

5

Markierung an Spritzgussteilen für Energieführungsketten

Die Erfindung betrifft allgemein das Markieren von Kunststoff-
10 Spritzgussteilen für Energieführungsketten.

Energieführungsketten dienen zum geschützten und dynamischen
Führen von Leitungen, wie Kabeln, Schläuchen und dgl., zwischen
zwei relativbeweglichen Anschlussstellen. Energieführungsketten
werden typisch aus einzelnen Kettengliedern aufgebaut, die je ein
15 oder mehrere Kunststoff-Spritzgussteile umfassen. Bekannt sind
bspw. laschenartige Seitenteile für ein mehrteiliges Kettenglied,
die im Spritzgussverfahren als einteiliger Kunststoffkörper
hergestellt sind. Die Außenseite und die Innenseite des
Kunststoffbauteils haben jeweils eine Oberfläche deren
20 Beschaffenheit durch den gewählten Kunststoff, aber vor allem
durch das verwendete Spritzgießwerkzeug bestimmt ist. Es sind auch
einteilige im Spritzgussverfahren hergestellte Kettenglieder
bekannt. Im Spritzgussverfahren lassen sich direkt verwendbare
Formteile von Energieführungsketten in Großserien bzw.
25 Massenfertigung kostengünstig herstellen.

Die Erfindung betrifft im Einzelnen ein solches gattungsgemäßes
Kunststoff-Spritzgussteil einer Energieführungskette, z.B. ein
Seitenteil eines Kettenglieds, wobei das Spritzgussteil im
Spritzgussverfahren als einteiliger Kunststoffkörper hergestellt
30 ist, der eine erste Seite, insbesondere die Außenseite des
Seitenteils, mit einer ersten Oberfläche und eine zweite Seite,
insbesondere die Innenseite des Seitenteils, aufweist. Zumindest
eine Markierung ist im Spritzgussverfahren in den Kunststoffkörper
eingebracht und an der ersten Seite sichtbar vorgesehen.

35 Im Spritzgussverfahren können durch entsprechende Gestaltung der

Negativform Markierungen eingebracht werden, wie etwa vorstehende oder vertiefte Beschriftungen der Oberfläche z.B. mit Artikelnummer und Hersteller. Es ist auch bekannt, beim Spritzgießen variable Markierungen einzubringen, z.B. zum
5 Herstellungsdatum. Dies erfolgt typisch durch mehrere sog. „Gießuhren“, d.h. im Spritzgießwerkzeug drehbare Stempel, die eine Art Zeitstempel in den Kunststoffkörper einbringen, der meist an der Außenseite sichtbar ist.

Die beiden Arten vorgenannter Markierungen finden sich auf vielen
10 als Katalogprodukten erhältlichen Spritzgussteilen für Energieführungsketten der Anmelderin (igus GmbH). Eine Markierung bedeutet hier insbesondere eine optisch lesbare Information, gleich ob menschen- und/oder maschinenlesbar.

Auch aus DE 11 2004 000 584 T5 ist ein Kettenglied einer
15 Energieführungskette bekannt, an dessen Seitenteilen in herkömmlicher Weise zur Angabe des Herstellungsmonats und Herstellungsjahrs zwei Zeitstempel in Spritzgusstechnik angebracht sind (vgl. dort FIG.2).

In der Markierungs- und Kennzeichnungstechnologie von Produkten
20 ganz allgemein finden nun vermehrt sogenannte 2D-Codes Anwendung, insbesondere Matrix-Codes. Verbreitet sind z.B. der sog. QR-Code®, insbesondere nach ISO/IEC 18004, oder der sog. DataMatrix™-Code, insbesondere nach ISO/IEC 16022. Es handelt sich jeweils um optisch maschinenlesbare Symbole. Sie bieten u.a. höhere
25 Informationsdichte im Vergleich zu alphanumerischer Beschriftung oder EAN-Barcodes. Zweidimensionale Codes werden zur Teileidentifikation in der Herstellung genutzt, bspw. in der Prozessautomatisierung, zur Verfolgbarkeit, Qualitätskontrolle, usw.. Eine zuverlässige, schnelle und präzise Identifikation ist
30 auch nach der Herstellung vorteilhaft, insbesondere beim Nutzer.

Eine vermehrt eingesetzte Technik ist die direkte
Teilekennzeichnung bzw. Direktmarkierung von Teilen (Engl. „Direct
Part Marking“: DPM) mit zweidimensionalen Codes (2D-Codes) auf
Teileoberflächen. DPM betrifft Verfahren zum Aufbringen einer
35 dauerhaften Markierung unmittelbar an der Oberfläche eines Produkts. Im Vergleich zum nachträglichen Aufbringen von Etiketten

oder dgl. ist die Direktmarkierung sicherer und einfacher zu automatisieren.

Verschiedene DPM-Technologien sind bekannt, vgl. Einleitung in WO 2016/054647 A1. Bekannt ist z.B. Laserbeschriftung, welche z.T. auch für Kunststoffteile geeignet ist. So beschreiben z.B. die Patente DE 10 2005 017 807 B4 und DE 10 2005 017 808 B4 aus einem entfernten Gebiet, Spritzgussteile für Kraftstoff-Einspritzventile, die eine besondere zusätzliche Kunststofflage zur Laserbeschriftung aufweisen.

Auch bekannt sind Nadelpräger, Ritzpräger, Nadel-Ritz-Graviersysteme und ähnliche Graviermaschinen, um eine Markierung direkt in die Teileoberfläche einzubringen. Diese werden überwiegend für Metallteile eingesetzt. Es handelt sich, wie beim Lasergravieren um intrusive bzw. subtraktive Methoden, welche die Oberfläche des Bauteils nachträglich kontrolliert verändern, um z.B. die gewünschte Datencode-Markierung mit dem 2D-Code einzubringen.

Es sind auch nicht-intrusive Techniken, insbesondere additive Markierverfahren bekannt, die durch nachträgliches Aufbringen einer Mediensicht auf der Oberfläche markieren, z.B. die Tintenstrahlmarkierung, vgl. Einzelheiten im Technischen Bericht ISO/IEC TR 24720 (Erstausgabe 2008).

Die vorstehenden DPM-Techniken können in den Produktionsprozess integriert werden, markieren Bauteile jedoch nachträglich in einem separaten Schritt. Dadurch entsteht Zusatzaufwand und eine Verwechslungssicherheit ist nicht inhärent (d.h. falsche Teilemarkierung ist möglich).

Im dem Bereich der Metall-Gießtechnik wurde ferner bereits vorgeschlagen, Teile ohne zusätzlichen Arbeitsgang, im Rahmen der Urformung des Formteils, mit einer optisch lesbaren Code-Markierung zu versehen.

In der Patentanmeldung WO 02/09018 A1 wurde vorgeschlagen, einen speziellen Einsatz in der Formenherstellung der Keramik-Gießform einzusetzen, welcher eine Negativform eines gewünschten Matrix-Codes, z.B. eines DataMatrix™ Codes in der Hohlform erzeugt, z.B.

für ein Rotorblatt einer Turbine. Der spezielle Einsatz wird dabei in das Modell (Positivform) integriert, das zur Herstellung der Hohlform (Negativform), für ein anschließendes Urformen aus dem flüssigen Zustand dient. Der Einsatz und das Modell sind aus
5 wachstartigem schmelzbaren Material. Beide werden durch Erhitzen aus der Hohlform entfernt, sodass eine Negativform des gewünschten 2D-Codes in der Hohlform verbleibt.

Einen weiteren Ansatz zur Markierung von Metall-Gussteilen während des Urformprozesses (Urformen aus dem flüssigen Zustand)
10 beschreibt das Patent DE 10 2008 024 906 B3. Hiermit soll eine manipulationssichere Markierung von Gussteilen während des Urformprozesses ermöglicht werden. Dabei wird ein bzgl. der Codierung einstellbarer Stempel vorgesehen, der variabel einstellbare Negativformen der Matrixcode-Elemente an der der
15 Metallschmelze zugewandten Gussformwandung erzeugt, welche der Gießvorgang mit Schmelze zur Bildung eines 2D-Codes ausfüllt. Somit kann der Code von einem Teil zum nächsten neu eingestellt werden. Ein solches Formwerkzeug ist komplex, kostenintensiv und wartungsintensiv bzw. fehleranfällig.

20 Die beiden vorstehenden Ansätze aus der Gießereitechnik sind nicht ohne weiteres für Kunststoff-Spritzgussverfahren mit relativ hohem Druck (Urformen aus dem plastischen Zustand) geeignet.

Bei Kunststoff-Spritzgussteilen für Energieführungsketten kommt erschwerend hinzu, dass die endfertigen Teile eine hohe Festigkeit
25 aufweisen sollen und im Betrieb typisch Verschleiß ausgesetzt sind. Solche Teile aus Spezialkunststoff sind daher mit üblichen Techniken zur Direktmarkierung wenn überhaupt nur bedingt zuverlässig markierbar. Auch eine Laserbeschriftung ist nicht mit allen Kunststoffen ohne weiteres möglich.

30 Eine Markierung von Spritzgussteilen mit Zusatzinformationen ist jedoch auch im Zuge der Herstellung von Energieführungsketten aus technischen Kunststoffen wünschenswert.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es mithin, eine kostengünstige und zuverlässige Technik aufzuzeigen die es erlaubt, Spritzgussteile
35 einer Energieführungskette zu markieren. Die Technik sollte insbesondere verwechslungssicher und möglichst zuverlässig sein,

auch bei sehr hohen Stückzahlen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Energieführungsketten-Spritzgussteil nach Anspruch 1 und unabhängig davon durch ein Kunststoff-Spritzgießwerkzeug nach Anspruch 19.

- 5 Es wird nach dem Oberbegriff aus Anspruch 1 zunächst ein Kunststoff-Spritzgussteil einer Energieführungskette vorgeschlagen, beispielsweise ein Seitenteil eines Kettenglieds, das im Spritzgussverfahren als einteiliger Kunststoffkörper hergestellt ist. Der Kunststoffkörper hat eine erste Seite, bspw.
10 eine Außenseite des Seitenteils, mit einer ersten Oberfläche und eine zweite Seite, bspw. eine gegenüberliegende Innenseite des Seitenteils. Es kann dabei zumindest eine Markierung im Zuge der Herstellung im Spritzgussverfahren bereits in den Kunststoffkörper eingebracht werden, so dass die Markierung an der ersten Seite
15 sichtbar ist.

In einfachster Ausführungsform wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Markierung eine Datencode-Markierung mit einem 2D-Code umfasst, der bereits bei der Herstellung im Spritzgussverfahren in den Kunststoffkörper eingebracht wird und an der ersten Seite
20 maschinenlesbar vorgesehen ist. Der 2D-Code dient zur Datencodierung bzw. codiert Daten und ist zur Erfassung dieser Daten durch ein Datenerfassungsgerät geeignet. Die Erfassung kann dabei optisch, insbesondere elektrooptisch, mit einem handelsüblichen Datenerfassungsgerät bzw. Code-Lesegerät erfolgen.

- 25 Erfindungsgemäß wird die Datencode-Markierung somit zusammen mit dem eigentlichen Spritzgusskörper im Zuge seiner Herstellung im Spritzgussverfahren bzw. in einem entsprechend gestalteten Formwerkzeug bzw. Spritzgießwerkzeug erzeugt. Aufgrund der festen Zuordnung im Formwerkzeug sind Verwechslungen ausgeschlossen.

- 30 Die Datencode-Markierung wird bzw. ist integraler Bestandteil des Spritzgusskörpers und kann somit nicht, jedenfalls nicht zerstörungsfrei, von diesem getrennt werden.

Die Herstellungskosten für eine solche spezielle Datencode-Markierung werden durch die Integration in das Spritzgussverfahren
35 minimiert, da lediglich Einmalkosten für die Herstellung bzw.

nachträgliche Anpassung des Spritzgießwerkzeugs entstehen.

Eine Herstellung im 2-Komponentenverfahren ist grundsätzlich möglich, eine materialeinheitliche Herstellung der Datencode-Markierung mit dem 2D-Code aus ein und demselben Kunststoff, aus
5 welchem der Spritzgusskörper besteht, ist jedoch bevorzugt. Der 2D-Code ist somit einteilig mit dem Kunststoffkörper hergestellt bzw. geformt, insbesondere materialeinheitlich aus demselben Kunststoffmaterial. Diese Lösung erlaubt eine besonders kostengünstige Herstellung unter Verwendung relativ einfacher
10 Werkzeuge.

In bevorzugter Ausführungsform wird als 2D-Code in der Datencode-Markierung ein Matrix-Code in einem bereits verbreiteten bzw. standardisierten Format eingesetzt. Besonders bevorzugt ist beispielsweise ein QR-Code, insbesondere nach ISO/IEC 18004. Als
15 QR-Codes werden vorliegend auch dessen Varianten wie Micro-QR-Code, SQRC, iQR-Code oder Design-QR-Code usw. verstanden.

Ebenfalls verbreitet ist das Format des sogenannten DataMatrix™-Code nach ISO/IEC 16022 oder auch eine sogenannte GS1-DataMatrix. Auch andere bekannte 2D-Codes sind möglich, z.B. ein EZ-Code®.

20 Unter „Code“ wird hier die Abbildung von Daten in ein optisch erkennbares Symbol verstanden. Derartige Codes verwenden zur Codierung eine räumlich zweidimensionale Anordnung von zwei optisch verschiedenen Typen von flächigen Elementen, Codefeldern bzw. sog. Symbolmodulen (nachfolgend Symbolelemente), die das
25 eigentliche Datencode-Symbol insgesamt zusammensetzen. Nachfolgend werden die zwei verschiedenen Elementtypen als erste Symbolelemente und als zweite Symbolelemente bezeichnet.

Ein Symbolelement ist vorliegend ein flächiger Bereich, der durch optische Wirkung und/oder Form zusammen mit weiteren
30 Symbolelementen ein 2D-Code-Symbol darstellt. Symbolelemente der ersten Art weisen eine weitestgehend ähnlich optische Wirkung und/oder Form auf bzw. sind untereinander optisch gleichwirkend. Entsprechendes gilt für die zweiten Symbolelemente. Die ersten Symbolelemente unterscheiden sich aber signifikant in ihrer
35 optischen Wirkung und/oder Formgebung von den zweiten Symbolelementen. Bei konventionellen, aufgedruckten Matrix-Codes

handelt es sich um typisch gleich große quadratische Zellen als Symbolmodulen in zwei verschiedenen optisch gut unterscheidbaren Kontrastfarben, meist schwarz/weiß.

Die ersten Symbolelemente und die zweiten Symbolelemente sind
5 dabei integrale Bestandteile des Kunststoffkörpers, d.h. werden durch diesen gebildet, ohne dass z.B. ein Auftragen oder Aufdrucken erforderlich ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird jedoch vorgesehen, dass die ersten Symbolelemente eine andere (wirkliche)
10 Oberflächenbeschaffenheit aufweisen, als die zweiten Symbolelemente. Durch die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit der Symbolelemente lässt sich ein optischer Kontrast im Sinne unterschiedlicher Lichtreflektion erkennen, insbesondere auch ohne unterschiedliche Farbgebung der
15 Stoffe welche die Symbolelemente darstellen.

Beim erfindungsgemäßen Ansatz wird bevorzugt ein und derselbe Kunststoff für das Energieführungskettenbauteil und die Datencodemarkierung eingesetzt. Eine unterschiedliche Farbgebung der Symbolelemente ist nicht vorgesehen.

20 Zur weiteren Vereinfachung der Herstellung kann vorgesehen sein, dass die ersten Symbolelemente die gleiche Oberflächenbeschaffenheit aufweisen, welche auch eine erste Oberfläche des Spritzgussteils, jedenfalls über einen überwiegenden Flächenanteil der ersten Oberfläche, aufweist. Die
25 zweiten Symbolelemente können dabei insbesondere eine demgegenüber unterschiedliche Oberflächenprofil haben bzw. unterschiedliche Profileigenschaften betreffend die wirkliche Oberflächenbeschaffenheit. Oberflächenprofil meint dabei das wirkliche Oberflächenprofil im Querschnitt entlang zumindest einer
30 der Hauptrichtungen, vorzugsweise entlang beiden Richtungen. Das Profil hat vorzugsweise über die Fläche aller zweiten Symbolelemente durchgehend identische bzw. optisch gleichwertige Eigenschaften. Die Oberfläche bzw. Profileigenschaft kann dabei ungeordnet, ungleichmäßig und/oder chaotisch sein.

35 Die ersten und zweiten Symbolelemente können sich insbesondere hinsichtlich ihrer Rauheitskenngrößen (DIN EN ISO 4287)

unterscheiden

In bevorzugter Ausführungsform wird insbesondere vorgesehen, dass die ersten Symbolelemente eine glattere Oberfläche aufweisen, d.h. eine betragsmäßig geringere Rautiefe aufweisen als die zweiten
5 Symbolelemente. Dabei haben alle ersten Symbolelemente eine im technischen Sinne identische Oberflächenbeschaffenheit untereinander, jedoch eine gegenüber allen zweiten Symbolelementen nachweisbar unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit. Die Rautiefe lässt sich mit an sich bekannten technischen Verfahren an
10 der Oberfläche der Symbolelemente messtechnisch erfassen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die ersten Symbolelemente einen arithmetischen Mittenrauwert R_a im Bereich von $0,5\mu\text{m}$ bis $3,5\mu\text{m}$ (Mikrometer), bevorzugt im Bereich von $0,75\mu\text{m}$ bis $2,75\mu\text{m}$, aufweisen und die zweiten Symbolelemente einen
15 arithmetischen Mittenrauwert R_a im Bereich von $5\mu\text{m}$ bis $12\mu\text{m}$, bevorzugt im Bereich von $6,50\mu\text{m}$ bis $10,50\mu\text{m}$, aufweisen. Die Messung des arithmetischen Mittenrauwerths R_a kann dabei insbesondere nach der Norm DIN EN ISO 4288 (Version 1997) im Tastschnittverfahren erfolgen, mit R_a als normierter Kenngröße
20 nach DIN EN ISO 4287 (Version 1998).

Zur Vereinfachung der Formenherstellung kann vorgesehen sein, dass die ersten Symbolelemente im Vergleich zu einem an die Datencode-Markierung angrenzenden Bereich der ersten Oberfläche flächenbündig bzw. planeben mit dieser angeordnet sind bzw.
25 liegen. Die ersten Symbolelemente können stufenlos in die umgebende Oberfläche des Spritzgussteils übergehen. Diese Anordnung vereinfacht den Formenbau da so ggf. lediglich für die zweiten Symbolelemente besondere Bearbeitung benötigt wird.

Eine besonders einfache Ersterstellung bzw. nachträgliche
30 Anpassung eines geeigneten bzw. bestehenden Spritzgießwerkzeugs wird ermöglicht, wenn die zweiten Symbolelemente durch Bereiche gebildet werden, die gegenüber der Oberfläche der ersten Seite des Spritzgussteils vorstehen bzw. erhaben sind. Dies hat besonders bei dünnwandigeren Komponenten den Vorteil die (makroskopische)
35 Geometrie des Spritzgussteils nicht zu verändern. Es ist vorteilhaft wenn die Markierung keine Schwächung der Wandstärke

bewirkt, weil Kettenglieder, insbesondere Seitenlaschen von Energieketten, im Betrieb z.T. sehr hohen Kräften ausgesetzt sind.

Zur optischen Erfassung ist es vorteilhaft, wenn der mittlere Höhenunterschied zwischen den Oberflächen der ersten und zweiten Symbolelemente kleiner oder gleich 0,5mm beträgt. Damit lassen sich auch Symbolelemente mit relativ kleiner, z.B. quadratischer Grundfläche auch bei stark schräger Ausrichtung zur optischen Achse des Datenerfassungsgeräts zuverlässig auslesen. Zum wird die Bauteilgeometrie nicht spürbar verändert.

Die Datencode-Markierung kann insbesondere zusammen mit einem Strukturbereich des Spritzgussteils hergestellt sein, d.h. ohne zusätzlichen, gesonderten Teile-Bereich für die Markierung bzw. entsprechenden Materialaufwand.

Alternativ bzw. ergänzend ist es möglich, die Datencode-Markierung insgesamt in einem gegenüber der ersten Oberfläche vertieften Bereich der ersten Seite des Spritzgusskörpers vorzusehen. Dies schützt die Markierung u.a. gegen Abrieb etwa an Störkanten oder dergleichen. Ebenso ist es möglich, ergänzend oder alternativ die zweiten Symbolelemente durch Bereiche zu bilden, die gegenüber der Oberfläche der ersten Seite des Spritzgussteils vertieft sind bzw. zurückspringen. Die Datencode-Markierung sollte ungeachtet dessen in einem gut sichtbaren, jedoch möglichst nicht oder wenig verschleißanfälligen Flächenbereich des Kunststoffkörpers vorgesehen werden.

Ungeachtet der gewählten Oberflächenbeschaffenheit beider Arten von Symbolelementen des 2D-Codes sieht eine bevorzugte Ausführungsform vor, dass die zweiten Symbolelemente durch ihre Oberfläche bei identischer Lichteinstrahlung eine stärkere Lichtstreuung bzw. stärker ausgeprägte diffuse Reflektion bewirken bzw. erzeugen, als die ersten Symbolelemente. Durch unterschiedliche Lichtstreuung kann ohne Änderung der Materialbeschaffenheit ein Helligkeitsunterschied optisch bzw. visuell wahrnehmbar gemacht werden. Mit anderen Worten, die Symbolelemente sind bevorzugt nicht verfärbt, sondern bewirken optischen Kontrast lediglich aufgrund unterschiedlicher Lichtstreuung.

Der optische Kontrast bzw. die optische Differenzierbarkeit der unterschiedlichen Symbolelemente wird somit bevorzugt durch unterschiedliche optische Streueigenschaften hervorgerufen. Die ersten Symbolelemente können dabei beispielsweise eine technisch
5 möglichst geringe Rauheit bzw. Rauhigkeit aufweisen und dementsprechend näherungsweise wie eine gewöhnliche Reflektionsoberfläche wirken, die einfallendes Licht relativ gut reflektiert (Einfallswinkel = Ausfallswinkel, unter Berücksichtigung des materialabhängigen Absorptionsgrades).
10 Demgegenüber haben die zweiten Symbolelemente aufgrund der vorgegebenen andersartigen Oberflächenbeschaffenheit, beispielsweise durch entsprechende Aufrauung im Spritzgießwerkzeug, eine vorbestimmte, deutlich stärkere optische Streuwirkung hinsichtlich auftreffendem Licht. Die stärkere
15 Lichtstreuung der zweiten Symbolelemente im Vergleich zu den ersten Symbolelementen lässt sich bspw. über den Streukoeffizienten oder den Streuquerschnitt mit an sich bekanntem optischen Verfahren ermitteln und gegebenenfalls optimieren.

Versuche haben gezeigt, dass bereits die stärkere Lichtstreuung
20 durch die zweiten Symbolelemente im Vergleich zu den ersten Symbolelemente eine ausreichenden optische Unterscheidbarkeit bietet, um herkömmliche Matrix-Codes, bspw. einen QR-Code, mit handelsüblichen Geräten, z.B. einem gängigen Smartphone zuverlässig zu erkennen.

25 Die Lichtstreuung durch die zweiten Symbolelemente sollte ideal diffuser Reflektion (Lambert-Strahler) möglichst nahekommen. Dazu können die zweiten Symbolelemente insbesondere an ihren Oberflächen eine große Rauheit relativ zum Wellenlängenbereich sichtbaren Lichts aufweisen. Die ersten und zweiten Symbolelemente
30 können grundsätzlich bezogen auf dieselbe Messanordnung unterschiedliche Licht-Remissionsgrade aufweisen, die sich z.B. um mindestens 20% unterscheiden. Die ersten Symbolelemente können dabei eine glatte z.T. reflektierende Oberfläche haben.

In bevorzugter Ausführungsform erzeugen die zweiten Symbolelemente
35 weiterhin eine optisch im Wesentlichen isotrope Lichtstreuung. Unter Annahme eines sphärischen Koordinatensystems mit Polachse bzw. Z-Achse parallel zur Flächennormalen an der Grundfläche des

- 2D-Codes als Äquatorebene (z.B. bündig an der Oberfläche der ersten Symbolelemente) bedeutet im Wesentlichen isotrope Lichtstreuung hier, dass die Quantität der Lichtstreuung in eine ausgewählte Richtung bei konstantem Azimutwinkel im Wesentlichen
- 5 nicht vom Polarwinkel abhängt. Dies lässt sich meist visuell prüfen, z.B. wenn bei Drehen des Bauteils um die Z-Achse und gleichbleibender Lichteinstrahlung keine wesentliche Helligkeitsänderung an den zweiten Symbolelementen vom Betrachter wahrgenommen wird.
- 10 Eine derartige im Wesentlichen isotrope Lichtstreuung lässt sich beispielsweise durch aperiodische, z.B. technisch chaotische, Oberflächenprofile erzielen, die so eingestellt ist, dass die quantitative Abweichung über den gesamten Polarwinkelbereich (von 0 bis 2π) kleiner als eine vorgegebene Schwelle ist, z.B. über den
- 15 gesamten Polarwinkelbereich um nicht mehr als 15% Abweichung zeigt. Eine nach allen Richtungen näherungsweise gleiche (isotrope) Lichtstreuung kann insbesondere erzielt werden, wenn die Rauigkeit, bzw. die Abweichung von einer ideal glatten Fläche, an den zweiten Symbolelementen weitestgehend von beiden
- 20 Flächenrichtungen unabhängig bzw. zufällig ist.
- Denkbar wäre auch anisotrope Lichtstreuung z.B. durch Beugungsgitter oder ähnliche periodische Strukturen, z.B. regelmäßige Schraffierungen der Oberfläche. Ein Vorteil isotroper Lichtstreuung liegt aber darin, dass die relative Orientierung der
- 25 Datencode-Markierung zur Optik des Datenerfassungsgeräts hinsichtlich des Polarwinkels damit unerheblich ist. Dies ist besonders bei Energieführungsketten vorteilhaft, weil diese keine vorgegebene Orientierung in der Endanwendung haben. Energieführungsketten kommen in unterschiedlichsten räumlichen
- 30 Orientierungen zum Einsatz und bilden in den meisten Anwendungen zwei um 180° zueinander gedrehte Trume.
- Durch die erfindungsgemäße Erzeugung der Datencode-Markierung mit dem 2D-Code beim Spritzgießen bzw. im Spritzgießwerkzeug wird
- 35 insbesondere ermöglicht, dass der 2D-Code einschließlich der sichtbaren Oberflächen der ersten und zweiten Symbolelemente einstückig aus demselben Kunststoff hergestellt wird wie der

eigentliche Kunststoffkörper selbst. Hierbei können insbesondere für Spritzgussteile von Energieführungsketten übliche Polymere bzw. Kunststoffmischungen, beispielsweise mit einem überwiegenden Gewichtsanteil Polyamid ggf. mit Verstärkungsfasern, eingesetzt werden. Die Datencode-Markierung ist insbesondere bei durchgehend gleichbleibender Farbgebung des Kunststoffs möglich, auch mit einem visuell schwarzen Kunststoff, d.h. auch ohne stofflich unterschiedliche Farbgebung der beiden Grundarten von Symbolelementen im 2D-Code.

- 10 Die erfindungsgemäße Datencode-Markierung ist insbesondere in Kombination mit Spritzgussteilen aus faserverstärktem spritzgießfähigem Kunststoff vorteilhaft.

Die vorgeschlagene Lösung erlaubt es insbesondere, die Datencode-Markierung mit dem 2D-Code werkzeugfallend mit dem Kunststoffkörper herzustellen, so dass dieser ohne jegliche Nachbearbeitung bereits maschinenlesbar ist. Die Datencode-Markierung kann folglich insbesondere als Direktmarkierung zusammen mit dem Spritzgussteil in derselben Spritzgießform hergestellt werden. Dies erlaubt eine besonders kostengünstige Markierung mit einem 2D-Code bzw. einem Matrix-Code.

Versuche zeigen, dass sich eine optisch gut erfassbare unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit der ersten Symbolelemente gegenüber den zweiten Symbolelementen dadurch erzielen lässt, wenn einerseits die ersten Symbolelemente eine Oberflächenbeschaffenheit aufweisen, die einer Funken-Senkerosion des Formwerkzeugs durch elektroerosives Bearbeiten bzw. funkenerosives Abtragen (DIN 8580) erzielen lässt. Andererseits lässt sich eine geeignete Oberflächenbeschaffenheit der zweiten Symbolelemente erzielen, wenn deren Oberflächenbeschaffenheit einer Lasergravur, insbesondere einer Tiefen-Lasergravur bzw. 3D-Lasergravur der Spritzgießform (Formwerkzeug) entspricht. Dabei kann die erste Oberfläche der ersten Seite des Spritzgussteils außerhalb der Datencode-Markierung ebenfalls einer Funken-Senkerosion entsprechen. Die erste Seite kann dabei bestimmungsgemäß eine Außenseite des Spritzgussteils sein. Die zweite Seite des Spritzgussteils kann eine zweite Oberfläche aufweisen, welche zumindest überwiegend dieselbe

Oberflächenbeschaffenheit hat wie die erste Seite, d.h. ebenfalls eine durch Funkenerodieren (EDM: electrical discharge machining) erzeugte Oberflächengüte aufweisen.

5 Durch Funkenerosion lassen sich verhältnismäßig geringe Rautiefen der ersten Oberfläche und gegebenenfalls der ersten Symbolelemente erzielen, d.h. wünschenswert glatte Oberflächen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass lediglich für den optischen Kontrast der zweiten Symbolelemente ein unterschiedliches Verfahren in der Werkzeugherstellung des Formwerkzeugs benötigt wird, z.B. eine
10 Laserbearbeitung des Spritzgießwerkzeugs.

Datentechnisch ist die Datencode-Markierung vorzugsweise eine über alle identischen Spritzgussteile gleichbleibende Permanentmarkierung, d.h. im Spritzgießwerkzeug unveränderbar angelegt. Dabei können die vom 2D-Code codierten Daten
15 insbesondere einen herstellerbezogenen URL-Identifikator oder einen PURL-Identifikator umfassen. So kann der Nutzer, beispielsweise das Wartungspersonal, unter Verwendung eines handelsüblichen Smartphones mit einer Software zum Einscannen des 2D-Codes, beispielsweise einem QR-Code-Reader, in einfachster
20 Weise vor Ort von der Energieführungskette auf eine entsprechend vorbestimmte Internet-Seite des Herstellers geleitet werden.

Insbesondere zur Erkennung von Produktfälschungen ist es vorteilhaft, wenn die vom 2D-Code codierten Daten verschlüsselte und/oder spritzgussteilspezifische Dateninhalte umfassen. Hierzu
25 kann z.B. ein SQRC-Code (secure QR-Code) eingesetzt werden.

Neben der speziellen Datencode-Markierung kann das Spritzgussteil weiterhin eine herkömmliche nutzerlesbare Markierung aufweisen, insbesondere eine Zeitmarkierung, die es erlaubt, den Herstellungszeitpunkt festzustellen. Diese lässt sich ebenfalls
30 beim Spritzgießen in den Kunststoffkörper einbringen, z.B. mittels eines zeitvariablen Gießuhr-Markierstempels. Auch solche herkömmlichen, nutzerlesbaren Markierungen sind vorzugsweise an der ersten Seite des Spritzgussteils vorgesehen, an welcher auch die Datencode-Markierung vorgesehen ist.

35 Die Erfindung ist auf die Herstellung von mehrteiligen oder einteiligen Kettengliedern einer Energieführungskette und deren

Anbauteilen anwendbar (z.B. Trennstege, Querböden, Endbefestigungen, Zugentlastungen usw.). Die erfindungsgemäße Datencode-Markierung mit einem 2D-Code kann damit beispielsweise sowohl an einem oder beiden Seitenteilen eines Kettenglieds (Kettenlaschen) als auch an zumindest einem die Seitenteile verbindenden Öffnungssteg vorgesehen sein. Dementsprechend kann jedes einzelne Spritzgussteil jeweils einen eigenen fest zugeordneten 2D-Code in der entsprechenden Datencode-Markierung aufweisen. Somit wird u.a. jedes Einzelteil der Energieführungskette für den Nutzer leicht identifizierbar. Bereits für Energieführungsketten einer bestimmten Produktserie sind unterschiedlichste Einzelteile möglich, abhängig von u.a. Umlenkradius, Kettenbreite, Kettenhöhe usw. die für Nutzer z.T. nur schwer unterscheidbar sind.

Die Erfindung betrifft folglich auch ein Kunststoff-Spritzgießwerkzeug zur Herstellung von Spritzgussteilen aus Kunststoff für Energieführungsketten. Das Spritzgießwerkzeug kann insbesondere aus Stahl gefertigt sein. Erfindungsgemäß hat das Spritzgießwerkzeug einen vorbestimmten, fest im Spritzgießwerkzeug vorgegebenen Markierungsbereich für einen 2D-Code, der in der formgebenden Wandung zur Begrenzung der Spritzguss-Kavität gebildet bzw. eingearbeitet ist. Der Markierungsbereich weist dabei eine Anzahl erster Symbolbereiche auf, die insbesondere durch Funken-Senkerosion erzeugt sind, z.B. zusammen mit der Herstellung der Begrenzungswandung für die erste Oberfläche des Spritzgussteils. Weiterhin weist der Markierungsbereich im Formwerkzeug eine Anzahl zweiter Symbolbereiche auf, die andere Oberflächenbeschaffenheit, insbesondere eine größere Rautiefe aufweisen als die ersten Symbolbereiche. Die zweiten Symbolbereiche können dabei insbesondere im Zuge der Ersterstellung oder auch nachträglich, insbesondere durch Lasergravur des Spritzgießwerkzeugs erzeugt bzw. bereitgestellt werden. Als Lasergravur kommt insbesondere eine Tiefen-Lasergravur bzw. 3D-Lasergravur der Spritzgießform bzw. des Formwerkzeugs in Betracht.

Die ersten Symbolbereiche dienen daher der Erzeugung der ersten Symbolelemente und die zweiten Symbolbereiche der Erzeugung der zweiten Symbolelemente. Unter Spritzgießwerkzeug wird insbesondere

eine Formhälfte (Halbschale) eines zweiteiligen Formwerkzeugs verstanden, da es ausreichend ist, wenn die Datencode-Markierung einseitig vorliegt.

Die vorgeschlagene Datencode-Markierung von Energiekettenteilen
5 bietet unterschiedlichste Anwendungsvorteile. Ein Energieketten-Spritzgussteil mit 2D-Code kann unterschiedliche Zusatznutzen bieten. So kann z.B. die Montage und/oder Wartung vereinfacht oder unterstützt werden z.B. indem ein Aufrufen von Information zur Konstruktion, Montage und/oder Wartung der Energieführungskette.
10 Es kann auch unmittelbar eine Ersatzteilbestellung anhand des 2D-Codes ermöglicht werden. Dabei kann der Nutzer durch Datenerfassung des 2D-Codes mit einem Smartphone, Tablett oder dgl. direkt am Kunststoff-Spritzgussteil auf eine herstellerseitige, z.B. der Produktserie zu diesem Kunststoff-Spritzgussteil zugeordnete Webseite geführt werden, z.B. über eine
15 im QR-Code angelegte URL. Die Webseite kann Produktinformationen, wie z.B. Montage- oder Wartungsanleitungen, Spezifikationsdaten der Einzelteile und/oder Energieführungskette usw. aufweisen. Es kann ergänzend oder alternativ eine Bestellfunktion vorgesehen
20 sein zur Ersatzteilbestellung.

Es kann insbesondere jedes Einzelteil einer bestimmten Energieführungskettenserie mit einem eindeutig zugeordneten eigenen 2D-Code versehen werden, um derartigen Zusatznutzen zu bieten.

25 Weiter können ggf. nach Einscannen des 2D-Code webbasiert ergänzende Abfragen, z.B. hinsichtlich mindestens eines Parameters des Kunststoff-Spritzgussteils, an den Nutzer gerichtet werden, um zielgerichtete Informationen zu liefern. Auch denkbar ist der Aufruf einer Applikation auf dem Endgerät, welche Zusatznutzen zum
30 Produkt liefert.

Die Datencode-Markierung ist auch verwendbar zur Erkennung von Produktfälschungen, z.B. anhand verschlüsselter Zusatzdaten. Ergänzend und/oder alternativ kann der Nutzer durch Datenerfassung des 2D-Code am Kunststoff-Spritzgussteil auf eine
35 herstellerseitige, dem Kunststoff-Spritzgussteil zugeordnete Webseite geführt werden. So können ergänzende Abfragen,

insbesondere hinsichtlich mindestens eines Erkennungsmerkmals des Kunststoff-Spritzgussteils, an den Nutzer gerichtet werden, etwa um eine Aussage über die Authentizität bzw. eine Fälschung zu liefern.

- 5 Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich ohne Beschränkung aus der nachfolgenden, ausführlichen Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der beiliegenden Abbildungen. Diese zeigen:

10 **FIG.1:** eine perspektivische Ansicht eines Teilabschnitts einer Energieführungskette aus Kettengliedern in an sich bekannter Bauweise;

FIG.2A-2B: eine Seitenlasche (Außen lasche) als Spritzgussteil eines Kettenglied nach FIG.1 in Seitenansicht (FIG.2A) und Vergrößerung hieraus (FIG.2B) zur Veranschaulichung einer
15 Datencode-Markierung;

FIG.3: einen schematischen Querschnitt der Oberflächenprofile erster und zweiter Symbolelemente in der Datencode-Markierung nach FIG.2A-2B gemäß der Schnittlinie III-III in FIG.2B;

20 **FIG.4:** eine schematische Draufsicht auf Kettenglieder ähnlich FIG.1, hier mit einer Datencode-Markierung auf einem Öffnungssteg;

FIG.5: ein Lichtbild einer Formhälfte eines Spritzgießwerkzeugs zur Herstellung einer Seitenlasche nach FIG.2A-2B;

25 **FIG.6A-6B:** Lichtbilder einer Messung der Rautiefe Ra für erste Symbolelemente (FIG.6A) und zweite Symbolelemente (FIG.6B) der Datencodemarkierung durch ein Messgerät nach DIN EN ISO 4288:1997 an einer Formhälfte eines Spritzgießwerkzeugs zur Herstellung eines Öffnungsstegs nach FIG.4; und

30 **FIG.6C:** eine schematische Prinzip-Darstellung zum arithmetischen Mittenrauwert Ra (Kenngröße nach DIN EN ISO 4287:1998) an einem aperiodischen Oberflächenprofil ($Z(x)$) - analog zu den zweiten Symbolelementen in FIG.3 - über eine Messstrecke (l_r).

FIG.1 und FIG.4 zeigen einen Teilabschnitt einer bekannten Energieführungskette aus einzelnen Kettengliedern 1, z.B. der Produktserie mit Handelsbezeichnung E4.1L der igus GmbH (D-51147 Köln), die besonders leicht baut und dennoch sehr robust ist. In
5 FIG.1 sind drei Kettenglieder 1, gezeigt, hier ein mittleres mit zwei sog. Außenlaschen 2A, 2B als Seitenlaschen und zwei weitere mit sog. Innenlaschen 3A, 3B. Die Außenlaschen 2A, 2B überlappen hierbei die Innenlaschen 3A, 3B und je zwei Seitenlaschen 2A, 2B; 3A, 3B sind über lösbare Querstege 4 (Öffnungsstege) miteinander
10 zu Kettengliedern 1 verbunden. Die Seitenlaschen 2A, 2B; 3A, 3B bilden Laschenstränge, die sich über die gesamte Länge der Energieführungskette fortsetzen. Die Energieführungskette nach FIG.1 bzw. FIG.4 ist in WO 2014/161761 A1 näher beschrieben.

Die Seitenlaschen 2A, 2B; 3A, 3B und Querstege 4 sind
15 Kunststoffteile aus einem technisch harten und zähen Kunststoff, z.B. Polyamid mit Verstärkungsfasern, und in Spritzgusstechnik hergestellt. Auf die konkrete Bauweise der Energieführungskette bzw. Kettenglieder 1 kommt es vorliegend jedoch nicht an, die Erfindung ist auf jegliche Spritzgussteile für
20 Energieführungsketten anwendbar. Der Spritzgussteile 2A, 2B; 3A, 3B; 4 sind insbesondere aus einem weitgehend lichtundurchlässigen möglichst opaken, insbesondere schwarzen oder sehr dunkelfarbigem Kunststoff hergestellt. Die Seitenlaschen 2A, 2B; 3A, 3B und Querstege 4 haben jeweils - bezogen auf den Aufnahmeraum für
25 Leitungen im Kettenglied 1 - eine Innenseite 5 und eine gegenüberliegende Außenseite 6 und insgesamt eine relativ flache, z.B. plattenähnliche Gestaltung.

FIG.2A-2B zeigen rein beispielhaft zur Veranschaulichung der Erfindung eine Außenlasche 2A eines Kettenglieds 1 nach FIG.1, wobei gleichwertig jegliche Art von Seitenlaschen bzw. auch einteilige Kettenglieder in Betracht kommen. In einem seitlich vorstehenden mittleren Bereich der Außenseite 6 der Seitenlasche 2A ist eine Markierungsfläche 7 vorgesehen mit einer
30 Herstellerbeschriftung und zwei Zeitstempelbereichen 8 in denen durch drehbare Gießuhr-Markierstempel z.B. das Herstellungsdatum oder Herstellungsmonat und Jahr angegeben werden.

In einem endseitigen, nach innen versetzten Bereich der Außenseite

6 der Außenlasche 2A bzw. des Kettenglieds 1 ist eine Datencode-Markierung 10 mit einem flächigen zweidimensionalen Matrix-Code, hier einem QR-Code nach ISO/IEC 18004 mit z.B. als quadratisches Code-Symbol mit je nach Version 21x21 bis hin zu 177x177 einzelnen
5 Feldern für Symbolmodule bzw. Symbolelemente vorgesehen. Die Datencode-Markierung 10 ist im Betrieb gut sichtbar und hat eine Größe von z.B. mindestens 15x15mm um auch aus einer bestimmten Entfernung gut für ein Datenerfassungsgerät, z.B. ein Smartphone, maschinenlesbar zu sein. Die Codierung eines QR-Code nach
10 ISO/IEC 18004 als Datencode-Markierung 10 ist an sich bekannt und wird hier nicht näher erläutert. Der Zusatznutzen kann durch Einscannen des QR-Code 10 an FIG.2A getestet werden.

FIG.3 zeigt als Prinzipschema einen Schnitt in einer Richtung entlang der Linie III-III aus FIG.2A, hier beispielhaft beschränkt
15 auf den in FIG.2A links oben gezeigten Positionsmarker. Wie FIG.3 veranschaulicht haben die einzelnen Symbolelemente, nämlich erste Symbolelemente 11 und zweite Symbolelemente 12 jeweils unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit. Dabei haben die zweiten Symbolelemente 12 insbesondere ein raueres
20 Querschnittsprofil, d.h. eine größere Rautiefe als die ersten Symbolelemente 12. Die stärker ausgeprägte Rautiefe der zweiten Symbolelemente 12 ist insbesondere anhand des arithmetischen Mittenrauwert R_a messbar, der für die zweiten Symbolelemente 12 spürbar größer sein sollte als für die erste Symbolelemente 11,
25 z.B. um einen Faktor des mindestens 2-fachen, vorzugsweise >3 . Die oberflächentechnisch glatteren ersten Symbolelemente 11 können dabei dieselbe Oberflächenbeschaffenheit aufweisen wie die restliche bzw. überwiegende erste Oberfläche 13 an der Außenseite 6 des Spritzgussteils 2A. Das Oberflächen- bzw. Querschnittsprofil
30 beider Arten von Symbolelementen 11 bzw. 12 ist dabei in beide Flächenrichtungen x , y der Ebene aus FIG.2B gleichartig beschaffen und in FIG.3 nur schematisch und repräsentativ dargestellt. Die größere Rauigkeit der zweiten Symbolelemente 12 ist so eingestellt, dass diese eine deutlich stärkere Lichtstreuung
35 bewirken als die ersten Symbolelemente 11. Ferner ist das Oberflächenprofil der zweiten Symbolelemente 12 in beide Flächenrichtungen x , y der Hauptebene des Spritzgussteils 2A aperiodisch um eine weitgehend isotrope Lichtstreuung zu bewirken.

FIG.4 zeigt als weiteres Beispiel eines Spritzgussteils mit einem QR-Code als Datencode-Markierung 20 ein Quersteg bzw. Öffnungssteg 4 in der Geometrie gemäß FIG.1. Jedem Bauteil kann ggf. in jeder Baugröße einzeln ein zugehöriger eindeutiger Code zugewiesen werden, der im 2D-Code der Datencode-Markierung 10 bzw. 20 codiert ist und bspw. über die erkannte URL als Anfrageparameter mit an eine herstellerseitige Internetseite übermittelt wird.

FIG.5 zeigt ein Foto einer Formhälfte 30 aus Stahl eines Kunststoff-Spritzgießwerkzeugs zur Herstellung einer Außenlasche 2A, 2B nach FIG.1-2. In der Formhälfte 30 des Spritzgießwerkzeugs nach FIG.5 ist zur werkzeugfallenden Erzeugung der Datencode-Markierung 10 zusammen mit dem Spritzgussteil 2A, 2B (vgl. FIG.1) unmittelbar im Spritzgussverfahren ein Markierungsbereich 33 und unveränderbar eingearbeitet. Der Markierungsbereich 33 entspricht der Negativform des gewünschten 2D-Code, z.B. einem QR-Code, der Datencode-Markierung 10 nach FIG.2A-2B. Demensprechend hat der Markierungsbereich 33 erste z.T. quadratische und feldartige Symbolbereiche 31. Die Symbolbereiche 31 können flächenbündig und ohne Unterschied in der Oberflächenbeschaffenheit zum Rest der glatten Begrenzungswandung der Formhälfte 30 ausgebildet sein, insbesondere durch Funken-Senkerosion (EDM: electrical discharge machining). Der Markierungsbereich 33 hat ferner zweite z.T. quadratische und feldartige Symbolbereiche 32 die gegenüber den Symbolbereichen 31 vertieft liegen. Die zweiten Symbolbereiche 32 können nachträglich durch Tiefen-Lasergravur bzw. 3D-Lasergravur der Formhälfte 30 bzw. Spritzgießform eingebracht werden. Die Lasergravur zur Herstellung der zweiten Symbolbereiche 32 erlaubt scharfkantige Übergänge und Parametereinstellungen zur Erzeugung des gewünschten aperiodischen isotrop streuenden Oberflächenprofils der zweiten Symbolelemente 12 (vgl. FIG.3).

Anhand einer solchen Formhälfte 30 kann eine Datencode-Markierung 10 bzw. 20 (FIG.2A-2B, FIG.4) materialeinheitlich mit dem Kunststoffkörper des Spritzgussteils 2A, 2B; 3A, 3B bzw. 4 und werkzeugfallend hergestellt werden. Eine Nachbearbeitung ist zur maschinenlesbaren Erkennung des Codes der Datencode-Markierung 10 bzw. 20 nicht erforderlich.

FIG.6A-6B zeigen eine weitere Formhälfte 40 aus Stahl zur

Herstellung eines Öffnungssteigs 4 nach FIG.4. FIG.6A-6B veranschaulichen zudem beispielhaft die Messung der Rautiefe, hier des arithmetischen Mittenrauwert Ra im Tastschnittverfahren nach DIN EN ISO 4288 (Version 1997) an entsprechend durch Elektro-
5 Erosion bzw. Lasergravur hergestellten Symbolbereichen 41, 42. Die ersten Symbolbereich haben dieselbe Beschaffenheit wie die sonstige überwiegende Oberfläche 13 des Spritzgussteils 4. Anzumerken ist, dass im Spritzgussverfahren näherungsweise dieselbe Rautiefe an der Oberfläche 13 des Kunststoff-
10 Spritzgussteils gebildet werden kann, d.h. auch Strukturen im Mikrometer-Bereich ggf. auch Sub-Mikrometer-Bereich des Formwerkzeugs werden relativ formgetreu im fertigen Spritzgussteil 2A, 2B; 3A, 3B bzw. 4 abgebildet. Somit lassen sich empirisch die optischen Lichtstreuungs-Eigenschaften der durch die
15 Symbolbereiche 32 bzw. 42 erzeugten Oberflächen (wirkliche Oberflächenprofile) an den zweiten Symbolelementen 12 optimieren.

Vergleichsmessungen an Prototypen zeigen, dass sich mit den Formwerkzeugen nach FIG.5 und FIG.6A-6B ersten Symbolelemente 11 (und eine erste Oberfläche 13) mit einem arithmetischen
20 Mittenrauwert Ra im Bereich von $0,75-2,75\mu\text{m}$, insbesondere kleiner $2\mu\text{m}$, erzielen lassen und andererseits Oberflächenprofile an den zweiten Symbolelementen 12 mit einem arithmetischen Mittenrauwert Ra im Bereich von $6,50-10,50\mu\text{m}$ oder grösser. Entsprechend im Spritzgussverfahren in den Kunststoffkörper eingebrachte QR-Codes
25 10 bzw. 20 lassen sich optisch mit handelsüblichen Smartphones aus unterschiedlichsten Winkeln gut erfassen.

FIG.6C veranschaulicht als Rauheitskenngröße den arithmetischen Mittenrauwert Ra als Kenngröße nach DIN EN ISO 4287 (1998). Ra ist der arithmetische Mittelwert aus den Beträgen aller Profilwerte.
30 Auch bei Ermittlung anderer Kenngrößen, wie z.B. der gemittelten Rautiefe Rz, durch ein elektrisches Tastschnittgerät lassen sich die Profile messen. In FIG.6C veranschaulicht Z(x) rein schematisch ein wirkliches Oberflächenprofil, es handelt sich nicht um ein Messergebnis. Durch Funken-Senkerosion lassen sich
35 als Begrenzungswandungen der Formhälften 30, 40 sehr glatte Oberflächen erzielen, sodass ausgeprägte Spitzen und Riefen im Oberflächenprofil des Spritzgießwerkzeugs und damit des Spritzgussteil vermieden werden, und Ra aussagekräftig ist.

5

Bezugszeichenliste

- 10 FIG.1-2A, 2B
1 Kettenglied (einer Energieführungskette)
2A, 2B Außenlasche
3A, 3B Innenlasche
4 Quersteg (Öffnungssteg)
- 15 FIG.3-4
2A Seitenlasche (z.B. Außenlasche)
4 Quersteg (Öffnungssteg)
5 Innenseite
- 20 6 Außenseite
7 Markierungsfläche
8 Zeitstempel
10, 20 Datencode-Markierung (z.B. QR-Code)
11 erste Symbolelemente
- 25 12 zweite Symbolelemente
13 erste Oberfläche
x,y Flächenrichtungen (in der Hauptebene)
- FIG.5-6:
- 30 30; 40 Formhälfte
31; 41 erste Symbolbereiche
32; 42 zweite Symbolbereiche
33; 43 Markierungsbereich

35