

5

**Betriebsfest ausgelegte Seitenlasche
für eine Energieführungskette**

10 Die Erfindung betrifft allgemein eine Seitenlasche für eine
Energieführungskette. Energieführungsketten dienen zur dynamischen
und geschützten Führung flexibler Leitungen, wie Schläuchen,
Kabeln oder dgl., zwischen zwei relativbeweglichen
Anschlussstellen. Energieführungsketten werden aus Kettengliedern
15 hergestellt, die typisch je zwei gegenüberliegende Seitenlaschen
umfassen, die über einen Quersteg oder zwei gegenüberliegende
Querstege miteinander fest oder lösbar verbunden sind. Der
Laschenkörper gattungsgemäßer Seitenlaschen hat zwei
Überlappungsbereiche, jeweils zur schwenkbaren bzw. gelenkigen
20 Verbindung mit einem korrespondierenden Überlappungsbereich einer
angrenzenden Lasche, und einen Mittelbereich dazwischen.

Bewährt haben sich Energieführungsketten mit Seitenlaschen, die
einen einstückigen, flächigen Laschenkörper aus Kunststoff
aufweisen. Seitenlaschen aus Kunststoff ermöglichen u.a. eine
25 deutliche Gewichtsreduzierung im Vergleich zu Blechlaschen.

Häufig werden zwei Typen von Kunststoff-Seitenlaschen verwendet:
komplementäre Innen- und Außenlaschen, die in Längsrichtung
alternierend miteinander zu einem Laschenstrang verbunden werden,
wie z.B. in WO 95/04231 A1 beschrieben, oder aber in Draufsicht
30 gekröpfte Seitenlaschen, wie z.B. im DE 3 531 066 C2 bzw.
US 4,813,224 A beschrieben. Beide Laschentypen können jeweils
kostengünstig in Spritzgusstechnik hergestellt werden.

Bei beiden Typen haben die Seitenlaschen jeweils am
Überlappungsbereich und/oder Mittelbereich eine Anzahl
35 Querschnittsübergänge, jeweils zwischen zwei Teilbereichen äußerer
Flächen, da diese funktionsbedingt in einem Winkel, insbesondere

senkrecht, zueinander stehen bzw. verlaufen.

Es ist gängige Praxis bestimmte dieser Querschnittsübergänge gerundet herzustellen, insbesondere um schafkantige Übergänge zu vermeiden bzw. Kanten zu entschärfen. Gerundet werden bspw.

- 5 Übergänge von den großen Seitenflächen zu den Schmalseiten, etwa um Störkanten zu vermeiden, oder die freien Stirnenden der Schwenkzapfen, um den Zusammenbau zu erleichtern. Die Verrundung von Querschnittsübergängen erfolgt typisch als Radienübergang mit kleinem Radius in Form eines Viertelkreisbogens, welcher
10 symmetrisch zu den Teilflächen angelegt wird.

Ungeachtet der Bauform werden Seitenlaschen im Betrieb der Energieführungskette, insbesondere bei großen Führungslängen bzw. Verfahrenswegen und/oder hohen Geschwindigkeiten, sehr hohen Kräften ausgesetzt. Solche Kräfte entstehend u.a. durch die zur Bewegung
15 notwendige Zugkraftübertragung, aber z.B. auch an den Anschlängen zur Begrenzung der Schwenkwinkel, etwa in freitragenden Anwendungen (mit einem Obertrum selbsttragend im Abstand über einem Untertrum) oder im Umlenkbogen zwischen den Kettenträumen. Die Beanspruchung bzw. Belastung der Seitenlaschen ist dabei wegen dem
20 Hin- und Herfahren des bewegten Trums grundsätzlich dynamisch und oft mit hohem Takt wiederholend, meist zyklisch. In solchen Fällen besteht erhöhte Gefahr von Ermüdungsschäden durch Lastwechsel.

Ermüdungsschwachstellen werden in der Praxis meist behoben durch dauerfeste Auslegung mit geeignet erhöhter Wandstärke bzw.

- 25 Materialdicke im kritischen Bereich der Seitenlaschen. Dies führt jedoch zur höheren Materialkosten und höherem Eigengewicht der Energiekette. Dieser Ansatz ist nicht optimal, auch weil im Betrieb zu übertragende Kräfte mit dem Gewicht steigen.

Die vorgenannten Radienübergänge oder auch z.B. verrundet
30 verbundene Liniensegmente als Querschnittsübergänge können – wenngleich hierzu bisher selten eingesetzt – theoretisch an einem Lastaufnahmebereich eine gewisse Verringerung von Spannungsspitzen bzw. Kerbspannungen im Laschenkörpers bewirken und damit die Gefahr von Ermüdungsschäden mindern.

- 35 Wie Langzeituntersuchungen im Versuchslabor der Anmelderin zeigen, können Seitenlaschen auch an herkömmlichen verrundeten

Querschnittsübergänge, vermutlich aufgrund verbleibender Kerbwirkung bzw. Materialspannungen, nach einer hohen Grenzzahl von Lastwechseln versagen. Dies tritt auch bei Lasten weit unter der statischen Festigkeit bzw. Belastbarkeit auf und z.T. bevor andere scharfkantige Übergänge im Kraftfluss versagen. Demnach
5 erscheinen die üblichen Kreisradienübergänge nicht optimal.

Eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt mithin darin, gattungsgemäße Kunststoff-Seitenlaschen für Energieführungsketten ohne Überdimensionierung bzw. die Notwendigkeit einer festeren
10 Auslegung durch zusätzliches Material so weiterzubilden, dass diese dennoch erhöhte Betriebsfestigkeit (Engl. fatigue strength) aufweisen. Zudem soll die Möglichkeit eröffnet werden für weitergehende Gewichtersparnis durch Reduzierung der Wandstärken bzw. der Kunststoffmasse in der Seitenlasche.

15 Erfindungsgemäß wird dazu ein speziell geformter Querschnittsübergang an mindestens einem bestimmungsgemäß zur Lastaufnahme dienenden und als kritisch ermittelten Bereich mit einer ersten und einer zweiten Teilfläche des Laschenkörpers vorgesehen, sei es an den Überlappungsbereichen, am Mittelbereich,
20 oder am Übergang zwischen Überlappungsbereich und Mittelbereich. Hierzu wird vorgeschlagen, dass dieser ausgewählte Querschnittsübergang definiert wird durch eine einhüllende Übergangskurve mit einem speziellen Verlauf, wobei die Querschnittsfläche des Querschnittsübergangs entlang der
25 Übergangskurve vom Startpunkt zum Endpunkt stetig abnimmt, insbesondere monoton fallend (im Sinne der entsprechenden Kurvenfunktion). Der erfindungsgemäße Verlauf der Übergangskurve ist so eingestellt, dass für einen ausgewählten Startpunkt der Übergangskurve in bzw. auf der ersten Teilfläche, welcher in einem
30 Abstand A zur gedachten Schnittkurve der ersten Teilfläche mit der zweiten Teilfläche liegt, der Kurvenendpunkt in bzw. auf der zweiten Teilfläche in einem vorbestimmten, größeren Abstand Z zu dieser Schnittkurve liegt, nämlich einem Abstand Z mit
 $1,7 \cdot A \leq Z \leq 4,0 \cdot A$, insbesondere mit $2,3 \cdot A \leq Z \leq 3,4 \cdot A$.

35 Kurz gefasst wird also der Übergang im Querschnitt entsprechend einer monoton fallenden Kurve gestaltet, welche erfindungsgemäß so gewählt bzw. konstruiert ist, dass deren Endpunktabstand Z zur

Schnittkurve beider angrenzender Flächen deutlich größer ist als ihr entsprechender Startpunktabstand A , nämlich insbesondere im Bereich $1,7 \leq Z/A \leq 4,0$.

Ein derartiger Querschnittsübergang ist hinsichtlich

5 Ermüdungsschäden, insbesondere kraftflussbedingter örtlicher Spannungskonzentrationen bzw. Spannungsspitzen deutlich günstiger als konventionell angelegte Viertelkreis-Rundungsradien. Der Querschnittsübergang kann skaliert an beliebige Bauräume bzw. Randbedingungen angepasst werden. Bei ebenen Flächen entspricht

10 die Schnittkurve, zu welcher der Abstand von Anfangs- und Endpunkt betrachtet wird, einer Schnittgeraden. Bei anderen Flächenpaaren, z.B. mit einer zylindrischen Schwenkzapfenfläche oder einer in der Laschenebene kurvenförmiger Übergangsfläche, ist die Schnittkurve hingegen keine Gerade. Die einhüllende Übergangskurve ist

15 vorzugsweise entlang des Querschnittsübergangs zumindest bereichsweise oder überwiegend gleichbleibend, d.h. eine Einhüllende bzw. Hüllkurve zur Außenfläche des Querschnittsübergangs.

Besonders günstig erweist sich, wenn die Übergangskurve im Sinne

20 einer Funktionsanalyse bzw. mathematisch einer glatten bzw. stufenlosen und streng monoton fallenden Kurve entspricht. Der Krümmungsradius kann zumindest bereichsweise entlang der Kurve konstant sein. Es kann auch eine bereichsweise oder vollständig krümmungsstetige Kurve mit Startpunktabstand A und Endpunktabstand

25 Z im Verhältnissbereich $1,7 \leq Z/A \leq 4,0$ angewendet werden.

Gemäß einem unabhängigen Aspekt betrifft die Erfindung ungeachtet des Abstandsverhältnisses Z/A auch einen Querschnittsübergang definiert durch eine Übergangskurve, die glatt (stufenlos) und streng monoton fallend ist und sich durch besondere Eigenschaften

30 ihrer für den Kraftfluss relevanten Kurventangente bzw. Kurvensteigung (bzw. erste Ableitung bzw. Differentialquotient) entlang ihres Verlaufs auszeichnet. Erfindungsgemäß wird eine Übergangskurve gewählt, deren Kurventangente am Anfangspunkt (in Extremal-Betrachtung) die erste Fläche in einem Winkel von ca. 45°

35 $\pm 10^\circ$, insbesondere $\pm 5^\circ$, schneidet und deren Kurventangente entlang des Kurvenverlaufs sich fortschreitend bzw. monoton in Richtung parallel zur zweiten Fläche dreht und am Endpunkt

vorzugsweise nahezu ($\pm 10^\circ$, vorzugsweise $\pm 5^\circ$) oder technisch parallel zur zweiten Fläche liegt.

Die Übergangskurve kann mehrere stetig ineinander übergehende bspw. gerade Abschnitte umfassen, welche z.B. nach einer zur
5 Entlastung von Kerbspannungen geeigneten Methode konstruiert sind,

Das Risiko von Anrissen bei dynamischer Belastung an erfindungsgemäßen Querschnittsübergängen wird mit der vorgeschlagenen Übergangskontur deutlich reduziert. Solche Anrisse könnten, wie aus der Metallwerkstoffkunde bekannt, auch bei
10 vergleichsweise biegsameren Polymerkunststoffen unter Lastwechsel entstehen und bis zum Restbruch wachsen. Dementsprechend ermöglicht die Nutzung erfindungsgemäß geformter Querschnittsübergänge die Herstellung betriebsfest ausgelegter Seitenlasche, ohne zusätzlichen Materialaufwand. Es können
15 insbesondere gegenüber bestehenden Gestaltungen von Seitenlaschen auch Materialeinsparungen erzielt werden indem unnötige Überdimensionierung vermieden bzw. gezielt behoben wird.

Insbesondere bei zur lediglich einseitigen Überlappung bestimmten Seitenlaschen, wie komplementären Innenlaschen und Außenlasche
20 oder aber gekröpften Laschen, liegen kritische Bereiche erfahrungsgemäß dort wo Kräfte von einem primär in der Laschenhauptebene erstreckten Bereich in einen überwiegend senkrecht dazu erstreckten Bereich fließen. Vorzugsweise wird die Übergangskurve daher mit ihrem Startpunkt an bzw. in eine erste
25 Teilfläche senkrecht zur Hauptebene der Seitenlasche gelegt, und entsprechend der Endpunkt in eine zweite Teilfläche parallel zur Hauptebene des Laschenkörpers. Erfindung kann grundsätzlich an allen hinsichtlich Ermüdungsschäden durch Lastwechsel kritischen Übergängen einer Seitenlasche angewendet werden. Untersuchungen
30 zeigen jedoch zwei besonders anfällige Stellen mit denen sich nennenswerte Materialeinsparungen erzielen lassen.

Ein erste hinsichtlich Ermüdungsversagen kritische Stelle liegt am Übergang zwischen Überlappungsbereich und dem typischerweise dickeren Mittelbereich, d.h. in einer bevorzugten Ausführungsform
35 liegt die erste Teilfläche mit dem Startpunkt am Mittelbereich und die zweite Teilfläche mit dem Endpunkt an einem

Überlappungsbereich. Dabei kann der Querschnittsübergang also insbesondere am Übergang zwischen einer kleineren Wandstärke dieses Überlappungsbereichs und einer größeren Wandstärke des Mittelbereichs vorgesehen sein. Entsprechend kann am Stirnende der
5 Seitenlaschen eine korrespondierende passende Kontur vorgesehen werden, um das erforderliche Bewegungsspiel zu gewährleisten.

Durch die Seitenlasche wird insbesondere bei langen Ketten und im mitnehmerseitigen ersten Drittel der Energieführungskette hohe Kraft, nämlich abwechselnd Zug- und Schubkraft, übertragen. Durch
10 Wandstärkensprünge und/oder Seitenversatz der Überlappungsbereiche sind beide Übergänge zum Mittelbereich dabei ausgeprägten Belastungen ausgesetzt.

Eine zweite hinsichtlich Ermüdungsversagen kritische Stelle liegt in den Anschlagtaschen bzw. Anschlagausnehmungen, die
15 Gegenanschlätze für korrespondierende Anschlagvorsprünge der unmittelbar angrenzenden bzw. überlappenden Lasche bilden. In die Anschlagausnehmung greift ein Anschlagvorsprung ein um, typisch in beiden Schwenkrichtungen, den Schwenkwinkel zu begrenzen. Der Bodenübergang in Anschlagausnehmungen hat, wie Untersuchungen
20 aufzeigen, insbesondere bei langen freitragenden Energieführungsketten erhöhtes Bruchrisiko. Dementsprechend ist es weiterhin besonders vorteilhaft wenn die erste Teilfläche mit dem Startpunkt eine anschlagswirksame Anschlagfläche einer Anschlagausnehmung in einem Überlappungsbereich darstellt, wobei
25 die zweite Teilfläche mit dem Endpunkt eine die Anschlagausnehmung einseitig schließenden Bodenwand darstellt. Vorteilhaft ist dabei die Zusammenwirkung mit einer korrespondierenden Übergangskurve am zugehörigen Anschlagvorsprung, sodass auch am Anschlagvorsprung Spannungskonzentrationen bzw. Spannungsspitzen reduziert werden
30 bzw. eine Materialeinsparung ermöglicht wird.

Weiterhin kann die vorgeschlagene Kontur des Querschnittsübergangs auch an anderen kraftübertragenden Bereichen der Seitenlasche eingesetzt werden, beispielsweise an der Gelenkverbindung der Seitenlaschen. Demnach sieht eine weitere Ausführungsform vor,
35 dass erste Teilfläche mit dem Startpunkt an einem Schwenkzapfen im Überlappungsbereich und die zweite Teilfläche mit dem Endpunkt an einem Seitenwandbereich liegt, von dem der Schwenkzapfen vorsteht,

wobei der Schwenkzapfen zur Gelenkverbindung dient und im Betrieb hohen Kräften senkrecht zur Schwenkachse ausgesetzt ist. Eine entsprechend konjugierte Kontur kann auch an der korrespondierenden Zapfenaufnahme vorgesehen sein, hier entstehen jedoch, abhängig von der Bauweise der Seitenlasche nicht zwingend Querkräfte.

Weiterhin liegt es im Rahmen der Erfindung die vorgeschlagene Übergangskurve an Materialaussparung, welche bspw. zur Gewichtsreduzierung und/oder ähnlich einer Entlastungskerbe zur Reduzierung von Spannungskonzentrationen bzw. -spitzen im Laschenkörper dienen vorzusehen. Dabei kann die erste Teilfläche mit dem Startpunkt an einer Außenfläche des Laschenkörpers und die zweite Teilfläche mit dem Endpunkt in der Materialaussparung liegen. Die Kombination des Querschnittsübergangs zwecks Minimierung von Spannungskonzentrationen mit derartigen Materialaussparung erlaubt Gewichtsreduzierungen ohne kritische Stabilitätsverluste und/oder eine Optimierung des Kraftflusses in der Seitenlasche, insbesondere eine Senkung von Kerbspannungen, wenn die Materialaussparung in Art einer Entlastungskerbe wirkt.

Selbstredend ist eine Anwendung des erfindungsgemäßen Querschnittsübergangs an nur einem der vorgenannten Flächenübergang oder aber kumulativ an mehreren dieser möglich. Auch an weiteren Bereiche des Laschenkörpers liegt eine vorteilhafte Anwendung des Querschnittsübergangs im Rahmen der Erfindung.

Eine in der computergestützten Produktentwicklung besonders einfache umzusetzende aber günstige Übergangskurve entspricht einem Kreissegment, insbesondere einem 45°-Kreissegment, d.h. einem „Achtelkreis“. Dabei wird die Übergangskurve mit geeigneten konstantem Radius vorzugsweise so angelegt, dass der Endpunkt einem Abstand Z zur Schnittkurve mit $2,2 \cdot A \leq Z \leq 2,6 \cdot A$ liegt und der Konstruktionskreis für das Kreissegment, wie ein Oskulationskreis bzw. Krümmungskreis, tangential zur zweiten Fläche angelegt wird. Der zur zweiten Fläche tangential Konstruktionskreis der Übergangskurve kann insbesondere mit für ein Verhältnis $Z/A=2,5$ geeigneten Radius an die zweiten Fläche tangierend angelegt werden. Das gewünschte Verhältnis Z/A bestimmt

den erforderlichen Radius des Kreissegments. Es ist ebenfalls möglich, andere geeignete Kurvenformen einzusetzen, welche z.B. in Bezug auf das vorstehend konstruierte 45°-Kreissegment, zwischen zwei beidseitigen Äquidistanten bzw. Parallelkurven im Abstand
5 $d = 0,1 \cdot A$ zum 45°-Kreissegment mit $Z/A = \text{ca. } 2,5$ verlaufen.

Bevorzugt wird eine Übergangskurve die einer zumindest zwischen Startpunkt und Endpunkt der Kurve glatten und streng monoton fallenden Funktion entspricht, da hierdurch zwischen Start- und Endpunkt jegliche Sprünge bzw. Restkanten vermieden werden können.
10 Geeignet sind hierzu bspw. trigonometrische Funktionen, insbesondere die Tangensfunktion.

Der Winkel zwischen der ersten äußeren Teilfläche und der zweiten äußeren Teilfläche des Laschenkörpers kann entlang des Querschnittsübergangs gleichbleibend 90° betragen, der
15 Querschnittsübergangs kann jedoch auch an Flächen mit anderem Winkel zueinander angelegt werden, wobei vorteilhafte Wirkungen vor allem bei Winkeln α nahe 90° ggf. auch im Bereich $45^\circ \leq \alpha \leq 135^\circ$ erzielt werden.

Bei im Wesentlichen senkrecht zueinander stehenden Flächen in kraftübertragenden Bereichen ist das Problem der
20 Spannungskonzentrationen ausgeprägt. Bei solchen Flächen kann vorgesehen sein, dass der Verlauf der Übergangskurve im Anfangsabschnitt am Startpunkt eine Tangente (bestimmt durch Ableitung bzw. Differentialquotient oder als Kurvensteigung)
25 aufweist, welche die erste Teilfläche in einem Winkel von ca. 45° +/- 5° schneidet. An dieser Schnittkurve zwischen Querschnittsübergang kann ggf. eine leichte Kante verbleiben oder auch durch Rundung vermieden werden. Weiterhin ist es grundsätzlich vorteilhaft, den Verlauf der Übergangskurve so zu
30 wählen, dass diese im Endabschnitt am Endpunkt, in Bezug auf ihre Kurventangente betrachtet im Wesentlichen parallel, ggf. +/- 5° zur zweiten Teilfläche liegt und idealerweise exakt in dieser liegt, was z.B. mit dem vorstehenden 45°-Kreissegmentbogen mit $Z/A=2,5$ konstruktiv einfach erreicht wird.

35 Grundsätzlich liegt der mindestens eine Querschnittsübergang asymmetrisch zur Winkelhalbierenden der ersten und zweiten Fläche,

weil relevante Lasten primär bzw. überwiegend einachsrig sind.

Besonders Vorteilhaft ist der Querschnittsübergang daher wenn bzw. dort, wo die zweite Teilfläche mit dem Endpunkt der Übergangskurve an einem bestimmungsgemäß zumindest in einem von beiden
5 alternierenden Lastfällen auf Zug belastet wird, d.h. in einem Zugkraft übertragenden Bereich des Laschenkörpers vorgesehen ist.

Der Querschnittsübergang kann durch geeignete Gestaltung von Formwerkzeugen ohne weiteres und ohne besonderen Aufwand auch in sehr hohen Stückzahlen verwirklicht werden wenn dieser einstückig
10 mit dem Laschenkörper aus thermoplastischem Kunststoff, insbesondere im Spritzgussverfahren, hergestellt ist. Er kann so ohne jegliche, z.B. spanende Nachbearbeitung verwirklicht werden.

Die Erfindung betrifft Innenlaschen, Außenlaschen oder gekröpfte Laschen, insbesondere einstückige Kunststoffflaschen, welche
15 mindestens einen vorgeschlagenen Querschnittsübergang aufweisen. Demensprechend betrifft die Erfindung auch ein Kettenglied einer Energieführungskette mit zwei solchen Seitenlaschen und eine daraus aufgebaute Energieführungskette in Gesamtheit.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind ohne Beschränkung
20 des Schutzzumfangs der nachfolgenden, ausführlicheren Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der beiliegenden Figuren zu entnehmen. Diese zeigen rein beispielhaft:

FIG.1A-1E: Ansichten einer gekröpften Seitenlasche gemäß einer ersten Ausführungsform in Seitenansicht von der dem
25 Ketteninneren abgewandten Außenseite (FIG.1A), im Längsschnitt gemäß Schnittlinie A-A (FIG.1B), in vergrößertem Teilschnitt D (FIG.1D), perspektivisch (FIG.1C) und in einem vergrößerten Teilquerschnitt (FIG.1E) gemäß Schnittlinie B-B aus FIG.1A;

FIG.2: eine stark vergrößerte Kurvendarstellung der
30 Übergangskurve des Querschnittsübergangs, der z.B. in FIG.1D und FIG.1E dargestellt ist; und

FIG.3: perspektivische Ansichten einer Innenlasche von der Außenseite (FIG.3A) und einer Außenlasche von Innenseite (FIG.3B).

FIG.1A-1E zeigen eine gekröpfte Seitenlasche 10, die als einstückiger Laschenkörper aus Kunststoff im Spritzgussverfahren hergestellt ist. Die Seitenlasche 10 hat zwei flächige, seitlich versetzte Überlappungsbereichen 11A, 11B und einen Mittelbereich 12 auf halber Kettenteilungslänge. Der Mittelbereich 12 hat eine größere Wandstärke im Vergleich zu den Überlappungsbereichen 11A, 11B. Der erste Überlappungsbereich 11A hat eine Gelenkaufnahme 13 zum schwenkbaren Eingriff eines passenden Gelenkzapfen 14 einer zu verbindenden baugleichen Seitenlasche 10. Der Gelenkzapfen 14 steht außenseitig am gegenüberliegenden zweiten Überlappungsbereich 11B vor. An kreisbogenförmigen Endbereichen der Überlappungsbereiche 11A, 11B sind jeweils identische dimensionierte Anschlagtaschen 15A, 15B als Ausnehmungen im Laschenkörper vorgesehen. In jede Anschlagtasche 15A, 15B greift je ein passender Anschlagvorsprung 16A, 16B der jeweils angrenzenden Seitenlasche 10 ein um den relativen Schwenkwinkel um die Schwenkachse des zylindrischen Gelenkzapfens 14 auf die gewünschte Weite zu begrenzen. Dies erfolgt durch Anschlag des Anschlagvorsprungs 16A, 16B in der komplementären Anschlagtasche 15A, 15B. Nicht gezeigt sind z.B. Befestigungsvorsprünge der Seitenlasche 10 für Querstege. Die Seitenlasche 10 kann im Übrigen auch Bestandteil eines einteilig hergestellten Kettenglieds mit einer gegenüberliegenden, zur Seitenlasche 10 gespiegelten und ansonsten baugleichen Seitenlasche sein.

Der Mittelbereich 12 ist in Längsrichtung der Seitenlasche 10 beidseitig begrenzt durch eine etwa kreisbogenförmig um die jeweilige Schwenkachse verlaufende jeweilige Stirnfläche F11, F12, welche senkrecht zur Laschenhauptebene H steht (FIG.1D). Die Innenseite des nach außen gekröpften Überlappungsbereichs 11A bildet eine ebene Fläche F21 und die Außenseite des nach innen gekröpften Überlappungsbereichs 11B eine weitere ebene Fläche F21. Die Flächen F21, F22 liegen parallel und mit Bewegungsspiel leicht seitenversetzt zur Laschenhauptebene H, d.h. die Flächen F21, F22 stehen senkrecht zu den Stirnfläche F11, F12. Die Fläche F21 des ersten Überlappungsbereichs 11A und die eine Stirnfläche F11 des Mittelbereich 12 sind durch einen Querschnittsübergang Q1 verbunden. Die Fläche F22 des zweiten Überlappungsbereichs 11B und die andere Stirnfläche F12 des Mittelbereich 12 sind durch einen

Querschnittsübergang Q2 verbunden. Das Querschnittsprofil der Querschnittsübergänge Q1, Q2 ist identisch entsprechend einer Übergangskurve C, die z.B. in FIG.2 näher gezeigt ist, geformt mit einem kürzeren Schenkel zur Stirnfläche F11, F12 und einem
5 längeren Schenkel zu den seitlichen Flächen F21, F22.

FIG.1E zeigt einen weiteren Querschnittsübergang Q3 dessen Profil durch die Übergangskurve C aus FIG.2 definiert ist. Der Querschnittsübergang Q3 überbrückt eine anschlagswirksame Anschlagfläche F31 als Rand der Anschlagtasche 15B im
10 Überlappungsbereich 11B und die Außenfläche F32 einer die Anschlagtasche 15B einseitig, in FIG.1E zum Ketteninneren, schließenden Bodenwand mit relativ geringer Wandstärke bzw. Dicke im Vergleich zum restlichen Überlappungsbereich 11B. Identisch gestaltete Querschnittsübergänge Q3 sind in beiden Anschlagtasche
15 15A, 15B beidseitig, jeweils an der als Gegenanschlag für den Anschlagvorsprungs 16A, 16B dienenden Anschlagfläche vorgesehen. An jedem Anschlagvorsprung 16A, 16B können optional anstatt gerundeter Kanten zu den Querschnittsübergänge Q3 komplementäre Querschnittsübergänge vorgesehen werden (nicht gezeigt).

20 Die Querschnittsübergänge Q1, Q2, Q3 gemäß der Übergangskurve C sind hinsichtlich Ermüdungsschäden, insbesondere kraftflussbedingter örtlicher Spannungskonzentrationen bzw. Spannungsspitzen im jeweiligen Bereich des Laschenkörpers der Seitenlasche 10 optimiert, da diese Bereiche stetigen Lastwechseln
25 und/oder hohen Kräften standhalten müssen. Die Querschnittsübergänge Q1, Q2 bzw. Q3 erlauben eine Reduzierung der Materialstärke des Laschenkörpers bzw. eine weitergehende Reduzierung der Bodenwand der Anschlagtaschen 15A, 15B, oder bewirken bei gleichbleibender Materialstärke eine gesteigerte
30 Betriebsfestigkeit (Festigkeit gegen wiederholende Lastwechsel) der angrenzenden Bereiche der Seitenlasche 10.

Die Überlappungsbereiche 11A, 11B und der Mittelbereich 12 weisen außerdem an weiteren Bereichen, die hinsichtlich Spannungsspitzen unkritisch sind, Querschnittsübergänge auf, welche als gebrochene
35 Kanten oder konventionell mit einem Radius entsprechend einem Viertelkreis gerundet sind. Konventionelle Radiusrundungen sind hier beispielhaft z.B. für die Übergänge der seitlichen Flächen

F21, F22 der Überlappungsbereiche 11A, 11B zu den oberen und unteren Schmalseiten der Seitenlasche 10 (FIG.1C) oder für die Stirnfläche F11, F12 zu den äußeren Seitenflächen der Seitenlasche (FIG.1D) dargestellt.

- 5 Eine bevorzugte Übergangskurve C zur Konstruktion der Querschnittsübergänge Q1, Q2 bzw. Q3 ist in FIG.2 dargestellt, wobei die Übergangskurve C auf die Größenverhältnisse jeweils skalierten auszulegen ist. Wie in FIG.2 ersichtlich hat der Startpunkt PA der Übergangskurve C an der einen Teilfläche F11,
- 10 F21, F31 jeweils einen Abstand A zur Schnittkurve der ersten Teilfläche mit der zweiten Teilfläche F12, F22, F32, hier lotrecht wegen senkrechten Teilflächen, und der Endpunkt PZ der Übergangskurve C an der zweiten Teilfläche F12, F22, F32 einen Abstand Z zur Schnittkurve beider Teilflächen, hier lotrecht zur
- 15 Teilfläche F11, F21, F31. In FIG.2 beträgt der Abstand Z des Endpunkts PZ ca. $Z=2,5 \cdot A$ und die Übergangskurve C ist ein 45° -Kreisbogensegment, dessen Radius R für einen gewünschten Abstand A so gewählt ist, dass der das Kreisbogensegment bildende Kreis exakt bei $Z=2,5 \cdot A$ tangential die zweite Teilfläche F12, F22, F32
- 20 trifft bzw. diese nur im Punkt PZ berührt. So wird zugleich erreicht, dass die Querschnittsfläche des Querschnittsübergangs Q1, Q2 bzw. Q3 entlang der Übergangskurve C vom Startpunkt PA zum Endpunkt PZ stetig abnimmt, hier gemäß einer streng monoton fallenden Kurve. Bevorzugt wird die Übergangskurve C so gewählt,
- 25 dass $2,3 \cdot A \leq Z \leq 3,4 \cdot A$ eingehalten ist, besonders bevorzugt $2,2 \cdot A \leq Z \leq 2,6$. Auch andere Funktionen, insbesondere ohne gleichbleibenden Krümmungsradius kommen in Betracht, bspw. eine Tangenskurve (nicht gezeigt) etwa $\text{Tangens}(x)$ mit $x=0$ bis $x(\text{PZ})$ und $1,25 \leq x(\text{PZ}) \leq 1,4$ bzw. so angelegt, dass $Z/A \approx 3,4$ und die Kurve
- 30 bei PA etwa mit 45° die erste Teilfläche F11, F21, F31 schneidet. Letzteres kommt insbesondere für Übergänge senkrechter Flächen in Betracht (wie in FIG.1A-1E). Auch andere trigonometrische Funktionen kommen in Betracht oder z.B. ein Ellipsensegment, sofern die Kurventangent sich entlang des Kurvenverlaufs
- 35 kontinuierlich, vorzugsweise streng monoton, in Richtung Parallelität zur zweiten Teilfläche F12, F22, F32 dreht.

Zur Optimierung des Kraftflusses günstigen Übergangskurven verlaufen zwischen zwei beidseitigen Äquidistanten bzw.

Parallelkurven im Abstand $d = 0,1 \cdot A$ zum 45° -Kreissegment mit $Z/A = \text{ca. } 2,5$. Die Übergangskurve C hat in Grenzwertbetrachtung am Startpunkt PA eine Tangente die die erste Teilfläche F11, F21, F31 etwa in einem Winkel von $\text{ca. } 45^\circ \pm 5^\circ$ schneidet, wobei eine
5 Restkante an dieser Stelle zur Konstruktionsvereinfachung als unkritisch belassen werden kann.

FIG.3A-3B zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel mit einer Innenlasche 30A sowie einer Außenlasche 30B. Die Innenlasche 30A ist mit zwei Überlappungsbereichen 31A, 31B und einem
10 Mittelbereich 32A einstückig aus Kunststoff hergestellt. Die Außenlasche 30B ist ebenfalls in einem Spritzgusschritt einstückig mit zwei Überlappungsbereichen 31C, 31D und einem Mittelbereich 32B hergestellt. Die Innenlasche 30A und die Außenlasche 30B sind jeweils zu ihrer Höhenmittelebene symmetrisch
15 und werden anhand der Gelenkaufnahmen 33, hier an der Innenlasche 30A, und der Gelenkzapfen 34 hier an der Außenlasche 30B in alternierender Folge schwenkbar miteinander zu einem Strang verbunden. Die Innenlasche 30A hat außenseitig vier um die Schwenkachse rotationssymmetrisch verteilte und identisch geformte
20 Anschlagtaschen 35A, 35B, 35C, 35D. Zum Eingriff in diese passend hat die Außenlasche 30B innen vier vorstehende Anschlagvorsprünge 36A, 36B, 36C, 36D zwecks Schwenkwinkelbegrenzung.

Analog zum Prinzip aus FIG.1D sind auch nach FIG.3A Stirnflächen F11 des Mittelbereichs 32A der Innenlasche 30A mit
25 Querschnittsübergängen Q1 in zu den Stirnflächen F11 senkrechte seitliche Flächen F21 der Überlappungsbereiche 31A, 31B über. Die Querschnittsübergänge Q1 sind entsprechend skaliert, gemäß der Übergangskurve C aus FIG.2 ausgeführt. Entsprechend analog gehen vom Mittelbereich 32B der Außenlasche 30B (FIG.3B) Stirnflächen
30 F12 mit Querschnittsübergängen Q1 in seitliche Flächen F21 der Überlappungsbereiche 31C, 31D über, um in diesen kritischen Bereichen das Ermüdungsbruchrisiko zu mindern.

Im Gegensatz zu FIG.1A-1E hat zur Reduzierung von Kerbspannungen hier die Außenlasche 30B weitere erfindungsgemäße
35 Querschnittsübergänge Q4 an den Anschlagvorsprünge 36A, 36B, 36C, 36D. Die Querschnittsübergänge Q4 liegen jeweils an der Basis der Anschlagvorsprünge 36A, 36B, 36C, 36D umlaufend und entsprechen

einer skalierten Übergangskurve C aus FIG.2. Querschnittsübergänge entsprechend FIG.1E können ggf. auch in den Anschlagtaschen 35A, 35B, 35C, 35D genutzt werden.

Weiterhin zeigen FIG.3A-3B zwei Materialaussparungen 37A außen am
5 Mittelbereich 32A der Innenlasche 30A sowie jeweils vier weitere
rotationssymmetrisch angeordnete und identisch gestaltete
Materialaussparungen 37B in der Außenlasche 30B. Die Verwendung
erfindungsgemäßer Querschnittsübergänge Q5 gemäß einer
Übergangskurve C nach FIG.2 für den Übergang nach innen in diese
10 Materialaussparungen 37A, 37B ermöglicht eine bessere
Werkstoffausnutzung im Laschenkörper der Innenlasche 30A und der
Außenlasche 30B und damit zugleich eine spürbare Reduzierung der
Bauteilmasse bzw. benötigter Kunststoffmenge pro Lasche, was
Materialkosten senkt und die Taktzeiten der Spritzgussmaschine
15 erhöhen kann.

Hinsichtlich sonstiger an sich bekannter und z.T. hier nicht
dargestellter Merkmale einer Energieführungskette wird
abschließend zur Verkürzung auf DE 3 531 066 C2 (mit gekröpften
Laschen) bzw. auf WO 95/04231 A1 (mit Innen-/ Außenlaschen)
20 verwiesen. Die Begriffe innen und außen sind nachfolgend in Bezug
auf den Aufnahmeraum für Leitungen im Kettenglied der
Energieführungskette zu verstehen (nicht gezeigt).

5

Bezugszeichenliste10 **FIG.1A-1E**

10 Seitenlasche (gekröpft)

11A, 11B Überlappungsbereiche

12 Mittelbereich

13 Gelenkaufnahme

15 14 Gelenkzapfen

15A, 15B Anschlagtasche

16A, 16B Anschlagvorsprung

F11, F21, F31 erste Teilfläche

F12, F22, F32 zweite Teilfläche

20 H Laschenhauptebene

Q1, Q2, Q3 Querschnittsübergang

FIG.2

C Übergangskurve

25 PA Startpunkt (Übergangskurve)

PZ Endpunkt (Übergangskurve)

R Radius (45°-Kreissegment)

FIG.3A-3B

30 30A Innenlasche

30B Außenlasche

31A, 31B Überlappungsbereiche (Innenlasche)

31C, 31D Überlappungsbereiche (Außenlasche)

32A, 32B Mittelbereich

35 33 Gelenkaufnahme

34 Gelenkzapfen

35A, 35B, 35C, 35D Anschlagtasche

- 36A, 36B, 36C, 36D Anschlagvorsprung
- 37A, 37B Materialaussparung
- F11, F21 erste Teilfläche
- F12, F22 zweite Teilfläche
- 5 Q1, Q2, Q4, Q5 Querschnittsübergang

5

Ansprüche

- 10 1. Seitenlasche (10; 30A, 30B) für eine Energieführungskette zur
Führung von Leitungen mittels Kettengliedern, die zwei
gegenüberliegende Seitenlaschen umfassen, welche über
mindestens einen Quersteg miteinander verbunden sind, wobei die
Seitenlasche (10; 30A, 30B) einen einstückigen Laschenkörper
15 aus Kunststoff mit zwei Überlappungsbereichen (11A, 11B; 31A...
31D), jeweils zur schwenkbaren Verbindung mit einem
korrespondierenden Überlappungsbereich einer angrenzenden
Lasche, und einen Mittelbereich (12; 32A, 32B) zwischen den
Überlappungsbereichen aufweist; und
20 wobei die Überlappungsbereiche und der Mittelbereich eine
Anzahl Querschnittsübergänge, jeweils zwischen zwei äußeren
Teilflächen aufweisen, von denen mindestens ein
Querschnittsübergang zwischen einer ersten Teilfläche (F11,
F21, F31) des Laschenkörpers und einer zu dieser in einem
25 Winkel, insbesondere einem Winkel von 90°, verlaufenden zweiten
Teilfläche (F12, F22, F32) gerundet oder gebrochen (Q1... Q5)
ist; wobei der mindestens eine Querschnittsübergang (Q1... Q5)
begrenzt ist durch eine einhüllende Übergangskurve (C) mit
einem Verlauf so, dass für einen Startpunkt (PA) der
30 Übergangskurve (C) an der ersten Teilfläche (F11, F21, F31),
welcher in einem Abstand A zur Schnittkurve der ersten
Teilfläche mit der zweiten Teilfläche liegt, der Endpunkt (PZ)
der Übergangskurve (C) an der zweiten Teilfläche (F12, F22,
F32) in einem Abstand Z zu dieser Schnittkurve liegt, mit
35 $1,7 \cdot A \leq Z \leq 4,0 \cdot A$, insbesondere mit $2,3 \cdot A \leq Z \leq 3,4 \cdot A$,
und dass die Querschnittsfläche des Querschnittsübergangs (Q1...
Q5) entlang der Übergangskurve (C) vom Startpunkt (PA) zum
Endpunkt (PZ) stetig abnimmt.

2. Seitenlasche nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangskurve (C) einer glatten bzw. stufenlosen und streng monoton fallenden Kurve entspricht.
3. Seitenlasche nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Teilfläche (F11, F21, F31) senkrecht zur Hauptebene der Seitenlasche liegt und die zweite Teilfläche parallel (F12, F22, F32) zur Hauptebene (H) des Laschenkörpers liegt.
4. Seitenlasche nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Teilfläche mit dem Startpunkt (PA) am Mittelbereich (12; 32A, 32B) und die zweite Teilfläche mit dem Endpunkt (PZ) an einem Überlappungsbereich (11A, 11B; 31A... 31D) liegt.
5. Seitenlasche nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Teilfläche (F31) mit dem Startpunkt (PA) einer anschlagswirksamen Anschlagfläche einer Anschlagausnehmung (15A, 15B) in einem Überlappungsbereich entspricht und die zweite Teilfläche (F32) mit dem Endpunkt (PZ) einer die Anschlagausnehmung (15A, 15B) einseitig schließenden Bodenwand entspricht.
6. Seitenlasche nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Teilfläche mit dem Startpunkt an einem Schwenkzapfen im Überlappungsbereich und die zweite Teilfläche mit dem Endpunkt an einem Seitenwandbereich liegt, von dem der Schwenkzapfen vorsteht.
7. Seitenlasche nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangskurve (C) den Querschnittsübergang (Q5) von einer Außenfläche des Laschenkörpers in eine Materialaussparung (37A, 37B) definiert.
8. Seitenlasche nach einem der vorstehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Verlauf der Übergangskurve (C) so gewählt ist, dass der Endpunkt einem Abstand Z zur Schnittkurve mit $2,2 \cdot A \leq Z \leq 2,6 \cdot A$ liegt, und der Verlauf insbesondere einem 45° -Kreissegment eines Kreises entspricht, der im Endpunkt (PZ) tangential die zweiten Teilfläche (F12, F22, F32) berührt.

9. Seitenlasche nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel zwischen der ersten äußeren Teilfläche (F11, F21, F31) und der zweiten äußeren Teilfläche (F12, F22, F32) des Laschenkörpers entlang des Querschnittsübergangs gleichbleibend 90° beträgt, und
- 5 - dass der Verlauf der Übergangskurve (C) im Anfangsabschnitt am Startpunkt (PA) eine Tangente aufweist, welche mit der ersten Teilfläche (F11, F21, F31) einen Winkel von ca. $45^\circ \pm 5^\circ$ bildet; und/oder
- 10 - dass der Verlauf der Übergangskurve im Endabschnitt am Endpunkt (PZ) eine Tangente welche im Wesentlichen parallel zur zweiten Teilfläche bzw. stetig in diese übergeht.
10. Seitenlasche nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Querschnittsübergang (Q1... Q5) asymmetrisch zur Winkelhalbierenden der ersten und zweiten Fläche ist und/oder einstückig mit dem Laschenkörper aus thermoplastischem Kunststoff, insbesondere im Spritzgussverfahren, hergestellt ist.
- 15
11. Seitenlasche nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Teilfläche (F12, F22, F32) mit dem Endpunkt (PZ) der Übergangskurve (C) an einem bestimmungsgemäß zumindest Zugkraft übertragenden Bereich des Laschenkörpers vorgesehen ist.
- 20
12. Seitenlasche nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese als Innenlasche (30A), als Außenlasche (30B) oder als gekröpfte Lasche (10) ausgeführt ist.
- 25
13. Kettenglied einer Energieführungskette mit zwei gegenüberliegenden Seitenlaschen (10; 30A, 30B) nach einem der vorstehenden Ansprüche.
- 30
14. Energieführungskette umfassend zwei Laschenstränge, welche jeweils aus miteinander in Längsrichtung schwenkbar verbundenen Seitenlaschen (10; 30A, 30B) nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 12 bestehen.