

**Verfahren zum Ermitteln eines Verschleisszustands von Komponenten einer
Tragmittelanordnung einer Aufzugsanlage**

5 **Beschreibung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, mithilfe dessen ein Verschleisszustand von Komponenten einer Tragmittelanordnung in einer Aufzugsanlage ermittelt werden
10 kann. Ferner betrifft die Erfindung eine Überwachungsvorrichtung zum Ausführen oder Steuern eines solchen Verfahrens, ein Computerprogrammprodukt zum Programmieren einer solchen Überwachungsvorrichtung und ein computerlesbares Medium mit einem solchen Computerprogrammprodukt.

15 In einer Aufzugsanlage dient eine Tragmittelanordnung dazu, eine Aufzugskabine und gegebenenfalls ein Gegengewicht innerhalb eines Aufzugschachts zu bewegen und dabei im Regelfall auch deren Gewicht zu halten.

Im Allgemeinen umfasst die Tragmittelanordnung mehrere längliche, biegbare Tragmittel
20 wie beispielsweise Seile, Riemen oder Gurte. Seile können hierbei aus einer Vielzahl von Drähten oder Litzen zusammengesetzt sein, welche meist aus Metall, insbesondere Stahl, bestehen. Riemen oder Gurte können als lasttragende Elemente ebenfalls Drähte oder Litzen, beispielsweise aus Stahl oder Fasermaterialien, aufweisen, welche in einem Matrixmaterial wie beispielsweise einem Polymer oder Elastomer aufgenommen sind.

25 Je nach Art einer in einer Aufzugsanlage implementierten Aufhängung können diese Tragmittel an der Aufzugskabine und/oder dem Gegengewicht verankert sein, um diese zu halten. Alternativ können die Tragmittel in dem Aufzugschacht, beispielsweise an einer Schachtdecke, verankert sein und die Aufzugskabine und/oder das Gegengewicht über an
30 diesen angebrachte Umlenkrollen, welche oft auch als Pulleys bezeichnet werden, halten.

Die Tragmittel werden dabei meist von einer Antriebsmaschine bewegt, um die von ihnen gehaltene Aufzugskabine und das Gegengewicht in entgegengesetzte Richtungen innerhalb des Aufzugschachts bewegen zu können. Die Tragmittel verlaufen dabei im

Allgemeinen über eine von der Antriebsmaschine rotierend angetriebene Treibscheibe. Je nach Art der verwendeten Tragmittel kann die Treibscheibe eine profilierte Oberfläche aufweisen. Beispielsweise kann die Treibscheibe für Tragmittel in Form von Seilen mit in Umfangsrichtung verlaufenden Rillen ausgebildet sein, in die die Seile eingreifen können, um eine ausreichende Traktion zwischen der Treibscheibe und den Seilen zu erreichen.

5

Bei Tragmitteln in Form von Riemen oder Gurten können diese eine profilierte Oberfläche aufweisen, beispielsweise eine V-förmig gezahnte Oberfläche, und die Treibscheibe kann an ihrer Mantelfläche eine komplementär profilierte Oberfläche aufweisen.

10

Die genannten Komponenten, d.h. insbesondere die Tragmittel, die Antriebsmaschine mit ihrer Treibscheibe, die Umlenkrollen und die Verankerungen der Tragmittel, sowie weitere Komponenten können zusammen die Tragmittelanordnung bilden.

15

Während des Betriebs einer Aufzuganlage tritt bei den Komponenten der Tragmittelanordnung im Regelfall Verschleiss auf.

Beispielsweise können Tragmittel durch Reibung mit der Treibscheibe oder den Umlenkrollen und/oder durch häufiges Biegen beim Umlenken durch die Treibscheibe bzw. die Umlenkrollen sukzessive an mechanischer Belastbarkeit verlieren. Der Verschleiss kann dabei Resultat von oberflächlich abgeriebenem Material und/oder Materialermüdung und gegebenenfalls Materialbrüchen sein. Verschleiss an Tragmitteln führt im Regelfall zu einer Veränderung von deren physikalischen Eigenschaften. Insbesondere kann Verschleiss an den Tragmitteln zu einer reduzierten Lasttragfähigkeit dieser Tragmittel führen. Schlimmstenfalls können Tragmittel reißen. Ausserdem kann Verschleiss an Tragmitteln deren Elastizität beeinflussen. Beispielsweise können Tragmittel mit der Zeit elastischer bzw. weicher werden, sodass es beispielsweise schwierig werden kann, über diese Tragmittel eine daran gehaltene Aufzugkabine exakt zu positionieren.

25
30

Auch an der Treibscheibe und den Umlenkrollen können Verschleisserscheinungen auftreten. Beispielsweise kann eine Profilierung einer Mantelfläche dieser Komponenten insbesondere aufgrund von Abrieb mit der Zeit ihre Struktur ändern. Verschleissbedingte Änderungen an der Treibscheibe oder den Umlenkrollen können unter anderem dazu

- führen, dass ein Kraftschluss zwischen diesen Komponenten und den von ihnen angetriebenen bzw. geführten Tragmitteln sich verändert. Beispielsweise kann ein Schlupf zwischen der Treibscheibe und angetriebenen Tragmitteln mit der Zeit verschleissbedingt grösser werden, insbesondere falls sich der Tragmitteldehnungsmodul
- 5 ändert. Auch eine von der Treibscheibe und/oder den Umlenkrollen bewirkte Seitenführung von Tragmitteln kann mit der Zeit verschleissbedingt abnehmen. Ausserdem reduziert sich bei Durchmesserabnahme der Tragmittel der Förderradius und für die gleiche Fahrstrecke zwischen zwei bestimmten Stockwerken werden über die Lebensdauer mehr Umdrehungen der Treibscheibe benötigt.
- 10 Es können noch diverse andere Arten von Verschleisserscheinungen auftreten, welche andere Arten von Veränderungen bei den physikalischen Eigenschaften der Tragmittelanordnung bewirken können.
- 15 Es wurden verschiedene Ansätze entwickelt, um den Verschleiss von Komponenten innerhalb einer Aufzuganlage, insbesondere den Verschleiss von Komponenten der Tragmittelanordnung, zu begrenzen bzw. zu überwachen. In der EP 3 130 555 A1, CN 104627762 A, WO 2018/139434 A1, CN 109987480 A, JP 2011-132010 A, EP 2 299 251 A1, EP 0 849 208 A1, JP 2011-126710, WO 2019/081412 A1,
- 20 WO 2003/035531 A1, WO 2007/141371 A2, JP 2019-085242 A, EP 2 628 698 B1 und WO 2016/040452 A1 sind einige solcher Ansätze beschrieben.
- Es kann unter anderem ein Bedarf an einem Verfahren bestehen, mithilfe dessen ein Verschleiss an Komponenten einer Tragmittelanordnung effizienter, zuverlässiger
- 25 und/oder kostengünstiger überwacht werden kann. Ferner kann ein Bedarf an einer zur Durchführung oder Steuerung eines solchen Verfahrens eingerichteten Überwachungs-vorrichtung, einem entsprechenden Computerprogrammprodukt und einem dieses speichernden computerlesbaren Medium bestehen.
- 30 Einem solchen Bedarf kann durch die Gegenstände gemäss den unabhängigen Ansprüchen entsprochen werden. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung definiert.

- 4 -

Gemäss einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Ermitteln eines Verschleisszustands von Komponenten einer Tragmittelanordnung einer Aufzuganlage vorgeschlagen, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Verfahrensschritte, vorzugsweise in der angegebenen Reihenfolge, aufweist:

- 5 - Überwachen eines tatsächlichen zeitlichen Verlaufs eines ersten Parameters, der mit dem Verschleisszustand zumindest einer ersten überwachten der Komponenten korreliert ;
- Vergleichen des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten ersten Parameters mit einem vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters;
- 10 - Ermitteln des Verschleisszustands der überwachten Komponente basierend auf einem Ergebnis des Vergleichens.

15 Gemäss einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Überwachungsvorrichtung zum Ermitteln des Verschleisszustands von Komponenten einer Tragmittelanordnung einer Aufzuganlage vorgeschlagen, welche dazu konfiguriert ist, eine Ausführungsform des Verfahrens gemäss dem ersten Aspekts der Erfindung auszuführen oder zu steuern.

20 Gemäss einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen, welches computerlesbare Anweisungen enthält, welche bei Ausführung auf einem Computer, insbesondere einer computerartig programmierbaren Überwachungsvorrichtung gemäss dem zweiten Aspekt der Erfindung, diesen dazu anleiten, das Verfahren gemäss einer Ausführungsform des ersten Aspekts der Erfindung auszuführen oder zu steuern.

25 Gemäss einem vierten Aspekt der Erfindung wird ein computerlesbares Medium vorgeschlagen, auf dem ein Computerprogrammprodukt gemäss dem dritten Aspekt der Erfindung gespeichert ist.

30 Mögliche Merkmale und Vorteile von Ausführungsformen der Erfindung können unter anderem und ohne die Erfindung einzuschränken als auf nachfolgend beschriebenen Ideen und Erkenntnissen beruhend angesehen werden.

Bei herkömmlichen Ansätzen, mit denen der Verschleiss von Komponenten einer Tragmittelanordnung überwacht werden soll, wird typischerweise ein Parameter, der

Rückschlüsse über diesen Verschleiss ermöglicht, überwacht. Beispielsweise werden Abmessungen der Tragmittel, das heisst zum Beispiel der Durchmesser eines Seils, überwacht. Als weitere Beispiele können auch Oberflächenstrukturen an der Treibscheibe bzw. den Umlenkrollen, magnetische Flüsse durch Tragmittel, ein Dehnungsverhalten von Tragmitteln oder ein Schlupf zwischen Tragmitteln und beispielsweise der Treibscheibe überwacht werden. Im Regelfall wird dabei von einem aktuellen Messwert des Parameters auf einen aktuellen Verschleisszustand der jeweiligen Komponente rückgeschlossen. Beispielsweise wird der aktuelle Messwert mit einem vorbestimmten Grenzwert verglichen und bei Über- bzw. Unterschreiten des Grenzwerts darauf rückgeschlossen, dass die überwachte Komponente einen kritischen Verschleisszustand erreicht hat.

Bei dem hierin vorgestellten Ansatz soll hingegen nicht eine einzelne Messung eines Parameters zu einem einzelnen Zeitpunkt herangezogen werden, um den Verschleisszustand einer Komponente der Tragmittelanordnung zu ermitteln. Stattdessen soll ein zeitlicher Verlauf eines Parameters überwacht werden. Mit anderen Worten soll nachverfolgt werden, wie sich der überwachte Parameter im Laufe der Zeit verändert. Hierzu ist es im Allgemeinen notwendig, den überwachten Parameter kontinuierlich oder in zeitlichen Abständen, beispielsweise periodisch, zu messen und dabei erhaltene Messwerte nachzuhalten, d.h. beispielsweise zu speichern.

Der hierbei ermittelte zeitliche Verlauf des Parameters soll dann auch nicht, wie bei herkömmlichen Ansätzen, mit einem einzelnen Grenzwert oder ähnlichem verglichen werden. Stattdessen soll der ermittelte zeitliche Verlauf mit einem vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf dieses Parameters verglichen werden.

Ein solcher erwarteter zeitlicher Verlauf des Parameters kann zuvor bestimmt worden sein, beispielsweise basierend auf Experimenten, Daten, die bei anderen Aufzuganlagen und deren Tragmittelanordnungen gesammelt wurden, Simulationen oder Ähnlichem. Alternativ oder ergänzend kann ein erwarteter zeitlicher Verlauf des Parameters auch basierend auf einem an derselben Komponente früher beobachteten Verlauf des Parameters, das heisst beispielsweise durch Extrapolation eines zuvor ermittelten Verlaufs des Parameters, bestimmt worden sein.

5 Durch Vergleichen des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten Parameters mit dem vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf des Parameters kann dann eine Information über den aktuellen Verschleisszustand und/oder gegebenenfalls auch eine Information über einen zukünftigen Verschleisszustand der beobachteten Komponente der Tragmittelanordnung ermittelt werden.

10 Diesem Ansatz liegt die Beobachtung zugrunde, dass sich ein Verschleisszustand einer Komponente der Tragmittelanordnung in manchen Fällen nicht zwangsläufig in den aktuellen physikalischen Eigenschaften dieser Komponente widerspiegelt und somit durch Messen eines damit korrelierenden Parameters ermittelt werden kann bzw. dass
15 Informationen über einen zukünftigen Verschleisszustand sich in manchen Fällen nicht allein aus zu einem einzelnen Zeitpunkt gemessenen Parametern ableiten lassen. Stattdessen wurde beobachtet, dass ein Überwachen eines zeitlichen Verhaltens, mit dem sich physikalische Eigenschaften dieser Komponenten verändern, einen zuverlässigeren und/oder präziseren Rückschluss auf aktuelle und insbesondere auf zukünftige Verschleisszustände der Komponenten ermöglichen kann.

20 Der im Rahmen des hierin beschriebenen Ansatzes hinsichtlich seines tatsächlichen zeitlichen Verlaufs zu überwachende Parameter soll mit dem Verschleisszustand zumindest einer ersten überwachten Komponente der Mehrzahl von Komponenten in der Tragmittelanordnung korrelieren. Ein solches Korrelieren kann sich dadurch ausdrücken, dass der Parameter seinen Wert abhängig vom aktuellen Verschleisszustand der überwachten Komponente ändert, vorzugsweise in eindeutig determinierter Weise ändert.

25 Da es, wie weiter unten detaillierter erläutert, in manchen Ausführungsformen vorteilhaft sein kann, noch einen weiteren Parameter zu überwachen, wird der in allen Ausführungsformen zu überwachende Parameter hierin als erster Parameter und der in manchen Ausführungsformen ergänzend zu überwachende weitere Parameter als zweiter Parameter bezeichnet.

30 Gemäss einer Ausführungsform ist der erste zu überwachende Parameter ausgewählt aus der Gruppe von Parametern umfassend:

- eine Länge des Tragmittels,
- Dehnungseigenschaften (reversibel und/oder irreversible) des Tragmittels,

- 7 -

- radiale Abmessungen des Tragsmittels,
- optische Eigenschaften des Tragsmittels,
- magnetische Eigenschaften des Tragsmittels,
- elektrische Eigenschaften des Tragsmittels,
- 5 - eine mechanische Spannung des Tragsmittels,
- Abmessungen an einer Struktur der Kontaktfläche der Treibscheibe,
- ein auftretender Schlupf zwischen dem Tragsmittel und der Kontaktfläche der Treibscheibe, und
- eine von dem Tragsmittel auf die Verankerung bewirkte Kraft, insbesondere auch
- 10 - zeitliche Verlauf von Vibrationen bzw. Mikrobeschleunigungen, welche dem Tragsmittel aufgrund seiner Struktur zugeordnet werden können. z.B. eine Verschiebung der Seilschlaglänge, und insbesondere
- Änderung der Eigenfrequenz des Aufzugsystemes (Kabine und/oder Gegengewicht) in Schachtlängsrichtung bei vorgegebener Position (durch Beschleunigungssensor,
- 15 Kabinenmasse bleibt gleich, daher Rückschluss auf Riemen), und insbesondere
- Auswertung der Nachregulierungen der Aufzugskabine, und insbesondere
- Umgebungstemperatur (Haupttreiber der Kunststoffalterung), und insbesondere
- Luftfeuchtigkeit (Haupttreiber der Kunststoffalterung).

- 20 Jeder der genannten Parameter korreliert in gewisser Weise mit dem aktuellen Verschleisszustand einer Komponente der Tragsmittelanordnung. Bestenfalls korreliert ein Parameter bzw. dessen zeitlicher Verlauf dabei auch mit einem zukünftigen Verschleisszustand der Komponente. Die einzelnen Parameter können dabei in unterschiedlicher Weise gemessen werden und können in unterschiedlicher Weise mit
- 25 Verschleisszuständen einer selben Komponente oder unterschiedlicher Komponenten der Tragsmittelanordnung korrelieren. Die genannten Parameter können dabei verhältnismässig einfach und/oder präzise gemessen werden, vorzugsweise unter Einsatz konstruktiv simpler und somit kostengünstiger und/oder ohnehin in einer Aufzuganlage vorgesehener Messeinrichtungen.

- 30 Die Länge des Tragsmittels, das heisst eine Distanz zwischen Enden des Tragsmittels, die beispielsweise in dem Aufzugschacht oder an einer der mit dem Tragsmittel zu bewegenden Komponenten verankert sind, hängt oft stark von einem Verschleisszustand dieses Tragsmittels ab. Typischerweise nimmt die Länge des Tragsmittels mit

zunehmendem Verschleiss zu. Die Länge des Tragmittels kann in unterschiedlicher Weise gemessen werden, direkt oder indirekt. Beispielsweise kann ein Abstand zwischen dem von dem Tragmittel gehaltenen Gegengewicht und einem am Boden des Aufzugschachts vorgesehenen Puffer gemessen werden, wenn sich die Aufzugkabine im obersten Stockwerk befindet. Dieser Abstand wird umso geringer, je länger das Tragmittel ist. Dieser Abstand kann verhältnismässig einfach gemessen werden und erlaubt somit einen genauen Rückschluss auf die aktuelle Länge des Tragmittels.

Die Dehnungseigenschaften des Tragmittels, d.h., eine Art und Weise, wie sich das Tragmittel in Reaktion auf darauf ausgeübte Kräfte längen lässt, hängen ebenfalls stark von einem Verschleisszustand des Tragmittels ab. Die Dehnungseigenschaften des Tragmittels können durch dessen Elastizitätsmodul wiedergegeben sein. Sie können sich auf eine Dehnelastizität und/oder eine Biegeelastizität beziehen. Die Dehnungseigenschaften können direkt gemessen werden, zum Beispiel indem Längenänderungen des Tragmittels bei bekannten mechanischen Belastungen gemessen werden. Die Dehnungseigenschaften von Tragmitteln können auch beispielsweise mithilfe von an den Tragmitteln angebrachten Dehnmessstreifen oder ähnlichem direkt ermittelt werden. Alternativ oder ergänzend können die Dehnungseigenschaften indirekt gemessen werden, beispielsweise indem überwacht wird, wie stark und/oder wie häufig ein sogenannter Niveaue Ausgleich durchgeführt werden muss. Bei einem solchen Niveaue Ausgleich wird die Aufzugkabine an einer Zielposition angehalten und ändert dann bei Be- oder Entlastung der Kabine aufgrund von damit einhergehenden Längenänderungen der Tragmittel ihr Niveau, das heisst ihre Höhe im Aufzugschacht. Die Niveauänderung wird dann durch geeignetes Verlagern der Tragmittel mit der Antriebsmaschine ausgeglichen. Die Stärke und/oder Häufigkeit, mit der ein solcher Niveaue Ausgleich durchgeführt werden muss, kann einen Rückschluss auf die aktuellen Dehnungseigenschaften der Tragmittel ermöglichen.

Weiter korreliert die Dehnung und entsprechend auch das Elastizitätsmodul mit der Eigenfrequenz des Systems. So kann durch eine Messung der Eigenfrequenz auf das Elastizitätsmodul und umgekehrt durch eine Bestimmung des Elastizitätsmoduls auf die Eigenfrequenz geschlossen werden.

Die radialen Abmessungen von Tragmitteln, das heisst beispielsweise ein Durchmesser eines Seils oder eine Dicke eines Riemens, können durch Abnutzung, insbesondere durch Abrieb, mit der Zeit abnehmen und stellen somit einen probates Mass zum Ermitteln eines aktuellen Verschleisszustandes von Tragmitteln dar. Die radialen Abmessungen
5 eines Tragmittels können direkt oder indirekt gemessen werden. Beispielsweise können die radialen Abmessungen mithilfe optischer Sensoren bestimmt werden. Eine Abnahme radialer Abmessungen eines Tragmittels über ein gewisses Mass hinaus kann ein Indiz für eine Ablegereife des Tragmittels sein, d.h., dass das Tragmittel ausgetauscht werden sollte.

10

Auch optische Eigenschaften des Tragmittels können sich mit der Zeit aufgrund von Verschleiss verändern. Beispielsweise kann zunehmender Verschleiss eine Farbe, eine Reflektivität und/oder optisch erkennbare Strukturen wie beispielsweise eine Oberflächenrauigkeit oder makroskopische Strukturen an der Oberfläche des Tragmittels,
15 beispielsweise in Form von abstehenden Drähten eines Seils, verändern. Die Messung optischer Eigenschaften des Tragmittels kann somit einen verhältnismässig einfachen Rückschluss auf dessen Verschleisszustand ermöglichen. Die optischen Eigenschaften eines Tragmittels können mit geeigneten Sensoren wie beispielsweise Lichtsensoren, Photodioden, Kameras etc. überwacht werden.

20

Die magnetischen Eigenschaften des Tragmittels korrelieren häufig ebenfalls stark mit dessen Verschleisszustand. Insbesondere bei ferromagnetischem Tragmitteln kann zunehmender Verschleiss einen erheblichen Einfluss auf den in dem Tragmittel auftretenden magnetischen Fluss haben. Über eine verhältnismässig einfach
25 durchzuführende Messung des magnetischen Flusses durch das Tragmittel können somit Rückschlüsse über dessen Verschleisszustand erhalten werden.

Die elektrischen Eigenschaften des Tragmittels werden in vielen Fällen ebenfalls von dessen Verschleisszustand beeinflusst. Insbesondere bei elektrisch gut leitfähigen
30 Tragmitteln wie Stahlseilen oder Riemen mit lasttragenden Stahllitzen kann zunehmender Verschleiss einen erheblichen Einfluss auf einen durch das Tragmittel bewirkten elektrischen Widerstand haben. Beispielsweise können mit zunehmendem Verschleiss auftretende Brüche oder Risse in einzelnen der vielen Litzen in einem Tragmittel dazu führen, dass der elektrische Widerstand, den ein durch das Tragmittel geleiteter

elektrischer Strom erfährt, mit der Zeit zunimmt. Über eine verhältnismässig einfach durchzuführende Messung des elektrischen Widerstands durch das Tragmittel können somit Rückschlüsse über dessen Verschleisszustand erhalten werden.

- 5 Auch die während des Betriebs der Aufzuganlage in den Tragmitteln wirkende mechanische Spannung kann von dem Verschleisszustand der Tragmittel abhängen. Insbesondere für den typischerweise vorliegenden Fall, dass die Aufzugkabine und das Gegengewicht mithilfe mehrerer Tragmittel gehalten und verlagert werden, kann sich Verschleiss dahingehend auswirken, dass einzelne der Tragmittel sich in ihrer Länge stärker verändern als andere. Dementsprechend verändern sich mit der Zeit die von den
- 10 einzelnen Tragmitteln zu haltenden Kräfte und somit die in den Tragmitteln wirkenden mechanischen Spannungen. Solche mechanischen Spannungen können verhältnismässig einfach gemessen werden und damit einen Rückschluss auf Verschleisserscheinungen ermöglichen.
- 15 Während sich die zuvor erörterten Parameter hauptsächlich auf das Ermitteln eines Verschleisszustands der Tragmittel beziehen, können andere Parameter überwacht werden, um Verschleiss an anderen Komponenten der Tragmittelanordnung erkennen zu können.
- 20 Beispielsweise können Abmessungen an einer Struktur der Kontaktfläche der Treibscheibe sich mit zunehmendem Verschleiss ändern. Die Treibscheibe kann an ihrer Kontaktfläche, d.h. typischerweise an ihrer Mantelfläche, an der die Tragmittel mit der Treibscheibe in Kontakt kommen, Strukturen wie beispielsweise Rillen, Nuten, Stege, axiale Seitenbegrenzungen, etc. aufweisen. Diese Strukturen können dazu ausgebildet
- 25 sein, die Tragmittel mithilfe der Treibscheibe mit einer gewünschten Traktion bzw. einem gewünschten Schlupf zu bewegen und/oder dabei seitlich zu führen. Mit der Zeit können sich diese Strukturen verschleissbedingt abnutzen, d.h. in ihren Abmessungen ändern. Beispielsweise können Rillen an der Mantelfläche der Treibscheibe mit der Zeit verschleissen, insbesondere verrundeten bzw. sich hinsichtlich ihrer Tiefe verändern. Ein
- 30 Überwachen der Abmessungen solcher Strukturen kann somit einen Rückschluss auf einen Verschleisszustand der Treibscheibe ermöglichen. Da die Treibscheibe auch mit den Tragmitteln wechselwirkt, kann gegebenenfalls auch indirekt auf einen Verschleisszustand der Tragmittel rückgeschlossen werden.

Auch der zwischen Tragmitteln und der Kontaktoberfläche der Treibscheibe auftretende Schlupf kann sich verschleissbedingt mit der Zeit ändern. Dies kann sich als Resultat aus den zuvor genannten Änderungen bei den Abmessungen der Strukturen an der Kontaktoberfläche der Treibscheibe ergeben. Es kann aber auch andere verschleissbedingte

5 Gründe geben wie beispielsweise ein zunehmendes Auftreten von Verschmutzungen an der Treibscheibe und/oder den Tragmitteln, beispielsweise aufgrund einer Übersmierung und/oder einem Einsatz falschen Schmierstoffs. Der genannte Schlupf kann einfach direkt oder indirekt gemessen werden. Beispielsweise kann eine während eines

10 Verfahrvorgangs von der Aufzugskabine zurückgelegte Kabinenfahrstrecke mit einer Treibscheibenfahrstrecke oder einer Pulleyfahrstrecke verglichen werden, d.h. mit derjenigen Distanz, um die sich die Mantelfläche der Treibscheibe bzw. der Umlenkrolle während des Verfahrvorgangs verlagert.

Verschleiss an der Tragmittelanordnung kann auch zu Änderungen der von den

15 Tragmitteln auf deren Verankerung bewirkten Kräfte führen. Die bereits weiter oben genannten möglichen verschleissbedingten Änderungen bei den mechanischen Spannungen in Tragmitteln können sich auch auf deren Verankerung auswirken. Falls die Tragmittelspannung von einem Sollwert übermässig abweicht, kann es notwendig

20 werden, die Tragmittel nachzuspannen. Ungleiche Tragmittelspannungen können ansonsten beispielsweise zu ungleichen bzw. inhomogenen Abnutzungserscheinungen innerhalb der Aufzuganlage, beispielsweise an Führungsschuhen der Aufzugskabine und/oder des Gegengewichts, führen. Ungleiche Tragmittelspannungen können ferner

25 auch zu einem Springen von Tragmitteln an der Treibscheibe und/oder Umlenkrollen und/oder zu einer Schrägstellung von Umlenkrollen an der Aufzugskabine bzw. dem Gegengewicht führen. Letztendlich können hierdurch wiederum verstärkte Verschleisserscheinungen an den Komponenten der Tragmittelanordnung sowohl bewirkt als auch nachgewiesen werden.

Die von den Tragmitteln auf deren Verankerungen bewirkten Kräfte können

30 beispielsweise mithilfe sogenannter intelligenter Fixpunkte ermittelt werden. Dabei dient eine Fixierung der Tragmittel beispielsweise an einer Aufzugschachtdecke nicht nur dazu, die Tragmittel mechanisch zu halten. Stattdessen ist die Fixierung auch mit geeigneten technischen Mitteln ausgestattet, um die von dem Tragmittel auf die Fixierung bewirkten Kräfte bestimmen zu können. Die ermittelten Kräfte bzw. Spannungen in der Fixierung

bzw. der Verankerung können mit verhältnismässig wenig Aufwand ausreichend präzise ermittelt werden, um Rückschlüsse auf Verschleisszustände innerhalb der Tragmittelanordnung, insbesondere Rückschlüsse auf Verschleisszustände an verschiedenen Komponenten der Tragmittelanordnung, ziehen zu können.

5

Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung umfasst das vorgeschlagene Verfahren zusätzlich die folgenden Schritte:

- Überwachen eines tatsächlichen zeitlichen Verlaufs eines zweiten Parameters, der den Verschleisszustand zumindest einer überwachten der Komponenten beeinflusst und/oder mit dem Verschleisszustand zumindest einer überwachten der Komponenten korreliert , wobei der zweite Parameter sich von dem ersten Parameter unterscheidet;
- Ermitteln des Verschleisszustands der ersten überwachten Komponente basierend sowohl auf dem Ergebnis des Vergleichens des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten ersten Parameters mit einem vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters als auch auf dem Ergebnis des Überwachens des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten zweiten Parameters.

10

15

20

25

30

Mit anderen Worten kann zusätzlich zu dem Überwachen des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des ersten Parameters ein weiterer, zweiter Parameter hinsichtlich seines tatsächlichen zeitlichen Verlaufs überwacht werden. Dieser zweite Parameter kann beispielsweise eine physikalische Eigenschaft einer der Komponenten der Tragmittelanordnung wiedergeben, welche, ähnlich wie im Falle des ersten Parameters, mit dem Verschleisszustand der betreffenden überwachten Komponente korreliert. Alternativ oder ergänzend kann der zweite Parameter den Verschleisszustand der überwachten Komponente beeinflussen, das heisst der zweite Parameter kann eine physikalische Eigenschaft wiedergeben, die einen Einfluss darauf hat, wie sich der Verschleiss in der betreffenden Komponente mit der Zeit verändert. Somit kann der zweite Parameter eine physikalische Eigenschaft wiedergeben, die nicht zwingend eine Eigenschaft der betreffenden Komponente selbst ist, sondern eine Eigenschaft von Umgebungsbedingungen bzw. Randbedingungen, in denen die Komponente betrieben wird und die einen Verschleiss der Komponente mitbeeinflussen, wiedergeben.

Die Komponente, deren Verschleisszustand von dem zweiten Parameter beeinflusst wird bzw. mit diesem korreliert, kann dabei die gleiche Komponente sein wie die erste

Komponente, deren Verschleisszustand mit dem verfahrensgemäss überwachten ersten Parameter korreliert. Die Komponenten können sich aber auch unterscheiden.

5 Basierend auf beiden überwachten Parametern, d.h. dem tatsächlichen zeitlichen Verlauf des ersten Parameters und dem tatsächlichen zeitlichen Verlauf des zweiten Parameters, kann dann der Verschleisszustand der ersten überwachten Komponente ermittelt werden. Mit anderen Worten kann eine Information über den aktuellen und/oder den zukünftigen Verschleisszustand der ersten Komponente sowohl basierend auf dem tatsächlichen
10 zeitlichen Verlauf des ersten Parameters und einem Vergleich dieses Verlaufs mit dem zugehörigen vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters als auch basierend auf dem tatsächlichen zeitlichen Verlauf des zweiten Parameters abgeleitet werden.

15 Durch die Berücksichtigung von tatsächlichen zeitlichen Verläufen zweier verschiedener Parameter können verschiedene vorteilhafte Effekte erreicht werden, welche sich positiv auf eine Zuverlässigkeit, eine Genauigkeit und/oder andere Eigenschaften der ermittelten Information über den Verschleisszustand der Komponente auswirken können.

20 Zum Beispiel können gemäss einer Ausführungsform der erste Parameter und der zweite Parameter auf unterschiedliche Weise mit dem Verschleisszustand der ersten überwachten Komponenten korrelieren.

Anders ausgedrückt kann sich der Verschleisszustand der ersten überwachten Komponente in unterschiedlicher Weise auf den ersten und den zweiten Parameter
25 auswirken bzw. von diesem beeinflusst werden. Beide Parameter korrelieren dann zwar mit dem Verschleisszustand der überwachten Komponente bzw. beeinflussen diesen, eine Art und Weise einer qualitativen und/oder quantitativen Korrelation kann sich zwischen den beiden Parametern jedoch unterscheiden. Somit kann durch ein Messen beider Parameter einerseits eine gewisse Redundanz für die Ermittlung des Verschleisszustands
30 erreicht werden. Andererseits können die unterschiedlichen Arten der Korrelation mit dem Verschleisszustand dazu führen, dass insgesamt eine genauere Aussage über den Verschleisszustand getroffen werden kann.

Gemäss einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens können der erste Parameter und der zweite Parameter in einer miteinander wechselwirkenden Weise mit dem Verschleisszustand der ersten überwachten der Komponenten korrelieren.

- 5 Mit anderen Worten können die bei dem Verfahren hinsichtlich ihres tatsächlichen zeitlichen Verlaufs zu überwachenden beiden Parameter vorteilhafterweise derart gewählt sein, dass die von ihnen repräsentierten Eigenschaften wechselwirken, d.h. einander beeinflussen. Insbesondere können die Parameter derart gewählt sein, dass Variationen bei dem zweiten Parameter den bei der damit überwachten Komponente auftretenden
- 10 Verschleiss in einer Weise beeinflussen, die mithilfe des ersten Parameters erkannt werden kann.

- Beispielsweise kann als zweiter Parameter eine Umgebungstemperatur in einem das Tragmittel aufnehmenden Aufzugschacht gemessen werden. Diese Umgebungs-
- 15 temperatur beeinflusst im Allgemeinen den an dem Tragmittel auftretenden Verschleiss. Der Verschleisszustand des Tragmittels kann dann beispielsweise basierend auf einem ersten Parameter, der mit dem Verschleisszustand des Tragmittels korreliert, d.h. beispielsweise eine zu messenden Länge des Tragmittels oder ein Elastizitätsmodul des Tragmittels, ermittelt werden und dabei ergänzend die Umgebungstemperatur
- 20 berücksichtigt werden.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird beispielsweise die Umgebungstemperatur und das Schlupfverhalten eines Riemens korreliert.

- 25 Gemäss einer Ausführungsform kann basierend auf Messergebnissen des überwachten zweiten Parameters der vorbestimmte erwartete zeitliche Verlauf des ersten Parameters aus einer Mehrzahl möglicher vorbestimmter erwarteter zeitlicher Verläufe des ersten Parameters ausgewählt werden.
- 30 Anders ausgedrückt kann vorab bekannt sein, dass die von dem zweiten Parameter wiedergegebenen physikalischen Eigenschaften den zeitlichen Verlauf eines sich in einer Komponente der Tragmittelanordnung vollziehenden Verschleisses im Regelfall in einer vorbestimmten Weise beeinflussen. Dies kann beispielsweise vorab durch Experimente, Beobachtungen an existierenden Aufzulanlagen, Berechnungen oder Simulationen

ermittelt worden sein. Dementsprechend kann sich der erwartete zeitliche Verlauf des ersten Parameters, der mit diesem Verschleiss korreliert, unterscheiden, je nachdem wie sich die von dem zweiten Parameter wiedergegebene physikalische Eigenschaft real einstellt.

5

Indem der zweite Parameter gemessen und dessen tatsächlicher zeitlicher Verlauf überwacht werden, kann somit eine genauere Aussage bzw. eine genauere Annahme hinsichtlich des erwarteten zeitlichen Verlaufs des ersten Parameters getroffen werden. Indem der überwachte tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters mit einem auf

10 diese Weise genauer vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters verglichen werden kann, kann insgesamt eine zuverlässigere und/oder genauere Information über den Verschleisszustand der überwachten Komponente abgeleitet werden.

15

Bei den vorangehend beschriebenen Ausführungsformen kann konkretisiert der zweite zu überwachende Parameter ausgewählt sein aus der Gruppe von Parametern umfassend:

- eine Temperatur im Bereich der Tragmittelanordnung,
- eine Luftfeuchtigkeit im Bereich der Tragmittelanordnung, und
- ein Luftdruck im Bereich der Tragmittelanordnung.

20

Anders ausgedrückt kann als eine Variante dieser Ausführungsform der zweite zu überwachende Parameter die Temperatur im Bereich der Tragmittelanordnung, d.h. beispielsweise eine im Aufzugschacht vorherrschende Lufttemperatur oder eine direkt an einer der Komponenten der Tragmittelanordnung gemessene Temperatur, sein. Diese

25 Temperatur beeinflusst im Allgemeinen den mit der Zeit an der Tragmittelanordnung auftretenden Verschleiss. Häufig nimmt der Verschleiss mit steigender Temperatur zu. Hierbei kann es für das vorgeschlagene Verfahren vorteilhaft sein, dass die Temperatur nicht zu einem einzelnen Zeitpunkt gemessen wird und daraus dann versucht wird, einen Rückschluss auf den Verschleiss zu ziehen, sondern dass stattdessen ein zeitlicher

30 Verlauf der Temperatur überwacht wird. Eine Information über diesen zeitlichen Temperaturverlauf oder eine hieraus berechnete Durchschnittstemperatur während eines Zeitraums ermöglicht eine genauere Aussage über einen typischerweise anzunehmenden Verschleiss innerhalb dieses Zeitraums und somit über einen erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters.

- Indem der ermittelte tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters mit dem temperaturabhängig erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters verglichen wird, können dann Aussagen über den aktuellen Verschleisszustand der überwachten
- 5 Komponente mit verhältnismässig hoher Genauigkeit ermittelt werden. Beispielsweise kann so insbesondere der Zustand des Mantels kunststoffummantelter Tragmittel, die Alterungserscheinungen unterworfen sind ermittelt werden.
- Eventuell können sogar Aussagen über einen zukünftigen Verschleisszustand dieser
- 10 Komponente ermittelt werden. Beispielsweise kann, wenn der tatsächliche zeitliche Verlauf mit dem erwarteten zeitlichen Verlauf innerhalb einer akzeptablen Toleranz übereinstimmt, durch eine zeitliche Extrapolation auf einen zukünftigen Zeitpunkt rückgeschlossen werden, zudem der Verschleiss ein akzeptables Mass überschreiten wird. Diese Information kann genutzt werden, um beispielsweise Wartungsarbeiten an der
- 15 Aufzuganlage im Voraus planen zu können. Hierdurch können Arbeitsaufwand und/oder Kosten eingespart werden.
- Alternativ oder ergänzend kann der zweite zu überwachende Parameter die Luftfeuchtigkeit im Bereich der Tragmittelanordnung sein. Auch eine vorherrschende
- 20 Luftfeuchtigkeit hat typischerweise einen Einfluss auf einen sich in einer Tragmittelanordnung einstellenden Verschleiss. Beispielsweise kann eine erhöhte Luftfeuchtigkeit zu höherem Verschleiss, beispielsweise aufgrund von Korrosionserscheinungen, führen. Auch in diesem Fall kann basierend auf dem tatsächlichen zeitlichen Verlauf der Luftfeuchtigkeit bzw. einem daraus abgeleiteten
- 25 Mittelwert einen Rückschluss darauf gezogen werden, wie sich ein Verschleiss im beobachteten Zeitraum einstellen wird und welcher zeitlicher Verlauf des ersten Parameters dementsprechend zu erwarten ist. Der tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters kann dann wieder mit dem basierend auf dem zweiten Parameter vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters verglichen werden.
- 30 Als weitere Möglichkeit kann der zweite zu überwachende Parameter der Luftdruck im Bereich der Tragmittelanordnung sein. Auch der während eines Beobachtungszeitraums herrschende Luftdruck kann einen Einfluss auf den sich in der Tragmittelanordnung einstellenden Verschleiss haben, sodass die Information über den tatsächlichen zeitlichen

Verlauf des Luftdrucks wiederum genutzt werden kann, um den erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters realitätsnah vorbestimmen zu können.

5 Alternativ oder ergänzend kann bei den vorangehend beschriebenen Ausführungsformen konkretisierend der zweite zu überwachende Parameter eine Häufigkeit von Fahrten einer von der Tragmittelanordnung bewegten Aufzugkabine angeben.

10 Die Häufigkeit, mit der die Aufzugkabine innerhalb eines Beobachtungszeitraums mithilfe der Tragmittelanordnung verlagert wird, hat selbstverständlich auch einen Einfluss auf auftretende Verschleisserscheinungen an der Tragmittelanordnung. Indem als
15 zweiter Parameter beobachtet wird, wie häufig die Aufzugkabine bezogen auf eine Zeiteinheit oder innerhalb eines Zeitraums seit Beobachtungsbeginn verfahren wurde, kann eine Information gewonnen werden, anhand derer wiederum ein erwarteter zeitlicher Verlauf des ersten Parameters vorbestimmt werden kann, sodass der tatsächlich
15 beobachtete zeitliche Verlauf des ersten Parameters wieder mit diesem erwarteten zeitlichen Verlauf verglichen werden kann, um Rückschlüsse auf den Verschleisszustand der überwachten Komponente ziehen zu können.

20 Eventuell kann dabei auch berücksichtigt werden, wie weit, das heisst über welche Verfahrdistanz, die beobachteten Fahrten jeweils waren, welche Nutzlast bei den beobachteten Fahrten jeweils transportiert wurde und/oder andere Grössen, die Einfluss auf den sich mit den Fahrten einstellenden Verschleiss haben können. Ferner können
25 ergänzend zu der Überwachung der Häufigkeit der Fahrten noch andere Parameter als zweiter Parameter wie beispielsweise die bereits erläuterte Temperatur, Luftfeuchtigkeit und/oder Luftdruck im Bereich der Tragmittelanordnung, überwacht werden.

Gemäss einer Ausführungsform kann der Verschleisszustand basierend auf einer Abweichung des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten ersten Parameters von
30 einem vorbestimmten erwarteten linearen zeitlichen Verlauf des ersten Parameters ermittelt werden.

Mit anderen Worten können der überwachte tatsächliche zeitliche Verlauf und der vorbestimmte erwartete zeitliche Verlauf des ersten Parameters permanent oder in gewissen zeitlichen Abständen miteinander verglichen werden. Für den vorbestimmten

zeitlichen Verlauf kann dabei ein linearer Verlauf angenommen werden, d.h., es kann davon ausgegangen werden, dass sich die von dem ersten Parameter wiedergegebenen Eigenschaften der überwachten Komponente der Tragmittelanordnung in linearer Weise mit der Zeit verändern. Eine Art und Weise, wie sich der tatsächliche zeitliche Verlauf des überwachten ersten Parameters von dem vorbestimmten erwarteten linearen zeitlichen Verlauf dieses ersten Parameters unterscheidet, kann dabei einen Rückschluss über vorherrschende oder zukünftige Verschleisszustände ermöglichen.

In vielen Fällen bzw. über längere Zeiträume hin wird sich beispielsweise der überwachte tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters mit der Zeit ebenfalls linear verändern. Ein die zeitliche Abhängigkeit der Veränderungen wiedergebender Proportionalitätsfaktor kann dabei bei dem tatsächlichen zeitlichen Verlauf und dem erwarteten zeitlichen Verlauf gleich oder unterschiedlich sein. Je nachdem wie sich die beiden Proportionalitätsfaktoren voneinander unterscheiden, kann dabei auf einen aktuellen Verschleisszustand der überwachten Komponente rückgeschlossen werden.

In einem alternativen Szenario kann sich der überwachte tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters zwar zunächst linear verändern, dann aber seine zeitliche Entwicklung ändern und sich nicht mehr linear abhängig von der Zeit sondern beispielsweise unterproportional oder überproportional verändern. Die dabei zu beobachtende Abweichung zwischen dem tatsächlichen zeitlichen Verlauf des ersten Parameters und dem vorbestimmten erwarteten linearen zeitlichen Verlauf des ersten Parameters kann einen Rückschluss über aktuelle und/oder zukünftige Verschleisszustände ermöglichen.

Gemäss einer Ausführungsform kann der Verschleisszustand basierend auf einer Umkehrung einer Eigenschaft des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten ersten Parameters im Vergleich zu einem bisherigen zeitlichen Verlauf des ersten Parameters ermittelt werden.

Anders ausgedrückt kann beobachtet werden, dass sich der überwachte erste Parameter über einen gewissen Zeitraum hin in einer bestimmten Richtung entwickelt, das heisst einem Trend folgt. Ab einem gewissen Zeitpunkt kann sich die Richtung, mit der sich die von dem ersten Parameter wiedergegebene Eigenschaft ändert, umkehren, d.h., es kommt

zu einer Trendumkehr. Wenn eine solche Trendumkehr durch Vergleichen des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des ersten Parameters mit dem erwarteten zeitlichen Verlauf des ersten Parameters erkannt wird, kann dies eine Information über den aktuellen und/oder zukünftigen Verschleisszustand der überwachten Komponente beinhalten. Der erwartete zeitliche Verlauf des ersten Parameters kann in diesem Fall einem bisherigen zeitlichen Verlauf des ersten Parameters entsprechen. Anders ausgedrückt kann die Trendumkehr erkannt werden, wenn sich der tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters mit der Zeit signifikant von einer zeitlichen Extrapolation eines vorangehenden tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des ersten Parameters unterscheidet.

Gemäss einer Ausführungsform kann der Verschleisszustand basierend auf einem Vorzeichenwechsel einer zweiten zeitlichen Ableitung des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten ersten Parameters im Vergleich zu einer zweiten zeitlichen Ableitung des bisherigen tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des ersten Parameters ermittelt werden.

Mit anderen Worten kann beobachtet werden, wie sich der tatsächliche zeitliche Verlauf des überwachten ersten Parameters mit der Zeit verändert. Die sich mit der Zeit einstellenden Veränderungen können dabei durch eine erste zeitliche Ableitung des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des ersten Parameters wiedergegeben sein. Sie können dabei einem Trend folgen, d.h. beispielsweise sukzessive kleiner werden, sodass die von dem ersten Parameter wiedergegebene physikalische Eigenschaft sich einem Sättigungswert zu nähern scheint. Wenn sich ein solcher Trend ändert, kann dies bedeuten, dass die zeitabhängig ursprünglich immer kleiner werdenden Veränderungen beim ersten Parameter plötzlich wieder grösser werden. Dies kann typischerweise mit einem Vorzeichenwechsel bei der zweiten zeitlichen Ableitung des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten ersten Parameters einhergehen. Eine solche plötzliche Änderung des bisherigen Trends und der damit einhergehende Vorzeichenwechsel können ein Indiz für das Vorliegen eines bestimmten Verschleisszustandes bei der betreffenden Komponente sein.

Gemäss einer Ausführungsform anhand eines konkreten Beispiels kann der Verschleisszustand basierend auf einer einsetzenden Abnahme eines Elastizitätsmoduls eines

seilartigen Tragmittels der Tragmittelanordnung nach einer vorangehenden sukzessiven Zunahme des Elastizitätsmoduls des seilartigen Tragmittels ermittelt werden.

5 In diesem konkreten Beispiel kann das Tragmittel ein Seil sein mit einer Vielzahl von innenliegenden und aussenliegenden Litzen. Typischerweise bewirken die innenliegenden Litzen einen Grossteil der Lasttragfähigkeit des Seils und übernehmen im Einsatz einen
10 überwiegenden Anteil der mechanischen Spannungen innerhalb des Seils. Die äusseren Litzen umgeben die inneren Litzen und schützen diese. Die äusseren Litzen tragen zwar im Normalfall zu einer Biegesteifigkeit des Seils bei, übernehmen aber lediglich einen geringen Teil der Lasttragfähigkeit und somit der mechanischen Spannungen in dem Seil.
15 Die Seileinlage (innere Litzen) weist bei Vollstahlseilen (im aufzugstypischen Lastbereich zwischen 2 und 8,33 % minimalen Seilbruchlast) einen höhere mechanische Längsspannung als die Aussenlitzen auf. Das Spannungsniveau der Aussenlitzen ist aufgrund der verseilten Struktur massiv niedriger als das der Seileinlage.

20 Im Laufe der Zeit kann es insbesondere bei den inneren Litzen aufgrund von Ermüdungserscheinungen zu einer sukzessiven Zunahme der Elastizität des Seils, d.h. zu einer Abnahme des Elastizitätsmoduls des Seils, kommen. Das Seil wird zunehmend scheinbar immer weicher, sodass Nachregulierungen beim Anfahren von Stockwerken und Niveaueausgleiche beim Be- und Entladen der Aufzugskabine mit der Zeit zunehmen.

25 Ab einem gewissen Zeitpunkt kann es aufgrund der häufiger und stärker auftretenden Dehnung des Seils zu Rissen oder Brüchen bei den innenliegenden Litzen kommen. Hierdurch kann bewirkt werden, dass die Traglastfähigkeit des Seils nicht mehr, wie zuvor, hauptsächlich von den innenliegenden Litzen, sondern in zunehmendem Masse auch von den aussenliegenden Litzen übernommen wird. Dies kann zu einer Trendumkehr beim wirkenden Elastizitätsmodul des gesamten Seils führen, d.h.,
30 nachdem der Elastizitätsmodul des Seils zunächst sukzessive abgenommen hat, kann er plötzlich wieder zunehmen. Diese Trendumkehr kann sich in einem Vorzeichenwechsel der zweiten zeitlichen Ableitung des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs eines zu messenden Elastizitätsmoduls bzw. einer damit korrelierenden Messgrösse erkennen lassen. Die Trendumkehr kann ein Indiz dafür bilden, dass sich in dem Seil ein bestimmter Verschleisszustand eingestellt hat oder zukünftig einstellen wird. Beispielsweise kann aufgrund der Trendumkehr darauf rückgeschlossen werden, dass im Innern des Seils

Litzen nicht mehr den dort normalerweise aufzunehmenden mechanischen Spannungen gewachsen sind und somit das Seil in nahe Zukunft abgelegt, d.h. ausgetauscht werden sollte.

- 5 Gemäss einer Ausführungsform kann der vorbestimmte erwartete zeitliche Verlauf des ersten Parameters basierend auf einer Vielzahl von Messwerten, die an verschiedenen Aufzuganlagen ermittelt wurden, vorbestimmt werden.

- 10 Anders ausgedrückt kann der tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters mit einem erwarteten zeitlichen Verlauf dieses Parameters verglichen werden, der vorab dadurch bestimmt wurde, dass an einer Vielzahl von Aufzuganlagen Messwerte aufgenommen wurden, die diesem ersten Parameter entsprechen oder zumindest mit diesem korrelieren. Der an einer bestimmten Tragmittelanordnung einer Aufzuganlage erkannte tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters kann somit beispielsweise
- 15 mit zuvor aufgezeichneten tatsächlichen zeitlichen Verläufen, wie sie an anderen Aufzuganlagen beobachtet wurden, verglichen werden. Basierend auf einem solchen Vergleich, insbesondere basierend auf Abweichungen zwischen dem an der konkreten Aufzuganlage beobachteten tatsächlichen zeitlichen Verlauf und dem an anderen Aufzuganlagen zuvor beobachteten tatsächlichen zeitlichen Verläufen des ersten
- 20 Parameters, kann dann auf den aktuellen oder zukünftige Verschleisszustände der überwachten Komponente in der Tragmittelanordnung der konkreten Aufzuganlage rückgeschlossen werden.

- 25 Gemäss dem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Überwachungsvorrichtung beschrieben, die dazu konfiguriert ist, Ausführungsformen des zuvor beschriebenen Verfahrens zu implementieren.

- 30 Die Überwachungsvorrichtung kann hierfür einen oder eine Mehrzahl von Sensoren aufweisen, mithilfe derer der erste und/oder der zweite und/oder weitere Parameter gemessen werden können. Beispielsweise kann die Überwachungsvorrichtung Sensoren zum Messen der Länge des Tragmittels, Sensoren zum Messen von Dehnungseigenschaften des Tragmittels, Sensoren zum Messen radialer Abmessungen des Tragmittels, Sensoren zum Messen optischer Eigenschaften des Tragmittels, Sensoren zum Messen magnetischer Eigenschaften des Tragmittels, Sensoren zum Messen

elektrischer Eigenschaften des Tragmittels, Sensoren zum Messen mechanischer Spannungen innerhalb des Tragmittels, Sensoren zum Messen von Abmessungen an einer Struktur der Kontaktoberfläche der Treibscheibe, Sensoren zum Messen eines auftretenden Schlupfes zwischen dem Tragmittel und der Kontaktoberfläche der Treibscheibe und/oder Sensoren zum Messen von Kräften, die von dem Tragmittel auf eine Verankerung ausgeübt werden, aufweisen. Solche Sensoren können beispielsweise optische Sensoren wie Photodioden oder Kameras, elektrische Sensoren, mechanische Sensoren, magnetische Sensoren, etc. umfassen.

Die Sensoren können abhängig von einem aktuell gemessenen Parameter ein Messsignal, insbesondere ein elektrisches Messsignal, generieren und weiterleiten. Die Überwachungsvorrichtung kann eine Auswerteeinrichtung aufweisen, in der die Messsignale empfangen und ausgewertet werden. Die Auswerteeinrichtung kann einen Prozessor aufweisen, mit dem Messsignale bzw. Messdaten verarbeitet werden können. Insbesondere kann die Überwachungsvorrichtung einen Datenspeicher aufweisen, in dem Messsignale temporär gespeichert werden können. Konkret kann die Überwachungsvorrichtung dazu konfiguriert sein, Messsignale aufzunehmen und durch deren Zwischenspeicherung letztendlich den tatsächlichen zeitlichen Verlauf eines Parameters zu überwachen.

Die Überwachungsvorrichtung kann mit einer Steuerung der Aufzuganlage verbunden sein, um mit dieser Daten austauschen zu können. Insbesondere kann eine Information über den in der Überwachungseinrichtung ermittelten Verschleisszustand an die Steuerung der Aufzuganlage weitergeleitet werden können. Alternativ oder ergänzend kann die Überwachungseinrichtung der Aufzuganlage beispielsweise mit einem Kontrollcenter verbunden sein, um die Information über den ermittelten Verschleisszustand an das Kontrollcenter übermitteln zu können. Ferner kann die Überwachungseinrichtung der Aufzuganlage gegebenenfalls mit Überwachungseinrichtungen anderer Aufzuganlagen verbunden sein und mit diesen Daten austauschen können.

Das gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung vorgeschlagene Computerprogrammprodukt enthält Software in Form von computerlesbaren Anweisungen, die einen Computer, der beispielsweise Teil der zuvor beschriebenen Überwachungsvorrichtung

sein kann, dazu anleitet, Ausführungsformen des hierin vorgeschlagenen Verfahrens auszuführen oder zu steuern. Das Computerprogrammprodukt kann dabei in einer beliebigen Computersprache formuliert sein.

- 5 Gemäss dem vierten Aspekt der Erfindung kann das Computerprogrammprodukt auf einem computerlesbaren Medium gespeichert sein. Das computerlesbare Medium kann technisch in unterschiedlicher Weise implementiert sein. Beispielsweise kann das computerlesbare Medium ein Flashspeicher, eine CD, eine DVD oder ein anderer portabler, flüchtiger oder nicht-flüchtiger Speicher sein. Alternativ kann das
- 10 computerlesbare Medium Teil eines Netzwerks aus Computern oder Servern, insbesondere Teil des Internets oder Teil einer Datenwolke (Cloud) sein, aus dem das Computerprogrammprodukt heruntergeladen werden kann.

- 15 Es wird darauf hingewiesen, dass einige der möglichen Merkmale und Vorteile der Erfindung hierin mit Bezug auf unterschiedliche Ausführungsformen einerseits des hierin beschriebenen Verfahrens und andererseits der zu dessen Ausführung implementierten Überwachungsvorrichtung beschrieben sind. Ein Fachmann erkennt, dass die Merkmale in geeigneter Weise kombiniert, übertragen, angepasst oder ausgetauscht werden können, um zu weiteren Ausführungsformen der Erfindung zu gelangen.

20

Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben, wobei weder die Zeichnung noch die Beschreibung als die Erfindung einschränkend auszulegen sind.

25

Fig. 1 zeigt eine Überwachungsvorrichtung zum Ermitteln eines Verschleisszustands von Komponenten einer Tragmittelanordnung in einer Aufzuganlage gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

30

Die Figur ist lediglich schematisch und nicht massstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche oder gleichwirkende Merkmale

Fig. 1 zeigt eine Aufzuganlage 1, in der mithilfe einer Überwachungsvorrichtung 3 ein Verschleisszustand von Komponenten einer Tragmittelanordnung 5 ermittelt werden kann.

5 Die Aufzuganlage 1 verfügt über eine Kabine 7 und ein Gegengewicht 9, welche innerhalb eines Aufzugschachts 11 vertikal zwischen verschiedenen Stockwerken 13 bewegt werden können. Die Kabine 7 und das Gegengewicht 9 können mithilfe der Tragmittelanordnung 5 gehalten und bewegt werden. Hierzu verfügt die Tragmittel-
10 anordnung 5 über mehrere seilartige Tragmittel 15 wie Seile, Gurte oder Riemen. Die Tragmittel 15 können mit einer Treibscheibe 17 einer Antriebsmaschine 19 angetrieben werden. Hierzu kann die Treibscheibe 17 an einer Kontaktfläche 21, an der die Tragmittel 15 an der Treibscheibe 17 anliegen, eine an eine Geometrie der Tragmittel 15 angepasste Struktur, beispielsweise in Form von Rillen, Nuten oder ähnlichem,
15 aufweisen. Die Tragmittel 15 sind im dargestellten Beispiel über Verankerungen 23 an einer Decke 25 des Aufzugschachts 11 fixiert. Von dort aus verlaufen die Tragmittel 15 hinab zu Umlenkrollen 27, 29, welche an der Kabine 7 bzw. dem Gegengewicht 9 angebracht sind, um anschliessend wieder hoch zu der Treibscheibe 17 der Antriebs-
maschine 19 zu verlaufen. Ein Betrieb der Antriebsmaschine 19 wird von einer Aufzugsteuerung 31 gesteuert. Die Aufzugsteuerung 31 kann mit der Überwachungs-
20 vorrichtung 3 kommunizieren.

In der Aufzuganlage 1 sind eine Vielzahl von Sensoren bzw. Sensoriken vorgesehen, mithilfe derer Parameter überwacht werden können, welche einen Rückschluss auf Zustände bzw. Eigenschaften innerhalb der Aufzuganlage 1 ermöglichen, die mit
25 Verschleisszuständen von Komponenten der Tragmittelanordnung 5 korrelieren bzw. diese beeinflussen. Diese Sensoren bzw. Sensoriken können mit der Überwachungs-
vorrichtung 3 verdrahtet sein oder dazu ausgelegt sein, mit der Überwachungs-
vorrichtung 3 drahtlos kommunizieren zu können, um Messdaten bzw. Messsignale, welche von
ihnen gemessene Parameter wiedergeben, an die Überwachungs-
30 vorrichtung 3 übermitteln zu können.

Zum Beispiel ist an einem unteren Ende des Aufzugschachts 11 in der Nähe eines an einen Fahrweg des Gegengewichts 9 angrenzenden Puffers 33 eine Längenmess-
sensorik 35 vorgesehen. Mithilfe dieser Längenmesssensorik 35 kann ein Abstand

zwischen dem Gegengewicht 9 und dem Puffer 33 ermittelt werden, wenn das Gegengewicht 9 an seiner niedrigstmöglichen Position, das heisst wenn die Kabine 7 im höchstmöglichen Stockwerk 13, angeordnet ist. Indirekt kann aus der Messung dieses Abstands auf eine aktuelle Länge der Tragmittel 15, welche sich im Laufe der Zeit
5 insbesondere aufgrund von Materialdehnungen verändern kann, rückgeschlossen werden.

Radiale Abmessungen der Tragmittel 15, das heisst beispielsweise ein Durchmesser von Tragseilen oder eine Dicke von Tragriemen, können mithilfe einer hierfür speziell angepassten Sensorik gemessen werden. Beispielsweise kann hierfür eine Kamera 37
10 eingesetzt werden, deren Sichtfeld auf die Tragmittel 15 gerichtet ist. Gegebenenfalls kann diese Kamera 37 alternativ oder ergänzend auch dazu eingesetzt werden, um optische Eigenschaften der Tragmittel wie beispielsweise eine Veränderung von Oberflächentexturen an den Tragmitteln und/oder eine Veränderung einer Farbe, Reflektivität, etc. erkennen zu können.

15 Ferner kann eine Sensorik 39 zum Messen magnetischer Eigenschaften der Tragmittel 15 vorgesehen sein. Mithilfe dieser Sensorik 39 kann beispielsweise ein magnetischer Fluss durch eines der Tragmittel 15 gemessen werden.

20 Ergänzend oder alternativ kann eine Sensorik 41 zum Messen elektrischer Eigenschaften der Tragmittel 15 vorgesehen sein. Dieser Sensorik 39 kann beispielsweise elektrische Stromflüsse oder einen elektrischen Widerstand durch eines der Tragmittel 15 messen.

Die Verankerungen 23 können als intelligente Fixpunkte ausgelegt sein und dazu
25 konfiguriert sein, mechanische Spannungen an bzw. in den Tragmitteln 15 zu messen. Beispielsweise können in den Verankerungen 23 Dehnmessstreifen vorgesehen sein, die mit den Tragmitteln 15 bzw. deren verankerten Enden zusammenwirken. Gegebenenfalls können die Verankerungen 23 auch dazu ausgelegt sein, von den Tragmitteln auf die Verankerungen 23 bewirkte Kräfte zu messen.

30 Ferner kann eine Sensorik 43 vorgesehen sein, mithilfe derer Abmessungen an einer Struktur der Kontaktoberfläche 21 der Treibscheibe 17 überwacht werden können. Eine solche Sensorik 43 kann beispielsweise wiederum mithilfe einer Kamera oder anderer

optischer Sensoren ausgeführt sein, es können jedoch auch andersartig wirkende Sensoren eingesetzt werden.

5 Ausserdem kann die Überwachungsvorrichtung 3 von der Aufzugsteuerung 31 und/oder von weiteren Sensoren 45, mithilfe derer beispielsweise eine aktuelle Position der Aufzugskabine 7 im Aufzugschacht 11 ermittelt werden kann, Daten und Informationen erhalten, anhand derer auf weitere Parameter, die mit dem Verschleiss von Komponenten der Tragmittelanordnung 5 korrelieren, rückgeschlossen werden kann.

10 Beispielsweise kann aus einer Art und Weise, wie, d.h. zum Beispiel wie häufig und/oder über welche Distanz hin, von der Aufzugsteuerung 31 Niveauregulierungen bei einem Stopp der Aufzugskabine 7 an einem Stockwerk 13 durchgeführt werden, auf Dehnungseigenschaften der Tragmittel 15 rückgeschlossen werden.

15 Durch einen Vergleich einer angesteuerten Verlagerungsdistanz, die von der Antriebsmaschine 19 gesteuert durch die Aufzugsteuerung 31 angesteuert wurde, mit einer tatsächlichen Verlagerungsdistanz der Kabine 7 oder des Gegengewichts 9, wie sie beispielsweise anhand der Signale der Sensoren 45 erkannt werden können, kann ferner auf einen auftretenden Schlupf zwischen den Tragmitteln 15 und der Kontaktoberfläche 20 21 der Treibscheibe 17 rückgeschlossen werden.

Ferner können im Aufzugschacht ein Temperatursensor 47, ein Luftfeuchtigkeitssensor 49 und/oder einen Luftdrucksensor 51 vorgesehen sein, um entsprechende vorherrschende Bedingungen im Bereich der Tragmittel 15 messen zu können.

25 Die Überwachungsvorrichtung 3 ist dazu konfiguriert, unter Verwendung von Messdaten, wie sie von zu mindestens einem der zuvor beschriebenen Sensoren bzw. Sensoriken bereitgestellt werden können, ein Verfahren durchzuführen, mithilfe dessen eine Information über einen aktuellen und/oder einen zukünftigen Verschleisszustand von 30 Komponenten der Tragmittelanordnung 5 ermittelt werden kann.

Hierzu verfügt die Überwachungsvorrichtung 3 typischerweise über eine Datenverarbeitungseinrichtung wie beispielsweise ein Datenprozessor sowie über einen Datenspeicher, in dem Messdaten abgespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt wieder

abgerufen werden können, und Datenschnittstellen, über die die Überwachungs-
vorrichtung 3 zum Beispiel mit den verschiedenen Sensoren und Sensoriken Daten
austauschen kann.

- 5 Im Rahmen des Verfahrens wird kontinuierlich oder in vorgegebenen Zeitabständen ein
tatsächlicher Verlauf eines ersten Parameters überwacht, indem zum Beispiel Messdaten
von einem oder mehreren der Sensoren und Sensoriken gesammelt und nachverfolgt
werden. Der erste Parameter ist dabei so gewählt, dass er mit dem Verschleisszustand
zumindest einer der Komponenten der Tragmittelanordnung 5 korreliert. Anschliessend
10 wird der auf diese Weise überwachte tatsächliche zeitliche Verlauf des ersten Parameters
mit einem vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf dieses Parameters verglichen und
basierend auf einem Ergebnis dieses Vergleichens dann der Verschleisszustand der
überwachten Komponente ermittelt.
- 15 Beispielsweise kann basierend auf den von der Längenmesssensorik 35 zur Verfügung
gestellten Daten als erster Parameter die aktuelle Länge der Tragmittel 15 ermittelt
werden. Indem die Daten über einen gewissen Zeitraum hin akkumuliert werden, kann
hierdurch eine Information über den tatsächlichen zeitlichen Verlauf dieses Parameters,
d.h., wie sich die Länge der Tragmittel 15 im Laufe der Zeit verändert, abgeleitet werden.
20
- Aus vorangehend durchgeführten Experimenten, Simulationen und/oder von anderen
Aufzuganlagen erhaltenen Erkenntnissen kann ein erwarteter zeitlicher Verlauf
vorbestimmt werden, der angibt, wie sich die Länge der Tragmittel typischerweise im
Laufe der Zeit verändert. Durch Vergleichen des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des
25 Längenverhaltens der Tragmittel 15 mit dem erwarteten zeitlichen Verlauf kann dann
eine Aussage über den aktuellen und/oder einen zukünftigen Verschleisszustand der
Tragmittel 15 ermittelt werden.
- 30 Beispielsweise kann erkannt werden, dass die beobachteten Tragmittel 15 sich mit der
Zeit schneller längen, als dies von als Referenz dienenden Tragmitteln bekannt ist und
somit erwartet würde. Diese Information kann genutzt werden, um auf einen
fortschreitenden Verschleisszustand und/oder beispielsweise einen Zeitpunkt, zu dem die
Tragmittel 15 eine zulässige Verschleissgrenze erreicht haben werden, rückschliessen zu
können.

Vorzugsweise wird ergänzend zu dem Überwachen des ersten Parameters auch ein zweiter Parameter überwacht. Dieser zweite Parameter kann ähnlich wie der erste Parameter mit dem Verschleisszustand der überwachten Komponente korrelieren. Es
5 kann jedoch bevorzugt sein, dass der zweite Parameter den Verschleisszustand sogar beeinflusst, d.h. aus ihm eine Aussage abgeleitet werden kann, in welcher Weise sich der Verschleisszustand mit der Zeit verändert.

Es sind viele verschiedene Kombinationen aus zu überwachenden ersten und zweiten
10 Parametern vorstellbar bzw. vorteilhaft. Dabei kann es zum Beispiel vorteilhaft sein, die beiden zu überwachenden Parameter abhängig voneinander auszuwählen. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, die Art und Weise, wie der erste Parameter überwacht bzw. ausgewertet wird, abhängig von einer Auswahl des zweiten Parameters und/oder abhängig von tatsächlichen zeitlichen Verläufen des zweiten Parameters zu treffen.

15 Beispielsweise kann als zweiter Parameter eine in dem Aufzugschacht 11 vorherrschende oder direkt an den Tragmitteln 15 vorherrschende Temperatur überwacht werden, beispielsweise mithilfe des Temperatursensors 47. Der Verschleisszustand der Tragmittel 15 kann dann in dem zuvor genannten Beispiel basierend auf dem Vergleich des
20 tatsächlichen Verlaufs der Länge der Tragmittel 15 und ergänzend auf dem tatsächlichen Verlauf der gemessenen Temperatur ermittelt werden. Dabei kann genutzt werden, dass sich eine über einen längeren Zeitraum vorherrschende Temperatur auf den sich in den Tragmitteln 15 einstellenden Verschleiss Einfluss hat und der Verschleiss sich wiederum in einer Längenänderung der Tragmittel 15 zeigen kann. Anhand des tatsächlichen
25 Verlaufs der Temperaturen kann in diesem Fall ein erwarteter zeitlicher Verlauf der Längenänderungen in den Tragmitteln 15 vorbestimmt werden.

Hierbei kann aus einer Mehrzahl möglicher vorbestimmter erwarteter zeitlicher Verläufe der Längenänderungen, die für verschiedene während eines Überwachungszeitraums
30 vorherrschende Temperaturen berechnet, simuliert, experimentell ermittelt oder an anderen Anlagen beobachtet wurden, derjenige erwartete zeitliche Verlauf der Längenänderungen zum Vergleichen mit dem tatsächlichen Verlauf der Längenänderungen herangezogen werden, der sich für den tatsächlichen zeitlichen Verlauf der Temperaturgegebenheiten ergeben hat.

Generell lassen sich Informationen über den aktuellen und/oder den zukünftigen Verschleisszustand von Komponenten der Tragmittelanordnung 5 insbesondere basierend auf erkannten Abweichungen des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten ersten Parameters von einem beispielsweise als linear anzunehmenden vorbestimmten erwarteten zeitlichen Verlauf dieses Parameters ermitteln. Auch Umkehrungen von Eigenschaften des tatsächlichen zeitlichen Verlaufs des überwachten Parameters oder Vorzeichenwechsel einer zweiten zeitlichen Ableitung des tatsächlichen Verlaufs des überwachten Parameters können einen guten Hinweis bzw. eine gute Datengrundlage zur Ermittlung des Verschleisszustands der überwachten Komponente bieten.

In einer speziellen Variante des vorgeschlagenen Verfahrens kann der erwartete zeitliche Verlauf des ersten Parameters basierend auf einer Vielzahl von Messwerten, die an verschiedenen anderen Aufzuganlagen 53 gemessen wurden, vorbestimmt werden. Hierzu kann die Überwachungseinrichtung 3 beispielsweise mit einem Server 55 kommunizieren, der solche Messwerte von den anderen Aufzuganlagen 53 erhalten und gegebenenfalls auswerten und/oder zwischenspeichern kann. Der Server 55 kann beispielsweise Teil einer Datenwolke (Cloud) sein und/oder in einem Kontrollzentrum angeordnet sein, welches eine Vielzahl von Aufzuganlagen 53 überwacht.

Abschliessend ist darauf hinzuweisen, dass Begriffe wie „aufweisend“, „umfassend“, etc. keine anderen Elemente oder Schritte ausschliessen und Begriffe wie „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschliessen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.