 51a als Referenzpunkt. Dieses Prinzip kann unabhängig
30 von dem Ausführungsbeispiel gelten.

Wie in Figur 3 und 4 dargestellt, kann die Zugentlastung 20 auch zur zugentlastenden Festlegung einer Vielzahl von Leitungen 12 ausgebildet sein. Die Zugentlastung kann hierbei mehrere Leitungs-

haltemittel 21 aufweisen, welche jeweils einzelne Leitungen 12 oder Untergruppen 12U von Leitungen 12 gegenüber der größeren Gesamtzahl der an der Zugentlastung 20 festgelegten Leitungen halten. Hierbei können an mehreren separaten Leitungshaltemitteln 5 21 separate Sensoren 51 der Messeinrichtung 50 messübertragend angekoppelt sein, um auf die verschiedenen Leitungshaltemittel 21 einwirkenden Kräfte oder von diesen Kräften abgeleitete physikalische Größen zu messen. Die entsprechenden, von der Messeinrichtung 50 auf die Auswerteeinrichtung 60 übertragenen Messwerte können 10 dann einzeln angezeigt werden oder aber in Relation zueinander verarbeitet werden, beispielsweise durch Differenzbildung oder dergleichen. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, einzelne Leitungen oder Untergruppen von Leitungen eigenständig und unabhängig von anderen Leitungen der Zugentlastung zu überwachen.

15 Gegebenenfalls kann die Messeinrichtung 50 auch mit dem Haltebereich 31 des Trägereils 30 messtechnisch angekoppelt sein (Fig. 2), wobei der Befestigungsbereich 31 die Zugentlastung 20 festlegt. Der Sensor 51 kann hierbei insbesondere ausgebildet und 20 konfiguriert sein, um in dem Haltebereich 31 erzeugte Spannungen aufgrund der ausgeübten Leitungskräfte zu erfassen.

In Figur 4 ist beispielhaft eine Zugentlastung 20 dargestellt, welche eine Vielzahl von Leitungen 12 festlegt. Die Zugentlastung 25 20 umfasst hierbei mehrere Leitungshaltemittel bzw. Leitungshaltelemente 21, mehrere Stützbereiche bzw. Stützelemente 22 und zumindest einen oder gegebenenfalls mehrere Sockelelemente 25. Die Sensoren 51 der Messeinrichtung 50 können hierbei jeweils an mehreren der genannten Elemente oder Bereiche 21, 22, 25 Messwert 30 aufnehmend angekoppelt sein. Hierdurch ist es möglich, einzelne Leitungen oder Untergruppen von Leitungen zu identifizieren, welche aufgrund des Betriebes der Kette höheren Belastungen und Kräftebeanspruchungen ausgesetzt sind, als andere Leitungen der Zugentlastung. So werden oftmals in der Kette Leitungen für unter- 35 schiedliche Medien usw. gehalten, beispielsweise Leitungen mit unterschiedlichem Wirkquerschnitt, Leitungsaufbau usw., welche bei Verfährung der Kette unterschiedlichen Belastungen und somit unterschiedlichem Verschleiß ausgesetzt sind. Aufgrund der Messergebnisse der Sensoren 51, welche einzelnen Leitungen oder Unter-

gruppen von Leitungen zugeordnet sind, kann hier eine zielgerichtete Wartung einzelner Leitungen oder Leitungsuntergruppen erfolgen.

- 5 Wie in Figur 5 dargestellt, kann die Messeinrichtung 50 mindestens zwei Sensoren 51 der allgemein zwei Kraftmesseinrichtungen aufweisen, welche mit verschiedenen Bereichen eines und desselben Bauteils in der Kraftübertragungsrichtung von der Leitung 12 in Richtung auf das Trägerteil 30 Messwert-aufnehmend gekoppelt sind, um
10 relative Kräfteunterschiede zwischen den beiden genannten Bereichen zu messen. Die Berechnung der Kräfteunterschiede kann in der mit der Messeinrichtung 50 verbundenen Auswerteeinheit 60 erfolgen. Wie in Figur 5 dargestellt, können hierbei beispielsweise an dem Stützelement 22 der Zugentlastung 20 zwei Sensoren angeordnet
15 sein, welche signalübertragend mit der Auswerteeinrichtung verbunden sind. Die Sensoren können insbesondere als Dehnungsmessstreifen ausgebildet sein, es können auch andere eine Dehnung ermittelnde Sensoren vorgesehen sein. Die Längserstreckung der Dehnungsmessstreifen ist vorzugsweise in Richtung des Kraftflusses KF angeordnet. Hierbei können beispielsweise Spannungen wie auch
20 Biege- und/oder Torsionsbeanspruchungen an dem jeweiligen Bauteil der Zugentlastung 20 bzw. der Zugentlastung 20 insgesamt ermittelt werden. So kann bei einer Kraftbeanspruchung wie Biegebeanspruchung einer der Dehnungsmessstreifen gedehnt und der andere gestaucht werden. Die auf die Zugentlastung 20 wirkenden Leitungskräfte können hierbei mit besonders hoher Empfindlichkeit gemessen werden. Das mit den zumindest zwei verbundenen Sensoren 51 versehene Bauteil kann ein Leitungshaltemittel, Stützbereich oder Sockelbereich der Zugentlastung oder der Befestigungsbereich des
25 Trägerelementes sein. Allgemein im Rahmen der Erfindung können Stützbereich oder Sockelbereich der Zugentlastung als separate Bauteile ausgebildet sein, insbesondere auch separat gegenüber den Leitungshaltemitteln.
- 30 Sind mehrere Sensoren der Messeinrichtung vorgesehen, so können diese an einer gemeinsamen Sensorhalterung mit vordefinierter Anordnung der mehreren Sensoren zueinander angeordnet sein. Die Positionen der Sensoren an der Sensorhalterung können den Sollpositionen derselben bei der erfindungsgemäßen Messwerterfassung der

genannten Leitungskräfte entsprechen. Durch Anordnung der Sensor-
halteeinrichtung im Bereich der Kette, bspw. an der Zugentlastung,
können die mehreren Sensoren gleichzeitig in ihrer Sollposition
zur Messwerterfassung positioniert werden, was die Montage oder
5 Demontage der Sensoren erleichtert.

Die Überwachungseinrichtung 1 umfasst ferner eine Auswerteeinrich-
tung 60 zur Auswertung des von den Sensoren erfassten Messergeb-
nissen, welche signalübertragend mit einer Signaleinrichtung 70
10 verbunden sein kann. Bei unerwünschten Zuständen der Leitungen,
beispielsweise bei Über- oder Unterschreiten der von den Sensoren
51 gemessenen Istwerte gegenüber dem vorbestimmten Toleranzbe-
reich, sendet die Signaleinrichtung 70 ein Überwachungssignal an
eine Bedienperson aus oder legt den Antrieb zur Verfährung der
15 beweglichen Anschlussstelle still.

Die Auswerteeinheit 60 ist wahlweise konfiguriert, um Abweichungen
der Istwerte der mittels der Sensoren 51 ermittelten Messgrößen
oder von diesen abgeleiteter Größen von vorgegebenen Sollwerten
20 unter Berücksichtigung vorgegebener Toleranzen zu bestimmen. Die
Sollwerte mit Toleranzen sind festgelegt, um über einen bestimmten
Zeitraum wie bspw. ein zeitlich festgelegtes Wartungsintervall
einen ordnungsgemäßen Betrieb der Leitungen sicherzustellen.

25 Die Auswerteeinheit 60 ist wahlweise konfiguriert, um zeitliche
Veränderungen der Istwerte oder von diesen abgeleiteter Größen
über einen Zeitraum, welcher innerhalb eines üblichen Wartungsin-
tervalls liegen kann, beispielsweise nach jedem 10-ten oder jedem
100-ten Verfährzyklen der Kette, zu bestimmen. Ferner umfasst die
30 Auswerteeinheit einen Rechner, um die zu unterschiedlichen Zeit-
punkten gemessenen Istwerte zeitlich zu extrapolieren, bspw. durch
Anpassung eines Polynoms an die zeitliche Folge von Istwerten
mittels bekannter mathematischer Verfahren. Die verbleibende Be-
triebszeit der Leitung bis zu einer erforderlichen Wartung kann so
35 abgeschätzt werden.

Die Auswerteeinheit 60 speichert ferner weitere Betriebsparameter
der Kette, welche durch andere geeignete Messeinrichtungen gemes-
sen werden, vorzugsweise im gleichen Verfährzyklus der Kette oder

zum gleichen Zeitpunkt wie die Messung der Istwerte durch die Sensoren 51. Diese Betriebsparameter sind nach dem Ausführungsbeispiel die Verfahrensgeschwindigkeit der Kette und/oder die Beschleunigung der Kette bei der Verfahrbewegung der Kette. Diese weiteren Betriebsparameter der Kette werden zusammen mit den Messwerten der Sensoren 51 bezüglich der Leitungskräfte angezeigt und gespeichert.

Bei gleichmäßigem Betrieb der Kette werden die von der jeweiligen Leitung in Richtung auf das Trägerelement übertragenen Kräfte mittels der Messeinrichtung 50 gemessen, wie erfindungsgemäß beschrieben ist. Überschreiten die Istwerte, d.h. die Sensormesswerte, den vorbestimmten Toleranzbereich, so übermittelt die Auswerteeinheit 60 der Signalübertragungseinrichtung 70 ein Signal zur Signalauslösung.

Bei beabsichtigtem ungleichmäßigem Betrieb der Kette werden nach einer ersten Variante zu Beginn des Wartungsintervalls mit der Kette ein oder mehrere Referenzzyklen durchfahren und die von den Leitungen ausgeübten Leitungskräfte mittels der Sensoren 51 sowie die Betriebsparameter der Kette ermittelt und als Referenzwerte gespeichert. Der Referenzzyklus mit einer vordefinierten Kettenverfahrrichtung ist hierbei durch die beiden Verfahrendpunkte V1 und V2 der Kette sowie den Fahrweg sowie Kettengeschwindigkeit und/oder Kettenbeschleunigung während des Fahrweges definiert. Nach einer vorgegebenen Anzahl von Fahrzyklen wird erneut eine Referenzverfahrrichtung der Kette vorgenommen und die genannten Werte in Bezug auf die Leitungskräfte und Kettenverfahrrichtungsparameter erneut ermittelt. Die mittels der Sensoren 51 ermittelten Messwerte bei den verschiedenen Referenzzyklen der Kette können dann durch die Auswerteeinheit miteinander verglichen werden und bei Abweichungen außerhalb des Toleranzbereichs kann ein Signal an die Signaleinrichtung 70 übermittelt werden.

Nach einer anderen Variante bei ungleichmäßigem Kettenbetrieb wird wie zu der ersten Variante beschrieben eine Referenzmessung der Leitungskräfte bei vordefinierter Verfahrrichtung der Kette durchgeführt oder ein beliebiger Fahrzyklus als Referenzmessung ausgewählt werden. Bei den weiteren Fahrzyklen werden dann die Ver-

fahrparameter der Kette wie Länge und/oder Richtung des Verfahrweges, Geschwindigkeiten der Kettenverfahung während eines Verfahrzyklus und Kettenbeschleunigung während eines Verfahrzyklus gemessen und in der Auswerteeinheit gespeichert. Dies kann sich auf jeden einzelnen Verfahrzyklus oder mehrere Zyklen in einem Wartungsintervall beziehen, bspw. bei jedem 10-ten Zyklus. Zur Bestimmung eines etwaigen Verschleißes der Leitungen, welcher sich durch sich ändernde Leitungskräfte abzeichnet, werden dann die Messungen der Leitungskräfte verschiedener Verfahrzyklen miteinander verglichen, bei welchen die Kette jeweils eine zumindest im Wesentlichen ähnliche Verfahrbewegung durchführt. Es kann auch eine Mehrzahl von vorbestimmten Referenzzyklen durchfahren werden, welche sich in Bezug auf die Verfahrparameter der Kette jeweils signifikant unterscheiden und die Bandbreite unterschiedlicher Betriebsweisen der Kette abdecken können.

Eine weitere Variante des Überwachungssystems 1 besteht darin, dass die Auswerteeinheit 60 derart konfiguriert ist, um unterschiedliche Verfahrzyklen der Kette rechnerisch mit dem Referenzzyklus zu vergleichen. Die bei einer bestimmten Verfahrbewegung der Kette ermittelten Betriebsparameter der Kette können hierdurch durch einen vorbestimmten Algorithmus auf die Referenzwerte umgerechnet werden. Der Algorithmus kann auf Annahmen oder Experimenten beruhen, wie sich bei Änderungen eines Betriebsparameters der Kette die Leitungskräfte ändern. Weicht der tatsächliche, für die Leitungskräfte charakteristische Messwert bei gegebenen Kettenbetriebsparametern von dem zu erwartenden Wert der Leitungskräfte ab, welcher sich anhand des Algorithmus aus dem Referenzwert als Erwartungswert ergibt, so liegt eine unzulässige Abweichung vor, welche auf einen Leitungsverschleiß schließen lässt. Die Auswerteeinheit 60 gibt dann ein Signal an die Signalübertragungseinrichtung 70 zur Abgabe eines Störsignals, einschließlich Signals zur Abschaltung des Antriebes der beweglichen Anschlussstelle ab.