

5

Reinraumtaugliche Leitungsschutzführung für ESD-Schutzzonen

Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der
10 Leitungsführungseinrichtungen für Leitungen, bzw.
Versorgungsleitungen, wie z.B. Kabel zur Signal- oder
Stromversorgung oder pneumatische bzw. hydraulische Schläuche oder
dergleichen, die zwischen Anschlussstellen einer Maschine oder
Anlage dynamisch geführt werden sollen, wobei mindestens eine
15 Anschlussstelle relativ zur anderen beweglich ist.

Vorgeschlagen wird insbesondere eine dynamische
Leitungsführungseinrichtung bzw. Leitungsschutzführung, die
insbesondere zur Anwendung in Reinräumen geeignet ist,
beispielsweise in der Halbleiter- oder Flachbildschirm-
20 Herstellung, in pharmazeutischen Anlagen, in medizinischen
Geräten, usw. In derartigen Anwendungen ist das Freisetzen von
Partikeln durch die Leitungsführungseinrichtungen besonders
unerwünscht und muss weitestgehend minimiert werden.

Energieführungsketten sind typische Leitungsführungseinrichtungen
25 in Gliederbauweise, die jedoch abriebbedingt im Betrieb Partikel
freisetzen. Sogar wenn die Energieführungskette abriebarm
ausgeführt ist, setzen die geführten Leitungen selbst im Betrieb
Partikel frei, da diese beim Verfahren bewegen, biegen und
aneinander reiben. So geben z.B. die Ummantelungen der Kabel
30 selbst beim Verfahren auch Partikel an die Umgebung ab. Aus diesem
Grund ist es bekannt, die Leitungen staubdicht zu umhüllen.

Gattungsgemäße Leitungsschutzführungen, die auch für
Reinraumanwendung geeignet sind, umfassen eine längliche, flexible
Umhüllung, die reversibel bzw. hin- und hergehend zwischen einer
35 ersten Anschlussstelle und einer dazu relativbeweglichen zweiten

Anschlussstelle verfahrbar ist, wobei die Umhüllung beim Verfahren zwei Trume und einen Umlenkbogen zwischen den Trumen bilden kann. Dabei hat die vorgeschlagene Umhüllung zumindest eine Hülleinheit mit einer Anzahl rohrförmig ausgeprägter Aufnahmen, d.h. zumindest
5 eine Aufnahme, zur Führung mindestens einer Leitung, wobei jede Aufnahme sich kanalartig in einer Längsrichtung von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende der Hülleinheit bzw. der Umhüllung erstreckt.

Eine gattungsgemäße Leitungsschutzführung weist typisch, an
10 zumindest einem Ende oder jeweils an beiden Enden, eine Endbefestigungsvorrichtung zum endseitigen Anschluss der Leitungsschutzführung an eine Anschlussstelle auf. Die Endbefestigungsvorrichtung kann dabei optional auch zum endseitigen Verschließen der Umhüllung gegen Austritt von
15 Partikeln dienen.

Die Leitungsschutzführung kann durch zwei derartige Endbefestigungsvorrichtungen an den Anschlussstellen endseitig festgelegt bzw. angebracht sein.

Die Längserstreckung bezieht sich hier allgemein auf die
20 Längsrichtung der Leitungsschutzführung, die der Längserstreckung der zu führenden Leitungen entspricht.

Eine gattungsgemäße Leitungsschutzführung ist z.B. von der Anmelderin in WO 2020/148596 A1 vorgeschlagen worden.

Die bekannten Umhüllungen solcher Leitungsschutzführungen sind
25 typischerweise aus isolierenden Kunststoffen hergestellt.

Es wurde nunmehr festgestellt, dass es, z.B. durch die Bewegung der Trume relativ zueinander, im Betrieb zum elektrostatischen Aufladen der Umhüllung kommen kann. Im gesteigerten Maße ist das Problem für solche Leitungsschutzführungen relevant, die Lagen aus
30 zwei oder mehr übereinander angeordneter Umhüllungen umfassen, wobei es zum elektrostatischen Aufladen zwischen den Lagen bzw. Schichten kommen kann. Wegen durch große Potentialdifferenzen entstehenden Spannungsfeldern kann es dabei zu einer abrupten Entladung der akkumulierten Ladung kommen, was schädliche
35 Funkenbildung bzw. Entladungsbögen mit hohen Strömen verursachen

kann. Dies ist insbesondere in sensitiven bzw. elektrostatisch gefährdeten Bereichen (ESD-Schutzzonen) unerwünscht und unbedingt zu vermeiden. Ebendies ist bei vielen Anwendungen im Reinraum typisch der Fall, z.B. bei der Halbleiter- oder Flachbildschirm-
5 Herstellung.

Vor diesem Hintergrund bzw. der Erkenntnis der vorgenannten technischen Problemstellung liegt eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Leitungsschutzführung vorzuschlagen, welche die vorgenannten Nachteile zumindest
10 teilweise überwindet.

Die Erfindung geht aus von einer Leitungsschutzführung mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff aus Anspruch 1, wie z.B. aus WO 2020/148596 A1 bekannt.

Erfindungsgemäß wird bei einer gattungsgemäßen
15 Leitungsschutzführung vorgeschlagen, dass die mindestens eine Hülleinheit ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material umfasst, insbesondere zumindest teilweise oder auch vollständig aus einem leitfähigen bzw. ableitfähigen Material besteht, wodurch die Leitungsschutzführung zum Ableiten elektrostatischer Ladungen über
20 zumindest einen Teil ihrer Längserstreckung, insbesondere über die gesamte Länge, ausgebildet ist, um ein Verwenden der Leitungsschutzführung in ESD (Electrostatic Discharge, elektrostatische Entladung)-Schutzzonen zu ermöglichen.

Insbesondere kann die Leitungsschutzführung dadurch den
25 Anforderungen der Norm DIN EN 61340-5-1 (2017-07) entsprechen. Das leitfähige bzw. ableitfähige Material der mindestens einen Hülleinheit kann dabei insbesondere einen Oberflächenwiderstand zwischen 1×10^3 und 1×10^9 Ohm, insbesondere bei 23°C und 50% relativen Feuchte, aufweisen. Bevorzugt kann das leitfähige bzw.
30 ableitfähige Material einen Oberflächenwiderstand zwischen 1×10^3 und 1×10^6 Ohm, besonders bevorzugt zwischen 1×10^4 und 1×10^6 Ohm aufweisen. Die oben angegebenen Werte für den Oberflächenwiderstand werden insbesondere gemäß DIN EN 61340-5-1 (2017-07), insbesondere Abschnitt 5.2.2, bestimmt.

35 Erfindungsgemäß kann die gestellte Aufgabe bereits gelöst werden, indem dem typisch verwendeten Kunststoff zur Herstellung der

Umhüllung bzw. Hülleinheit, z.B. einem TPE, mindestens ein die Leitfähigkeit erhöhender Zusatzstoff hinzugefügt wird. Der Zusatzstoff kann dabei so gewählt werden, dass der resultierende Kunststoff der Umhüllung bzw. Hülleinheit weiterhin in
5 ausreichendem Masse die notwendigen Eigenschaften aufweist, insbesondere Elastizität bzw. Biegsamkeit für Dauerbiegewechselbeanspruchung aufweist und hinreichend abriebarm ausgeführt ist für eine Reinraumanwendung.

Wenn die erfindungsgemäße Leitungsschutzführung in
10 bestimmungsgemäßen Betriebsanordnung geerdet ist bzw. mit einem zur Erdung als Bezugspotential (PE) dienenden Potential in elektrischer Verbindung steht, speichert sie keine gefährliche elektrostatische Ladung. Die Erdung kann insbesondere durch
15 zumindest eine der Anschlussstellen, bspw. durch eine Endbefestigungsvorrichtung, realisiert sein, welche zum Anschluss der Leitungsschutzführung an ein bewegliches Maschinenteil oder einen Festpunkt vorgesehen ist. Dies ermöglicht ein Ableiten kritischer elektrostatischer Ladungen, die durch Bewegung der Leitungsschutzführung entstehen können. Dies kann sogar ausreichen
20 dahingehend, dass keine weitere Abschirmung von ESD-sensiblen Komponenten an dem von der Leitungsschutzführung versorgten Maschinen- bzw. Anlagenteil notwendig ist.

Die Leitungsschutzführung weist typisch zumindest eine Endbefestigungsvorrichtung zum endseitigen Anschluss der
25 Leitungsschutzführung an eine Anschlussstelle auf. Die zumindest eine Endbefestigungsvorrichtung kann ebenfalls ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material umfassen, der sich vom leitfähigen bzw. ableitfähigen Material der Hülleinheit unterscheiden kann oder aber mit diesem identisch sein.

30 Das leitfähige bzw. ableitfähige Material, das ein Teil der Endbefestigungsvorrichtung ist, kann im elektrischen Kontakt mit dem leitfähigen bzw. ableitfähigen Material der Hülleinheit stehen, vorzugsweise auch im direkten physischen bzw. mechanischen Kontakt, sodass die elektrostatische Ladung von der Oberfläche der
35 Umhüllung auf die Endbefestigungsvorrichtung geleitet werden kann. Die Endbefestigungsvorrichtung, insbesondere an der stationären Anschlussstelle, kann ihrerseits mit dem zur Erdung dienenden

Bezugspotential verbunden sein.

Die Endbefestigungsvorrichtung kann dabei vorzugsweise zugleich zum endseitigen Verschließen der Umhüllung gegen Austritt von Partikeln dienen bzw. genutzt werden.

- 5 Das leitfähige bzw. ableitfähige Material der Hülleinheit und/oder das leitfähige bzw. ableitfähige Material, das Teil der Endbefestigungsvorrichtung ist, ist vorzugsweise Kunststoffbasiert, bzw. besteht zum großen Teil aus Kunststoff, der durch Zugabe anderer Stoffe modifiziert ist, bspw. um seine
10 Leitfähigkeit anzupassen.

Das leitfähige bzw. ableitfähige Material der Hülleinheit und/oder das leitfähige bzw. ableitfähige Material, das Teil der Endbefestigungsvorrichtung ist, kann als Kunststoff ein Elastomer umfassen, insbesondere ein thermoplastisches Elastomer (TPE).

- 15 Die mindestens eine Hülleinheit, insbesondere jede Hülleinheit der Leitungsschutzführung, kann über ihre gesamte Längserstreckung, d.h. von ihrem einem Ende zu ihrem anderen Ende, ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material umfassen. Hierbei kann die Hülleinheit insbesondere aus einer über die gesamte Längserstreckung
20 gleichbleibenden Materialzusammensetzung bestehen, welche bevorzugt überwiegend aus einem thermoplastischen Elastomer (TPE) besteht.

- Die Hülleinheit kann aus einem ersten leitfähigen bzw. ableitfähigen Material bestehen. Mindestens eine Komponente der
25 Endbefestigungsvorrichtung kann aus einem davon verschiedenen zweiten leitfähigen bzw. ableitfähigen Material bestehen. Der Begriff Material wird vorliegend insbesondere aber nicht zwingend synonym zum Begriff Materialzusammensetzung, insbesondere einer Kunststoff-Zusammensetzung mit Zusatzstoffen, verstanden.

- 30 Das leitfähige bzw. ableitfähige Material der Hülleinheit (erstes Material) und/oder das leitfähige bzw. ableitfähige Material, das Teil der Endbefestigungsvorrichtung ist (zweites Material), kann ein Kunststoff mit zumindest einem Zusatzstoff zum Erhöhen der Leitfähigkeit sein. Als Zusatzstoffe kommen z.B. metallische
35 Partikel oder Carbon-Partikel, Fasern o.ä., in Frage. Als

Zusatzstoff kommt insbesondere Industrieruß (Englisch: Carbon Black), z.B. nach CAS-Nr.: 1333-86-4, in Betracht. Dies ist gezielt als Industrie-Grundstoff hergestellter Ruß. Industrieruß ist zweckbedingt eine Modifikation des Kohlenstoffs mit hohem Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis und wird vor allem als Füllstoff und als Schwarzpigment verwendet, erhöht jedoch auch nachweislich die Leitfähigkeit. Bevorzugt wird Industrieruß, das zu mindestens 85%, vorzugsweise mindestens 90 %, aus Kohlenstoff besteht.

Das leitfähige bzw. ableitfähige Material der Hülleinheit und/oder das leitfähige bzw. ableitfähige Material, das Teil der Endbefestigungsvorrichtung ist, kann alternativ oder ergänzend auch ein durch Salze zum Erhöhen der Leitfähigkeit modifizierter Kunststoff sein.

Der Kunststoff der Hülleinheit weist, einschließlich aller Zusatzstoffe, vorzugsweise eine Shore Härte im Bereich von 20 Shore A bis 65 Shore D, insbesondere im Bereich von 50 Shore A bis 100 Shore A, auf. Demgegenüber können die Kunststoffe die in der Endbefestigungsvorrichtung verwendet werden eine höhere Härte aufweisen als die Härte der Hülleinheit.

Die mindestens eine oder jede Hülleinheit kann insbesondere einteilig bzw. einstückig ausgeführt sein (Engl.: made in one piece). Die Hülleinheit kann dabei zwei oder mehr rohrförmiger Aufnahmen bilden, oder aber nur eine rohrförmige Aufnahme.

Die Hülleinheit kann insbesondere in Extrusionstechnik hergestellt werden, jedenfalls aber bevorzugt aus einer für ESD-Schutz hinreichend (ab)leitfähigen Kunststoffzusammensetzung hergestellt sein.

Die Umhüllung kann eine oder mehrere Hülleinheiten umfassen, die nebeneinander in einer Ebene oder vertikal übereinander angeordnet sein. Die mehreren Hülleinheiten können dieselbe Endbefestigungsvorrichtung teilen bzw. durch dieselbe Endbefestigungsvorrichtung befestigt sein.

Die mindestens eine Hülleinheit kann umfänglich, d.h. um eine Achse, die in die Längsrichtung verläuft, geschlossen sein. Die mindestens eine Hülleinheit kann umfänglich geschlossen

hergestellt sein, sodass die zu führenden Leitungen nur in die Längsrichtung entnommen oder eingeführt werden können.

Die mindestens eine Hülleinheit kann aber bevorzugt geöffnet und geschlossen werden, insbesondere mittels einer Verschlussleiste
5 bzw. Verschlussprofile umfänglich geschlossen werden, bspw. nach einem seitlichen Einführen der zu führenden Leitung. Der Verschluss kann wieder offenbar und wieder verschließbar ausgeführt sein.

Vorzugsweise sind sämtliche Hülleinheiten der Umhüllung umfänglich
10 geschlossen, entweder offenbar oder nicht offenbar.

Die mindestens eine Hülleinheit kann insbesondere zwei mit der Hülleinheit einteilige Verschlussprofile aufweisen, die als Verschluss zum Schließen mindestens einer Aufnahme zusammenwirken, insbesondere ineinandergreifend zusammenwirken.

15 Der Verschluss kann insbesondere form- und/oder kraftschlüssig schließbar sein. Der hinzugefügte Zusatzstoff zum Erhöhen der Leitfähigkeit kann hierbei ggf. vorteilhaft die mechanischen Eigenschaften des Verschlusses verbessern, u.a. durch leicht erhöhte Steifigkeit.

20 Die Hülleinheit kann mehrere Aufnahmen aufweisen, wobei zumindest einige der Aufnahmen, vorzugsweise jede der Aufnahmen, einen zugeordneten eigenen Verschluss aufweisen können. Die jeweilige Aufnahme kann eigene Verschlussprofile aufweisen, die zum Schließen dieser Aufnahme zusammenwirken. Dadurch können
25 verschiedene Aufnahmen einer Hülleinheit unabhängig voneinander befüllt werden. Somit kann die jeweilige Aufnahme wahlweise und einzeln für einen seitlichen Zugang geöffnet und wieder verschlossen werden.

Die Verschlussprofile weisen vorzugsweise einen in die
30 Längsrichtung durchgehend gleichen Querschnitt auf. Dadurch können sie bspw. als Extrusionsprofil herstellbar sein.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform können die ineinandergreifenden Verschlussprofile ein Hakenprofil und ein Klauenprofil umfassen, welche vorzugsweise mit Widerhakenfunktion

zusammenwirken. Die Verschlussprofile können hierbei seitlich in der Richtung der Umlenkachse zwischen den Hülleinheiten vorgesehen sein, oder alternativ radial innen bzw. außen bezüglich der Umlenkachse an den Hülleinheiten vorgesehen sein.

- 5 In einer weiteren Ausführungsform kann die mindestens eine Hülleinheit zwei beidseitig gegenüberliegende, mit der Hülleinheit einteilige Befestigungsbänder bzw. Befestigungsprofile aufweisen, mittels welcher die Hülleinheit mit einer weiteren Hülleinheit verbindbar ist. Durch die Befestigungsbänder bzw.
- 10 Befestigungsprofile können zwei oder mehr Hülleinheiten in einer Ebene seitlich nebeneinander verbunden werden. Die Befestigungsbänder können zwecks unmittelbarer Zusammenwirkung zueinander passend, z.B. konjugiert bzw. formschlüssig ineinandergreifend, ausgeführt sein. Sie können auch mit einer
- 15 separaten Befestigungsleiste zusammenwirken, welche zur Befestigung der Hülleinheiten miteinander verwendet wird.

- Die zumindest eine oder jede Aufnahme kann in einer bevorzugten Ausführungsform, zur Reduzierung von Verformung im Umlenkbogen, einen langrunden oder ovalen, insbesondere spitzovalen,
- 20 Querschnitt (senkrecht zur Längsrichtung) aufweisen.

Wenn die eine bzw. alle Aufnahmen der Hülleinheit einen ovalen Querschnitt haben, sind die Befestigungsbänder vorzugsweise an den Schmalseiten der der Aufnahme/n angeordnet.

- In einer Ausführungsform ist in einer Aufnahme der mindestens
- 25 einen Hülleinheit eine Stützkette, insbesondere aus einzelnen Kettengliedern, zum Stützen der Umhüllung beim Verfahren vorgesehen, welche ausgeführt ist, um einen Umlenkradius des Umlenkbogens vorzugeben und/oder ein freitragendes Trum in Strecklage zu stützen.
- 30 Bevorzugt sind in mindestens einer Lage bzw. Schicht zwei Stützkette angeordnet, z.B. in jeweils einer seitlich äußeren Aufnahme. Vorzugsweise umfasst die Leitungsschutzführung somit zwei Stützketten, insbesondere jeweils eine in seitlichen Aufnahmen der Umhüllung. Die Stützkette kann dabei ein Durchhängen
- 35 der Umhüllung reduzieren oder sogar verhindern was insbesondere bei zwei oder mehreren Schichten der Hülleinheiten, die

übereinander angeordnet sein können vorteilhaft ist. Dies minimiert ein Reiben zwischen den Schichten, welches zum Vermindern elektrostatischer Aufladung der Umhüllung beitragen kann.

- 5 In einer Ausführungsform kann die Endbefestigungsvorrichtung eine Anzahl Zugentlastungselemente mit jeweils einer Klemmfläche für eine oder mehrere Leitungen aufweisen, wobei zumindest ein Zugentlastungselement der Anzahl Zugentlastungselemente ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material zum Ableiten
- 10 elektrostatischer Ladungen umfasst. Das Zugentlastungselement kann ein Volumenwiderstand von kleiner gleich $1 \times 10^9 \text{ Ohm} \times \text{cm}$ aufweisen, insbesondere gemessen nach DIN EN 61340-5-1 (2017-07). In dieser Ausführungsform ist somit das Zugentlastungselement ein Teil der Endbefestigungsvorrichtung, das ein leitfähiges bzw.
- 15 ableitfähiges Material, insbesondere zweites leitfähiges bzw. ableitfähiges Material, aufweist.

- Alternativ oder ergänzend kann die Endbefestigungsvorrichtung eine Anzahl Halteelemente jeweils für mindestens eine Stützkette
- 20 aufweisen, wobei mindestens ein Halteelement der Anzahl Halteelemente ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material zum Ableiten elektrostatischer Ladungen umfasst. Hierbei kann es sich um ein vom ersten und/oder zweiten Material verschiedenes drittes leitfähiges bzw. ableitfähiges Material handeln. Das Halteelement
- 25 kann zum Halten eines, insbesondere endseitigen, Kettenglieds der Stützkette gegen Verschiebung in die Längsrichtung relativ zu der Endbefestigungsvorrichtung ausgebildet sein und dazu insbesondere eine Haltevertiefung zum Aufnehmen eines in die Querrichtung quer zur Längsrichtung vorstehenden Arretier-Vorsprungs des
- 30 Kettenglieds, insbesondere des Endglieds der Stützkette aufweisen.

- Das leitfähige bzw. ableitfähige Material des Zugentlastungselements kann sich vom leitfähigen bzw. ableitfähigen Material der Hülleinheit und/oder vom leitfähigen
- 35 bzw. ableitfähigen Material des Halteelements unterscheiden. Somit kann die Leitungsschutzführung insgesamt mehrere verschiedene leitfähige bzw. ableitfähige Materiale umfassen: die zumindest eine Hülleinheit kann ein erstes leitfähiges bzw. ableitfähiges

Material umfassen. Das zumindest eine Zugentlastungselement der Endbefestigungsvorrichtung kann ein zweites leitfähiges bzw. ableitfähiges Material umfassen. Das zumindest eine Halteelement der Endbefestigungsvorrichtung kann ein drittes leitfähiges bzw. ableitfähiges Material umfassen. Das erste, zweite und/oder dritte Material können sich bspw. in Shore Härte oder in Biegesteifigkeit oder in Elastizitätsmodul unterscheiden. Das Material der Hülleinheit kann bspw. weichelastischer bzw. biegeelastischer sein als das Material des Zugentlastungselements und insbesondere des Halteelements.

Das erste, zweite und/oder dritte leitfähige bzw. ableitfähige Material wirken dabei insbesondere zur Ableitung elektrostatischer Aufladung zusammen und bilden einen hinreichend leitfähigen Pfad zur Ableitung zum Bezugspotential. In einer Ausführungsform können auch zumindest zwei der drei verwendeten Materiale hinsichtlich ihrer Zusammensetzung gleich bzw. im Wesentlichen gleich sein.

Die Endbefestigungsvorrichtung umfasst vorzugsweise mindestens zwei Klemmplatten mit Hauptflächen zum Ausüben einer Klemmkraft, insbesondere mindestens zwei flache Klemmplatten. Die Klemmkraft kann durch Klemmmittel wie Klemmschrauben, Klemmklammer, Schnellspanner o.ä. erzeugt werden. In einer Ausführungsform sind die Klemmplatten jeweils aus einem elektrisch leitfähigen Material, bevorzugt aus Metall, besonders bevorzugt aus Aluminium hergestellt. Die Endbefestigungsvorrichtung, insbesondere die Klemmplatten, können geerdet sein d.h. elektrisch direkt oder indirekt (ggf. über Zugentlastungselemente und/oder Halteelemente usw.) mit dem Bezugspotential verbunden, um Ableiten der elektrostatischen Ladungen von der Umhüllung zur Erde zu gewährleisten. Die Klemmplatten können insbesondere durch geeignete Befestigung, z.B. Verschraubung, eine Klemmkraft auf Hülleinheit(en), Zugentlastungselemente und/oder Halteelemente ausüben um den direkten physischen bzw. mechanischen Kontakt zwecks elektrischer Kontaktierung zu gewährleisten.

Die Anzahl Zugentlastungselemente ist vorzugsweise zwischen den einander zugewandten Hauptflächen der Klemmplatten angeordnet, zum Übertragen der Klemmkraft von den Klemmplatten auf die zumindest eine Leitung, vorzugsweise wobei die Anzahl Zugentlastungselemente

und/oder die Anzahl Halteelemente lösbar durch Formschluss mit zumindest einen der Klemmplatten zusammenwirken. Das erlaubt eine schnelle Montage der Endbefestigungsvorrichtung, wobei beim Entfernen von Klemmkraft verursachenden Mittel wie Klemmschrauben, Klemmklammer, Schnellspanner o.ä. die Zugentlastungselemente bzw. die Halteelemente mit einer der Klemmplatten verbunden bleiben.

In einer besonders für Reinraum vorteilhaften Ausführungsform kann die Endbefestigungsvorrichtung zum endseitigen Verschließen der Umhüllung gegen Austritt von Partikeln d.h. den Austritt technisch minimierend ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Endbefestigungsvorrichtung zumindest einige der Aufnahmen der Hülleinheit endseitig gegen Austritt von Partikeln aus diesen Aufnahmen in die Längsrichtung schließen, bspw. durch Anpressen der Umhüllung an die durchzuführenden Leitungen. In dieser Ausführungsform treten auch an den stirnseitigen Enden der Umhüllung nur in minimalem Ausmaß oder keine Partikel aus.

In vorteilhafter Ausführungsform hat die Leitungsschutzführung an beiden Enden bzw. beidseitig jeweils eine Endbefestigungsvorrichtung für die Umhüllung. Mindestens eine Endbefestigungsvorrichtung ist dabei bevorzugt mit dem zur Erdung dienenden Bezugspotential verbunden, bevorzugt sind beide Endbefestigungsvorrichtung elektrisch geerdet, sodass ein kürzest möglicher Ableitpfad über jeweils etwa maximal die halbe Länge der Hülleinheit(en) erzielt wird. Beide Endbefestigungsvorrichtungen haben bevorzugt eine baugleiche Ausführung, wie oben beschrieben, insbesondere mit ableitfähigen Zugentlastungselementen und/oder Halteelementen.

Gemäß einem weiteren unabhängigen Aspekt betrifft die Erfindung auch eine Hülleinheit für eine Leitungsschutzführung gemäß dem unabhängigen Anspruch 16.

Die vorgeschlagene Hülleinheit ist insbesondere für eine Leitungsschutzführung nach einer der vorstehenden Ausführungsformen geeignet. Die vorgeschlagene Hülleinheit hat mindestens eine rohrförmige Aufnahme zur Führung mindestens einer Leitung, wobei die Aufnahme sich kanalartig in einer Längsrichtung von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende erstreckt.

Erfindungsgemäß ist die Hülleinheit zum Ableiten elektrostatischer Ladungen ausgebildet ist und umfasst ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material. Dies ermöglicht ein Verwenden, insbesondere der Leitungsschutzführung, in ESD-Schutzzonen.

- 5 Das leitfähige bzw. ableitfähige Material kann bspw. ein durch Salze zum Erhöhen der Leitfähigkeit modifizierter Kunststoff sein.

Hierbei kann die Hülleinheit vorteilhaft so ausgeführt sein, dass diese eines oder mehrere der weiter oben erläuterten weiterbildenden Merkmale der Hülleinheit an sich aufweist.

- 10 Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung lassen sich, ohne Beschränkung der Allgemeinheit des Vorstehenden, der nachfolgenden Erläuterung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der beigefügten Zeichnungen entnehmen. Hierbei zeigen:

- FIG.1A-1D: in Perspektivansicht eine Leitungsschutzführung für
15 Reinraumanwendungen, hier mit zwei Umhüllungen, in einer rein beispielhaften Betriebsposition mit einem gestreckten freitragenden Obertrum, einem gestreckten ruhenden Untertrum und einem Umlenkbogen dazwischen (1A); ein Beispiel einer Hülleinheit mit umfänglich
20 verschlossenen Aufnahmen in einem Querschnitt quer zur Längsrichtung (FIG.1B); ein Fragment einer Hülleinheit mit umfänglich verschlossenen Aufnahmen in Perspektivansicht (FIG. 1C); und ein Fragment einer Stützkette in Längsschnitt (FIG. 1D);

- 25 FIG.2A-2D: ein Beispiel einer Endbefestigungsvorrichtung für eine Leitungsschutzführung gemäß FIG.1A in Seitenansicht (FIG. 2A) und in Perspektivansicht (FIG.2B); ein Beispiel eines Endglieds einer Stützkette in Draufsicht (FIG. 2C); und ein Beispiel eines Halteelements der
30 Endbefestigungsvorrichtung für das Endglied der Stützkette (FIG.2D) in Perspektivansicht;

- FIG.3A-3C: ein weiteres Beispiel einer Hülleinheit, welche mehrere Aufnahmen aufweist, die einzeln verschließbar und
35 offenbar sind, in Frontansicht (FIG. 3A); dasselbe Beispiel mit eingefügten Leitungen (FIG. 3B); sowie

eine vergrößerte Darstellung bevorzugter zugehöriger Verschlussprofile (FIG. 3C).

FIG.1A zeigt eine beispielhafte Leitungsschutzführung 1, die Versorgungsleitungen 3 führt, zwischen einer feststehenden Anschlussstelle 2 an einer Basis und einer beweglichen Anschlussstelle 4 an einem beweglichen Mitnehmer. Der Mitnehmer ist nicht näher gezeigt und typisch linear entlang der Längsrichtung L hin- und her verfahrbar. Die Versorgungsleitungen 3 sind Kabel, Schläuche oder dgl. und versorgen den beweglichen Teil einer Maschine bspw. mit Strom, Signalen und/oder Betriebsmedien. Die Leitungsschutzführung 1 ist insbesondere für Reinräume oder andere Anwendungsgebiete, in welchen ein Freisetzen von Partikeln verringert bzw. vermieden werden soll, geeignet und bestimmt. Hierzu weist sie eine in Längsrichtung L erstreckte, flexible Umhüllung 8 auf, die in gezeigtem Beispiel zwei vertikal übereinander angeordnete Hülleinheiten 101 umfasst, welche die Versorgungsleitungen 3 entlang deren gesamten Länge zwischen den Anschlussstellen 2 und 4 staubdicht umschließen. Die Enden jeder Hülleinheit 101 und der Leitungen 3 sind, z.B. mit Endbefestigungsvorrichtungen 111 bzw. Endanschlüssen, endseitig an den Anschlussstellen 2, 4 befestigt. Hier ist die Leitungsschutzführung 1 and den Anschlussstellen 2, 4 geerdet bzw. mit der Erde elektrisch verbunden, bspw. durch die Endbefestigungsvorrichtungen 111. Dies dient dem Entladen etwaiger elektrostatischer Ladungen, die durch Bewegen der Leitungsschutzführung 1, insbesondere der doppelagigen Umhüllung 8, entstehen können. Die verhindert plötzliche Entladungen und Funkenbildung, die insbesondere in ESD-Schutzbereichen unerwünscht ist. Zur ESD-Tauglichkeit der Leitungsschutzführung trägt vor allem die Wahl des leitfähigen bzw. ableitfähigen Materials der Umhüllung 8 und der Bauteile der Endbefestigungsvorrichtung 111 bei, wie weiter unten beschrieben ist.

FIG.1A zeigt eine Momentaufnahme der Leitungsschutzführung 1, wobei die Umhüllung 8 einen freitragenden, gestreckten Obertrum 5, einen ggf. auf einer Auflage liegenden Untertrum 6 und einen Umlenkbogen 7 bildet. Der Umlenkbogen 7 hat einen vorgegebenen Biegeradius bzw. Umlenkradius um eine gedachte Umlenkachse U, die

in die Querrichtung Q senkrecht zur Längsrichtung L und senkrecht zur Höhenrichtung H verläuft. Im Betrieb verfährt der Umlenkbogen 7 relativ zur feststehenden Anschlussstelle 2 hin- und her, wenn der Obertrum 5 mit der beweglichen Anschlussstelle 4 in
5 Längsrichtung L hin- oder zurückfährt.

FIG.1B zeigt rein beispielhaft eine mögliche Innenaufteilung zu einer der beiden Hülleinheiten 101 in einem Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung L. Die einteilige Hülleinheit 101 bildet mehrere
10 Kanäle als Aufnahmen 102. In FIG. 1B hat die Hülleinheit 101 beispielhaft fünf kanalartige bzw. rohrförmige Aufnahmen 102 für eine oder mehrere Versorgungsleitungen 3 bzw. Leitungsbündel sowie zwei Stützketten 9 in den äußeren Aufnahmen, welche den Radius des Umlenkbogens 7 vorgeben und eine freitragende Länge des
15 ausgefahrenen Obertrums 5 stützen. FIG. 1C zeigt ein weiteres Beispiel einer Hülleinheit mit drei Aufnahmen 102. FIG. 1D zeigt beispielhaft ein Fragment einer Stützkette 9, die aus einzelnen ineinander gesteckten Kettenliedern zusammengesetzt ist. Die jeweiligen benachbarten Kettenglieder sind schwenkbar miteinander
20 verbunden, wobei der möglicher Schwenkwinkel durch Anschläge der Kettenglieder begrenzt ist. Dadurch kann der vorgegebene Umlenkradius nicht unterschritten werden und die Leitungen sind vor Überbiegen bzw. Knicken geschützt.

Die Hülleinheit 101 weist entlang ihrer schmalen Längsseiten
25 jeweils ein Befestigungsband 122A, 122B auf, wobei die beiden Befestigungsbänder 122A, 122B komplementär zueinander ausgeführt sind und miteinander in eine Fügerichtung, die der Querrichtung Q entspricht, verbindbar sind. Dadurch kann die Hülleinheit 101 mit weiteren Hülleinheiten mit passenden Befestigungsbändern oder mit
30 einer identischen Hülleinheit verbunden werden. Dadurch kann die Umhüllung 8 in die Querrichtung Q ergänzt werden.

Die Umhüllung 8 bzw. die Hülleinheit 101 ist aus einem biegsamen weichelastischen Kunststoff, insbesondere einem Elastomer, vorzugsweise einem thermoplastischen Elastomer hergestellt, das
35 Zusatzstoffe zum Erhöhen dessen Leitfähigkeit umfasst. Das Material der Umhüllung ist ableitungsfähig und ist so ausgewählt, dass es den Anforderungen der Norm DIN EN 61340-5-1 (2017-07) für ESD-Schutzräume entspricht und unter den relevanten

bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen einen Oberflächenwiderstand zwischen 1×10^4 und 1×10^6 Ohm hat. In einem Ausführungsbeispiel ist dies dadurch erreicht, dass das Material ein thermoplastisches Elastomer (TPE), bspw. thermoplastisches Polyurethan (TPU)
5 Elastomer, welches dispergierte Rußpartikel umfasst.

In einem anderem Ausführungsbeispiel ist das Material ein TPE, welches dispergierte Aluminiumpartikeln umfasst.

In einem anderem Ausführungsbeispiel ist das Material ein TPE, das durch Salze, dies Dotierstoffe (Engl.: doping agents) für
10 Polymere, insbesondere Elastomere, zum Erhöhen der Leitfähigkeit modifiziert bzw. geeignet ist. Solche Salze erscheinen besonders gut für Reinräume geeignet, weil sie ggf. abriebärmer einstellbar sind, als mit Ruß o.ä. modifizierte Kunststoffe. Als Salze eignen sich bspw. Lithium-Salze, bspw. Lithiumperchlorat,
15 Lithiumtrifluormethansulfonat, und Lithiumhexafluorphosphat; Tetraalkylammonium-Salze, bspw. Tetraethylammoniumtetrafluorborat, Tetraethylammoniumchlorid; organisch Salze wie Tetracyanoquinodimethan (TCNQ) und Derivate, aber auch Natriumchlorid, Natriumjodid und Kaliumjodid. Der
20 Kunststoff in anderen Ausführungsbeispielen kann thermoplastischer Gummi (Engl.: thermoplastic rubber, TPR), bzw. ein Elastoplast sein, der mit Carbon-Nanofasern oder Carbon-Nanopartikeln modifiziert ist, um die gewünschte Leitfähigkeit einzustellen.

Es ist auch möglich als Material ein TPE einzusetzen, das eine
25 Kombination aus verschiedenen leitfähigkeitserhöhenden Zusatzstoffen umfasst, z.B. mit zwei der vorgenannten Zusatzstoffe, z.B. mit Rußpartikeln, Aluminiumpartikeln und/oder einem der genannten Dotierstoffe bzw. Salze.

Die Hülleinheit 101 hat über ihre Länge einen durchgehend
30 gleichbleibenden Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung L. Die Hülleinheit 101 kann preiswert als Strangware in geeigneter Kunststoff-Extrusionstechnik hergestellt und auf eine geeignete Länge, z.B. von ca. 100mm bis ca. 1500mm, abgelängt werden. Alle Aufnahmen 102 innerhalb der Hülleinheit 101 sind räumlich
35 voneinander getrennt, umfänglich geschlossen hergestellt und liegen in Querrichtung Q nebeneinander. Die Hülleinheit 101 umgibt

die Leitungen 3 bzw. Stützketten 9 über die Längserstreckung staubdicht und vermeidet somit das Austreten von Partikeln, die bspw. durch Abrieb oder Abnutzung entstehen.

FIG.3A-3C zeigen ein besonders bevorzugtes weiteres Beispiel einer Hülleinheit 301. Die Hülleinheit 301 ist auch hier aus flexiblem biegsamen Kunststoff hergestellt, vorzugsweise extrudiert und hat mehrere, z.B. drei Aufnahmen 102 für Leitungen 3 im geschlossenen Zustand (FIG.3B). Dabei hat die Hülleinheit 301 für jede Aufnahme 102 einen jeweils eigenen Verschluss, hier insbesondere als bandartige Verschlussleiste mit zwei konjugiert ineinandergreifenden Verschlussprofilen 311 bzw. Eingriffsprofilen, nämlich einem Hakenprofil 311A, das in ein Klauenprofil 311B eingreifen kann. Das Hakenprofil 311A und das Klauenprofil 311B sind jeweils mit mindestens einer Hinterschneidung, vorzugsweise zwei symmetrischen Hinterschneidungen versehen und greifen mit Widerhaken-Funktion ineinander, d.h. sind relativ leicht zu schließen bzw. verbinden aber nur mit deutlich höherem Kraftaufwand zu lösen.

In anderen nicht gezeigten Ausführungsformen sind einige Aufnahmen 102 einer Hülleinheit umfänglich geschlossen hergestellt, z.B. die Aufnahmen für die Stützketten, und die anderen Aufnahmen 102 derselben Hülleinheit mit Verschlussprofilen 311 zum Öffnen und Schließen versehen sind.

Weiterhin hat die Hülleinheit 301 an beiden gegenüberliegenden Schmalseiten ebenfalls jeweils eine Befestigungsband bzw. Befestigungsprofil 122A, 122B zur modularen Befestigung mehrerer Hülleinheiten 301 mit entsprechend baugleichen bzw. komplementären Befestigungsprofilen in einer Lage. Die Befestigungsbänder bzw. -profile 122A, 122B sind hier ebenfalls als Klauenprofil 311B bzw. Hakenprofil 311A ähnlich oder baugleich den Verschlussprofilen 311 ausgeführt.

FIG.3C zeigt schematische vergrößerte Querschnittsdarstellungen des Hakenprofils 311A bzw. des Klauenprofils 311B, welche baugleich für die Verschlussprofile 311 sowie für Befestigungsprofile 122A, 122 verwendbar sind. Das Hakenprofil 311A und das Klauenprofil 311B haben in Längsrichtung (senkrecht

zur Ebene der FIG.3C) durchgehend gleichbleibenden Querschnitt und sind als flexible Streifen bzw. Bänder ausgeführt, die im Umlenkbogen 7 (FIG.1A) um die Achse U biegsam sind. Auch andere Bauformen eines Hakenprofils 311A bzw. eines Klauenprofils 311B insbesondere wie bei zahnlosen Reißverschlüssen, insbesondere 5 Zieh-, Gleit- oder Druckverschlüssen, aus Kunststoff bekannt kommen in Betracht.

FIG.2A-2B zeigen ein besonders bevorzugtes Beispiel einer Endbefestigungsvorrichtung 211. Die Endbefestigungsvorrichtung 211 10 ist an beiden Enden der Leitungsschutzführung 1 verwendbar. Sie hat eine Anzahl baugleicher Klemmplatten 210, die in FIG.2A-2B als im Wesentlichen flache rechteckige Platten aus Metall, z.B. aus einem Aluminium-Extrusionsprofil hergestellt sind. Die Klemmplatten 210 bilden an jeder Hauptseite eine Hauptfläche 222 15 zum Ausüben einer Klemmkraft und sind mit ihrer Hauptrichtung, die der Längserstreckung der Klemmplatte 210 bzw. der Querrichtung Q der Leitungsschutzführung entspricht, senkrecht zur Längsrichtung L der Umhüllung 8 (vgl. FIG.1A) angeordnet. Alle Klemmplatten 210 sind baugleich und haben zwei lange Schmalseiten 223, die sich in 20 der Querrichtung Q erstrecken und quer zu welchen die Leitungen 3 durchgeführt werden, und zwei kurze Schmalseiten.

Die Endbefestigungsvorrichtung 211 in FIG.2A-2B ist mehrlagig aufgebaut, für mehrere Hülleinheiten 101, 201 übereinander, und umfasst in jeder Lage eine Anzahl modularer Zugentlastungselemente 25 230 unterschiedlicher Bauart. In jeder von hier beispielhaft vier Lagen liegen sich jeweils paarweise identische Zugentlastungselemente 230 zwischen zwei Klemmplatten 210 gegenüber. Die Zugentlastungselemente 230 sind blockartig ausgebildet und weisen in diesem Beispiel an einer Hauptseite eine 30 Mulde auf, die in die Längsrichtung L beidseitig offen ist. Zwei dazugehörige Zugentlastungselemente 230 formen in einander bzgl. der Höhenrichtung H gegenüberliegenden Betriebsanordnung (FIG. 2B) dadurch eine allgemeinzyindrische Ausnehmung mit einer Klemmfläche 232 zum kraftschlüssigen Halten einer oder mehrerer 35 Leitungen 3 (vgl. FIG.1B) in der jeweiligen kanalartigen Aufnahme 102 mitsamt der Hülleinheit 101. Die Zugentlastungselemente 230 sind modular und zur aneinander gereihten und gegenüberliegenden Anordnung zwischen zugewandten Hauptflächen 222 der Klemmplatten

210 gestaltet, in bestimmungsgemäßen Betriebsanordnung pressen sie an die Enden der Umhüllung 8 an die Leitungen 3 an und verhindern, dass Partikel aus der Umhüllung 8 im Bereich der Endbefestigungsvorrichtung in die Längsrichtung L entweichen können. Auch dadurch ist die Leitungsschutzführung 1 zum Verwenden in Reinräumen geeignet.

Die Zugentlastungselemente 230 sind somit an das ableitende Material der Umhüllung 8 bzw. der Hülleinheit 101, 301 durch die Klemmplatten 210 angepresst und stehen auch im elektrischen Kontakt mit dem ableitenden Material der Hülleinheit 101, 301 und mit dem leitenden Material der jeweiligen Klemmplatte 210, d.h. mit Metall der Klemmplatte 210. Die jeweilige Endbefestigungsvorrichtung 111, 211 ist mit der Erde elektrisch verbunden (vgl. FI. 1A), bspw. durch die Erdung der Klemmplatten. Die Zugentlastungselemente 230 sind aus einem leitfähigen bzw. ableitfähigen thermoplastischen Elastomer (TPE) in Spritzgusstechnik hergestellt, der durch Zugabe von Carbon-Partikeln, bspw. Carbon-Nanopartikeln, Carbonfasern, Siliziumpulver oder Aluminiumpulver bzw. Fasern auf die vorgeschriebene Leitfähigkeit für leitfähige bzw. ableitfähige Materialien für ESD-Schutzonen nach DIN EN 61340-5-1 (2017-07) eingestellt ist. Der spezifische Widerstand des Materials ist 1×10^4 bis $1 \times 10^6 \text{ Ohm} \times \text{m}$. Der Durchgangswiderstand eines Zugentlastungselements 230 ist vorzugsweise kleiner gleich $1 \times 10^6 \text{ Ohm}$. Das Material der Zugentlastungselemente 230 unterscheidet sich vom Material der Hülleinheit durch eine höhere Biegesteifigkeit. Die elektrostatischen Ladungen, die durch Bewegung der Umhüllung 8 entstehen, werden durch das ableitfähige Material der Hülleinheiten 101, 301, über die Zugentlastungselemente 230 und über die metallischen Klemmplatten 210 zum Erdungspunkt übertragen. Der elektrische Widerstand der Leitungsschutzführung zum Erdungspunkt ist $\leq 1 \times 10^9 \text{ Ohm}$.

Wie FIG.2C-2D zeigen, sind an dem jeweiligen endseitigen Kettenglied bzw. Endglied 29 der Stützkette 9 jeweils zwei voneinander abgewandte Arretier-Vorsprünge 270 vorgesehen, die jeweils seitlich, in Richtung im Wesentlichen parallel zur Querrichtung Q an der jeweiligen der äußeren Seitenfläche des Endglieds 29 vorstehen. Zum Arretieren der jeweiligen Stützkette 9

in Längsrichtung L sind an den Klemmplatten 210 jeweils ein Paar baugleicher, gegenüberliegender Kettenglied-Halteelemente 233 vorgesehen, and beiden Endbefestigungsvorrichtungen 111; 211, vgl. FIG.1A bzw. FIG.2B.

- 5 Die Kettenglied-Halteelemente 233 sind in FIG.2D näher gezeigt und haben jeweils zwei seitlich und in Querrichtung gegenüberliegende Halte-Vertiefungen 234, die als halbzylindrische Mulden ausgeführt sind um jeweils in etwa eine Hälfte des Querschnitts eines der
- 10 Arretier-Vorsprünge 270 formschlüssig aufzunehmen. So können zum endseitigen Befestigen der Stützkette 9 anhand ihrer Endglieder 29 jeweils an beiden Endbefestigungsvorrichtungen jeweils paarweise zwei Kettenglied-Halteelemente 233 als Gleichteile genutzt werden. Die beiden seitlichen Arretier-Vorsprünge 270 an jedem Endglied 29 greifen zum Arretieren jeweils in die entsprechende Halte-
- 15 Vertiefung 234 im zugeordneten Kettenglied-Halteelement 233 ein, zum Arretieren der Stützkette 9 in Längsrichtung L.

Das jeweilige Halteelement 233 kann ebenfalls aus einem leitfähigen bzw. ableitfähigen Thermoplast hergestellt sein, dass durch leitende Zusatzstoffe modifiziert ist. Das Material der

20 Halteelemente unterscheidet sich vom Material der Hülleinheit 101; 301 und vom Material der Zugentlastungselemente 230 durch eine höhere Biegesteifigkeit und eine höhere Shore Härte.

Das jeweilige Halteelement 233 weist an der den Haltevertiefungen 234 abgewandten Seite Verbindungsbereiche 236 auf. Das jeweilige

25 Zugentlastungselement 230 weist an der der Klemmfläche 232 abgewandten Seite ähnliche Verbindungsbereiche auf (nicht gezeigt). Die Verbindungsbereiche 235 wirken durch Formschluss oder Kraftschluss mit Schmalseiten der Klemmplatte 210 zusammen - greifen bspw. in eine T-Nut an einer Schmalseite der Klemmplatte

30 210 ein. Dadurch, sogar nach dem Lösen der Klemmschrauben 221, bleiben die Zugentlastungselemente 230 und die Halteelemente 233 mit einer der Klemmplatten 210 verbunden, sodass die Endbefestigungsvorrichtung nicht auseinanderfällt. Das erleichtert die Montage.

5

Reinraumtaugliche Leitungsschutzführung für ESD-Schutzzonen**Bezugszeichenliste**

10	1	Leitungsschutzführung
	2; 4	Anschlussstellen
	3	Leitung bzw. Versorgungsleitung
	5; 6	Trume (Obertrum, Untertrum)
	7	Umlenkbogen
15	8	Umhüllung
	9	Stützkette
	29	Endglied der Stützkette
	101; 301	Hülleinheit
	102	Aufnahme der Hülleinheit
20	111; 211	Endbefestigungsvorrichtung
	122A, 122B	Befestigungsband
	210	Klemmplatte
	221	Klemmschrauben
	222	Hauptflächen der Klemmplatte
25	223	lange Schmalseite der Klemmplatte
	230	Zugentlastungselement
	232	Klemmfläche des Zugentlastungselements
	233	Halteelement für die Stützkette
	234	Haltevertiefung im Halteelement
30	235	Verbindungsbereiche des Halteelements
	270	Arretier-Vorsprung des Endglieds
	311	Verschlussprofil
	311A	Hakenprofil
	311B	Klauenprofil
35	L	Längsrichtung
	Q	Querrichtung
	H	Höhenrichtung

5

Reinraumtaugliche Leitungsschutzführung für ESD-Schutzzonen**Patentansprüche**

10

1. Leitungsschutzführung (1) für Leitungen (3), wie z.B. Kabel,
Schläuche oder dergleichen, insbesondere für eine
Reinraumanwendung, mit einer länglichen, flexiblen Umhüllung
15 (8) die hin- und hergehend, insbesondere unter Bildung eines
Umlenkbogens (7) zwischen zwei Trumen (5, 6), verfahrbar ist,
wobei die Umhüllung (8) mindestens eine Hülleinheit (101; 301)
umfasst, die mindestens eine rohrförmige Aufnahme (102) zur
Führung mindestens einer Leitung (3) aufweist, wobei die
20 jeweilige Aufnahme (102) sich kanalartig in einer
Längsrichtung (L) von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende
erstreckt, und wobei die Leitungsschutzführung zumindest eine
Endbefestigungsvorrichtung (111; 211) zum endseitigen
Anschluss der Leitungsschutzführung an eine Anschlussstelle
25 (2, 4) aufweist; **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Leitungsschutzführung (1) zum Ableiten elektrostatischer
Ladungen über zumindest einen Teil ihrer Längserstreckung
ausgebildet ist, um ein Verwenden der Leitungsschutzführung in
ESD-Schutzzonen zu ermöglichen, wobei die mindestens eine
30 Hülleinheit (101) ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material
umfasst, und
dass die Endbefestigungsvorrichtung (111; 211) ein leitfähiges
bzw. ableitfähiges Material umfasst, das mit dem leitfähigen
bzw. ableitfähigen Material der Hülleinheit in elektrischen
35 Kontakt, insbesondere im direkten Kontakt, steht, und sich von
diesem unterscheiden kann.

2. Leitungsschutzführung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die zumindest eine Endbefestigungsvorrichtung (111; 211)
zum endseitigen Verschließen der Umhüllung (8) gegen Austritt
5 von Partikeln ausgebildet ist.
3. Leitungsschutzführung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass das leitfähige bzw. ableitfähige Material
der Hülleinheit (101; 301) und/oder das leitfähige bzw.
10 ableitfähige Material der Endbefestigungsvorrichtung (111;
211) Kunststoff-basiert ist.
4. Leitungsschutzführung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch
gekennzeichnet, dass das leitfähige bzw. ableitfähige
15 Material, insbesondere das leitfähige bzw. ableitfähige
Material der Hülleinheit (101; 301), ein Elastomer umfasst,
insbesondere ein thermoplastisches Elastomer,
wobei die mindestens eine Hülleinheit (101) vorzugsweise über
ihre gesamte Längserstreckung von einem Ende zum anderen Ende
20 ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material umfasst und wobei
die mindestens eine Hülleinheit (101) insbesondere aus einer
über die gesamte Längserstreckung gleichbleibenden
Materialzusammensetzung besteht, welche bevorzugt überwiegend
aus einem thermoplastischen Elastomer besteht.
25
5. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das leitfähige bzw. ableitfähige
Material ein Kunststoff mit Zusatzstoff zum Erhöhen der
Leitfähigkeit ist.
30
6. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das leitfähige bzw. ableitfähige
Material ein durch Salze zum Erhöhen der Leitfähigkeit
modifizierter Kunststoff ist.
35
7. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche 3
bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoff der
Hülleinheit eine Shore Härte im Bereich von 20 Shore A bis 65
Shore D, insbesondere im Bereich von 50 Shore A bis 100 Shore

A, aufweist.

8. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Hülleinheit (101; 301) einteilig ausgeführt ist und insbesondere mehrere rohrförmige Aufnahmen (102) bildet.
9. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Hülleinheit (101) umfänglich geschlossen ist.
10. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Hülleinheit (301) zwei mit der Hülleinheit (301) einteilige Verschlussprofile (311) aufweist, die als Verschluss zum Schließen mindestens einer Aufnahme (102) zusammenwirken, insbesondere ineinandergreifend zusammenwirken, vorzugsweise wobei die Verschlussprofile (311) einen in Längsrichtung (L) durchgehend gleichen Querschnitt aufweisen.
11. Leitungsschutzführung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die ineinandergreifenden Verschlussprofile (311) ein Hakenprofil (311A) und ein Klauenprofil (311B) umfassen, welche insbesondere mit Widerhakenfunktion zusammenwirken.
12. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Hülleinheit (101; 301) zwei beidseitig gegenüberliegende, mit der Hülleinheit (101; 301) einteilige Befestigungsbänder bzw. Befestigungsprofile (122A, 122B) aufweist, mittels welcher die Hülleinheit (101; 301) mit einer weiteren Hülleinheit (101; 301) verbindbar ist.
13. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einer Aufnahme (102) der mindestens einen Hülleinheit (101; 301) eine Stützkette (9) zum Stützen der Umhüllung (8) beim Verfahren vorgesehen ist.

14. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Endbefestigungsvorrichtung (111; 211) eine Anzahl Zugentlastungselemente (230) mit jeweils einer Klemmfläche (232) für eine oder mehrere Leitungen (3) aufweist, wobei zumindest ein Zugentlastungselement (230) der Anzahl Zugentlastungselemente ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material zum Ableiten elektrostatischer Ladungen umfasst; und/oder dass die Endbefestigungsvorrichtung (111; 211) eine Anzahl Halteelemente (233) jeweils für mindestens eine Stützkette (9) aufweist, wobei mindestens ein Halteelement (233) der Anzahl Halteelemente ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material zum Ableiten elektrostatischer Ladungen umfasst; insbesondere wobei das leitfähige bzw. ableitfähige Material des Zugentlastungselements (230) sich vom leitfähigen bzw. ableitfähigen Material der Hülleinheit (101; 301) und/oder vom leitfähigen bzw. ableitfähigen Material des Halteelements (233) unterscheidet.
15. Leitungsschutzführung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Endbefestigungsvorrichtung (111; 211) mindestens zwei Klemmplatten (210) mit Hauptflächen (222) zum Ausüben einer Klemmkraft, insbesondere mindestens zwei flache Klemmplatten (210), umfasst, wobei die Klemmplatten (210) vorzugsweise jeweils aus einem elektrisch leitfähigen Material, bevorzugt aus Metall, besonders bevorzugt aus Aluminium hergestellt sind; wobei die Anzahl Zugentlastungselemente (230) zwischen einander zugewandten Hauptflächen der Klemmplatten (210) angeordnet ist, zum Übertragen der Klemmkraft von den Klemmplatten (210) auf die zumindest eine Leitung (3), vorzugsweise wobei die Anzahl Zugentlastungselemente (230) und/oder die Anzahl Halteelemente (233) lösbar durch Formschluss mit zumindest einen der Klemmplatten (210) zusammenwirken.
16. Leitungsschutzführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungsschutzführung beidseitig jeweils eine Endbefestigungsvorrichtung (111; 211) für die Umhüllung (8)

- aufweist, wobei mindestens eine Endbefestigungsvorrichtung (111; 211) mit dem zur Erdung dienenden Bezugspotential verbunden ist, und/oder dass die bzw. jede Endbefestigungsvorrichtung (111; 211) zum endseitigen Verschließen der Umhüllung (8) gegen Austritt von Partikeln ausgebildet ist.
- 5
17. Hülleinheit (101; 301) für eine Leitungsschutzführung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die Hülleinheit (101; 301) mindestens eine rohrförmige Aufnahme (102) zur Führung mindestens einer Leitung (3) aufweist, wobei die Aufnahme (102) sich kanalartig in einer Längsrichtung (L) von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende erstreckt; dadurch gekennzeichnet, dass
- 10
- 15 die Hülleinheit (101; 301) zum Ableiten elektrostatischer Ladungen ausgebildet ist und (101) ein leitfähiges bzw. ableitfähiges Material umfasst, um ein Verwenden in ESD-Schutzzonen zu ermöglichen, wobei das leitfähige bzw. ableitfähige Material ein durch Salze zum Erhöhen der
- 20
- Leitfähigkeit modifizierter Kunststoff ist.
18. Hülleinheit (101; 301) nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch eines oder mehrere der kennzeichnenden Merkmale nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12.