

(19)



(11)

EP 4 130 306 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.02.2023 Patentblatt 2023/06

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C22C 1/02 (1968.09) C22C 21/00 (1968.09)
C22F 1/04 (1968.09)

(21) Anmeldenummer: **21189626.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C22C 1/026; C22C 21/00; C22F 1/04

(22) Anmeldetag: **04.08.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **ALPAN, Zafer Ravensburg (DE)**

(74) Vertreter: **Kuhnen & Wacker Patent- und Rechtsanwaltsbüro PartG mbB Prinz-Ludwig-Straße 40A 85354 Freising (DE)**

(71) Anmelder: **Aluminium-Werke Wutöschingen AG & Co.KG 79793 Wutöschingen (DE)**

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES LEGIERUNGSBANDES AUS RECYCELTEM ALUMINIUM, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BUTZEN AUS RECYCELTEM ALUMINIUM, UND LEGIERUNG AUS RECYCELTEM ALUMINIUM**

(57) Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung eines Legierungsbandes aus recyceltem Aluminium bereit, in welchem bis zu 100 % PCR-Aluminium als Sekundäraluminium eingesetzt werden kann, wodurch eine CO₂-Einsparung von mindestens 89 % im Vergleich zum Einsatz von Primäraluminium erreicht und somit ein wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeit geleistet

werden kann. Ferner stellt die vorliegende Erfindung eine Legierung aus recyceltem Aluminium bereit, welche eine höhere Festigkeit im Vergleich zum Stand der Technik aufweist, wodurch geringere Wanddicken ermöglicht und somit erhebliche Einsparungen hinsichtlich Material und Kosten durch leichtere Endprodukte erreicht werden können.

EP 4 130 306 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Legierungsbandes mit einem Anteil aus recyceltem Aluminium von bis zu 100 %. Insbesondere handelt es sich bei dem recycelten Aluminium um "post consumer recycled" (PCR) Aluminium (gemäß DIN EN ISO 14021:2016). Das hergestellte Legierungsband mit einem Anteil aus recyceltem Aluminium eignet sich zur Herstellung von Butzen.

10 Stand der Technik

[0002] Ein "Butzen" (englisch "slug") ist ein Basismaterial für die Verpackungsindustrie, welches zu Tuben, Dosen (z.B. Spraydosen), Flaschen verarbeitet wird, aber auch ein Basismaterial für die Zubehörindustrie, welches zu Elektronikgehäusen, Kraftstoff-Filtergehäusen, Kondensatorenbechern, Kühlkörpern und ähnlichem verarbeitet wird, und vorwiegend aus Aluminium (gemäß DIN EN 570:2007) besteht. Butzen werden durch Bandgießen und Stanzen in gewünschter Form, Wanddicke und Festigkeit hergestellt. Die Weiterverarbeitung zu Dosen, Tuben, Flaschen usw. erfolgt aus Butzen durch Kaltfließpressen. Meist werden Butzen in Reinaluminium gestanzt oder aus Stangen gesägt, zum Teil werden aber auch Aluminiumlegierungen mit weiteren Legierungselementen wie Silizium und Magnesium eingesetzt (siehe Literatur-1).

20 **[0003]** Je nach Anwendungsgebiet werden Butzen in "Verpackungsbutzen" und "technische Butzen" eingeteilt. Verpackungsbutzen für beispielsweise Tuben und Dosen werden ausschließlich aus bestimmten Aluminiumlegierungen (Legierungen der 1000er und 3000er Norm, z.B. EN AW 1050, EN AW 1070, EN AW 3102, und EN AW 3207) durch Bandgießen und Stanzen hergestellt. Technische Butzen für beispielsweise Elektronikgehäuse, Kraftstoff-Filtergehäuse, Kondensatorenbecher und Kühlkörper können aus verschiedensten Legierungen (u.a. Legierungen der 1000er, 3000er und 6000er Norm) hergestellt werden.

25 **[0004]** Bei der Verwendung von Reinaluminium, werden hauptsächlich Legierungen mit einem Aluminiumgehalt von mindestens 99,5 % (EN AW 1050) oder mit einem Aluminiumgehalt von mindestens 99,7 % (EN AW 1070) eingesetzt (gemäß europäischer Norm EN 573-3). Derartige Werkstoffe sind gut durch Fließpressen umformbar und erfahren eine Festigkeitssteigerung durch Kaltumformung während eines Fließpressvorganges. Aufgrund dieser vorteilhaften Eigenschaften decken diese Legierungen den größten Teil des Gesamtbedarfes im Bereich der Verpackungsbutzen und teilweise auch im Bereich der technischen Butzen ab.

30 **[0005]** Allgemein werden Aluminiumlegierungen in 9 Gruppen eingeteilt.

- 35 - Legierungen der 1000er Normen (z.B. EN AW 1050 und EN AW 1070) umfassen Legierungen aus Reinaluminium mit mindestens 99% Aluminium, wobei einige Legierungen dieser Gruppe für Verpackungsbutzen eingesetzt werden.
- Unter Legierungen der 2000er Normen werden Legierungen aus Aluminium und Kupfer, aber auch Legierungen, welche Mn und Mg enthalten, zusammengefasst.
- Legierungen der 3000er Normen (z.B. EN AW 3102) umfassen Legierungen aus Aluminium und Mangan.
- 40 - Legierungen aus Aluminium und Silizium werden als Legierungen der 4000er Normen bezeichnet. Aus diesen Legierungen werden zum Teil Getränkedosen hergestellt.
- Legierungen der 5000er Normen umfassen Legierungen aus Aluminium und Magnesium. Auch aus diesen Legierungen werden zum Teil Getränkedosen hergestellt.
- Legierungen aus Aluminium, Magnesium und Silizium werden als Legierungen der 6000er Normen bezeichnet. Diese Legierungen werden industriell am häufigsten (u.a. aufgrund der guten Umformbarkeit und Aushärtbarkeit) verwendet, aber sind jedoch für die Herstellung von Butzen nur bedingt geeignet.
- 45 - Legierungen der 7000er Normen umfassen Legierungen aus Aluminium und Zink. Diese Legierungen weisen jedoch eine schlechte Umformbarkeit und eine hohe Festigkeit, welche teilweise höher als Stahl ist, auf.
- Legierungen aus Aluminium und Eisen werden als Legierungen der 8000er Normen bezeichnet.
- 50 - Legierungen der 9000er Normen umfassen Sonderlegierungen, welche nicht unter die Definition einer der vorstehend genannten Gruppen fallen.

[0006] Ein typisches Beispiel für so genannte "Legierungsbutzen" sind die Butzen aus Aluminiumlegierungen mit einem Mangangehalt von 0,2 % (EN AW 3102) oder mit einem Mangangehalt von 0,6 % (EN AW 3207). Derartige Legierungen haben eine erheblich höhere Grundhärte und finden dadurch eher bei spezielleren Produkten, welche einen höheren Innendruck aushalten müssen, Anwendung. Aufgrund der höheren Festigkeit dieser Legierungen können dünnere Wanddicken bei Aerosoldosen und Gehäuse für technische Anwendungen erzielt werden.

[0007] Die Legierungen werden zunächst in Bändern hergestellt, welche als Vormaterial zum Beispiel für die Herstellung von Butzen dienen. Ein typischer Prozessablauf bei der Herstellung gegossener Bänder umfasst Chargieren eines

Ofens mit Ausgangsmaterial, Schmelzen des Materials, Legieren der Schmelze, Behandeln der Schmelze, Gießen als Band, Warmwalzen des Bandes, Kaltwalzen des Bandes, und Aufhaspeln des Bandes.

[0008] Zusätzliche Prozessabläufe bei der Herstellung von Butzen aus gegossenen Bändern umfassen Stanzen der Butzen aus einem abgehaspelten Band, Weichglühen der Butzen, Behandeln der Oberfläche der Butzen (zum Beispiel, Strahlen, Scheuern, Trommeln, Trowalisieren bzw. Gleitschleifen, etc.), Verpacken der Butzen, und schließlich Lagern der Butzen.

[0009] Aus Gründen des Umweltschutzes und der Ressourcenschonung kann beim Herstellungsverfahren Kreislaufmaterial zugesetzt werden. Prinzipiell lässt sich ein Kreislaufmaterial, welches bei der Herstellung einer Legierung zugesetzt werden kann, in zwei Arten einteilen.

[0010] Zum einen gibt es den sogenannten "*Abfall vor Gebrauch*" oder "*Post Industrial Recycled*" (Abkürzung: PIR). Unter diesen Begriff fallen zum Beispiel Stanzgitter aus der Butzenherstellung mit Primäraluminium als Ausgangsmaterial.

[0011] Zum anderen, gibt es den sogenannten "*Abfall nach Gebrauch*" oder "*Post Consumer Recycled*" (Abkürzung: PCR, gemäß DIN EN ISO 14021:2016). Unter diesen Begriff fallen gebrauchte Getränkedosen aus Sammelstellen (gemäß EN 13920-10 bzw. Abfallschlüssel 15 01 04 oder 19 12 03), aluminiumhaltiger Sortierschrott aus dem "Gelben Sack" (gemäß EN 13920-9 bzw. Abfallschlüssel 15 01 04 oder 19 12 03), Off-Set-Bleche (gemäß EN 13920-2 bzw. Abfallschlüssel 19 12 03), Draht- und Kabelschrotte (gemäß EN 13920-3 bzw. Abfallschlüssel 19 12 03), Profilschrotte (gemäß EN 13920-4 oder -5 bzw. Abfallschlüssel 19 12 03), und umgearbeitete Aluminium-Krätze aus der eigenen Schmelze mit einem Sekundäraluminiumanteil > 60% (gemäß EN 13920-16).

[0012] Beim PCR handelt es sich überwiegend um unreinigten Abfall bzw. Schrott, an dem organische Stoffe (z.B. Öl, Farbe, Reststoffe aus der Füllung, usw.) haften. Allgemein gibt es zwei Möglichkeiten derartiges Material aufzuarbeiten. Eine Verarbeitung ohne Vorbehandlung ist nur dann möglich, wenn ein Schmelzofen mit einer entsprechenden Technologie verwendet wird. Ohne die Verwendung eines Schmelzofens ist ein Schritt der Umarbeitung notwendig. Hierbei wird kontaminierter Schrott in einem Betrieb mit entsprechender Technologie umgeschmolzen. Durch die Umschmelzung entstehen Barren (sogenannte "Sows"), die dann ohne Probleme im Schmelzofen der Rotary-Casting-Anlage eingesetzt werden können.

[0013] Bisher wird jedoch PCR-Aluminium kaum als Kreislaufmaterial verarbeitet. Industriell erfolgt die Herstellung von Legierungen hauptsächlich aus PIR-Aluminium aufgrund der nachstehenden Vorteile gegenüber dem Einsatz von PCR-Aluminium.

[0014] Einer der wichtigsten Gründe ist die Umformbarkeit. Reinaluminiumlegierungen (beispielsweise EN AW 1050 und EN AW 1070) lassen sich sehr gut in Dosen und Tuben umformen. Aufgrund dieses sehr guten Umformvermögens sind Werkstoffe aus derartigen Legierungen für alle Dosen- und Tubenhersteller ideale Ausgangsmaterialien zur Weiterverarbeitung.

[0015] Ferner ist im industriellen Maßstab ein reproduzierbarer Prozess entscheidend. Reine Legierungen sind aus Primäraluminium mit gleichem Reinheitsgrad herzustellen. Es wird auf Primärmetall zurückgegriffen, da es nur sehr begrenzt Schrottarten gibt, welche einen gleichen Reinheitsgrad aufweisen.

[0016] Da beim Stanzen durchschnittlich 40% Prozessschrott entstehen, ist es aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll, die reinen Legierungen im eigenen Materialkreislauf zu halten. Falls reine Legierungen zu höher legierten Legierungen zugegeben werden, sind sie für den Kreislauf reiner Legierungen verloren.

[0017] Reine Legierungen wie beispielsweise EN AW 1050 und EN AW 1070 weisen eine ähnliche chemische Zusammensetzung auf und können gegebenenfalls auch gemischt verarbeitet werden, was in einer einfachen Logistik resultiert.

[0018] Allgemein wird bei der Herstellung einer Legierung ohne Verwendung von Aluminium-Schrott Primäraluminium als Basis eingesetzt und durch entsprechende Vorlegierungen legiert. Beispielsweise werden zur Erzielung der Legierung EN AW 3102 Primäraluminium und eine AlMn-Vorlegierung eingesetzt. Wird PIR-Aluminium als Kreislaufmaterial eingesetzt, so besteht die Mischung der Einsatzmaterialien aus Primäraluminium und einer Vorlegierung (beispielsweise AlMn zur Erzielung der Legierung EN AW 3102) und zum Beispiel Stanzgitter aus gleicher Legierung (aus einer vorhergehenden Produktion).

[0019] Bei der Herstellung von beispielsweise den Legierungen EN AW 1050 und EN AW 1070 wird im Stand der Technik deshalb ein typisches Verhältnis von 60 bis 70 % Primäraluminium (z.B. Masseln in Qualität P1020 gemäß Norm DIN EN 576) zu 30 bis 40 % Sekundäraluminium (PIR-Prozessschrott, z.B. Stanzgitterschrotte aus der Butzenproduktion, jeweils aus derselben Legierung) verwendet.

[0020] Auch bei der Herstellung von beispielsweise den Legierungen EN AW 3102 und EN AW 3207 wird im Stand der Technik ein typisches Verhältnis von 60 bis 70 % Primäraluminium (z.B. Masseln in Qualität P1020 gemäß Norm DIN EN 576) zu 30 bis 40 % Sekundäraluminium (Vorlegierungen zum Legieren und PIR-Prozessschrott z.B. Stanzgitterschrotte aus der Butzenproduktion, jeweils aus derselben Legierung) verwendet.

[0021] Literatur-2 (EP 3 144 403 B1) offenbart Aluminiumlegierungen aus dem Stand der Technik, welche durch Mischen von 10 bis 60 % von PIR-Aluminiumlegierungen (Sorten: 3105, 3004, 3003, 3103, oder 3104) mit 40 bis 90 %

Reinaluminium (Sorten 1070 und 1050) hergestellt werden.

Problem

5 **[0022]** Das Einsatzmaterial für die Herstellung von Aluminiumlegierungen bestimmt maßgeblich das Ausmaß der CO₂-Emission. Die Primärmetallherstellung aus Bauxit ist aufgrund der Elektrolyse sehr energieintensiv und verursacht daher eine hohe CO₂-Belastung. Die CO₂-Belastung beim Einsatz von Primärmetall ist deshalb wesentlich höher als beim Einsatz von Kreislaufmaterial.

10 **[0023]** Hinsichtlich des Primäraluminiums beträgt die CO₂-Belastung in Europa in Bezug auf produziertes Primäraluminium 6,7 kg(CO₂)/kg(Al) und eingesetztem Primäraluminium 8,7 kg(CO₂)/kg(Al). Weltweit beträgt die CO₂-Belastung durch eingesetztes Primäraluminium sogar 18 kg(CO₂)/kg(Al) (siehe Tabelle 1, Literatur-3).

15 **[0024]** Im Gegensatz dazu beträgt die CO₂-Belastung hinsichtlich des Sekundäraluminiums durch Umschmelzen des Kreislaufmaterials lediglich 0,3 kg(CO₂)/kg(Al) (siehe Tabelle 1, Literatur-3). Zusätzlich fallen CO₂-Belastungen an, welche durch Prozesse wie Sammeln, Reinigen, Sortieren und Transportieren des Kreislaufmaterials entstehen, und auf ca. 0,625 kg(CO₂)/kg(Al) deutschlandweit abgeschätzt werden können (siehe Tabelle 1, Literatur-4).

Tabelle 1: Übersicht der CO₂-Belastung von Primäraluminium und Sekundäraluminium (siehe Literatur-3 und Literatur-4).

	CO ₂ -Belastung
PRIMÄRALUMINIUM	[kg(CO ₂)/kg(Al)]
eingesetztes Primäraluminium (weltweit)	18
produziertes Primäraluminium (europaweit)	6,7
25 eingesetzter Primäraluminium (europaweit)	8,7
SEKUNDÄRALUMINIUM	
Sammeln, Reinigen, Sortieren und Transportieren (deutschlandweit)	0,625
30 evtl. Umarbeiten des Kreislaufmaterials mit organischen Anhaftungen; Umarbeitbetriebe, zertifiziert nach ASI (Aluminium Stewardship Initiative))	0,35

35 **[0025]** Entsprechend Tabelle 1 beträgt die CO₂-Belastung eines Vormaterials, welches z.B. in einen Schmelz-/Gießofen einer Bandgießanlage chargiert wird, im Falle eines direkten Einsatzes ca. 0,625 kg(CO₂)/kg(Al) und im Falle eines zusätzlich umgearbeiteten Materials ca. 0,975 kg(CO₂)/kg(Al).

[0026] Im Vergleich zum eingesetzten Primäraluminium ergibt sich eine CO₂-Einsparung von mindestens 89 %, wenn eine Aluminiumlegierung ausschließlich mit Sekundäraluminium hergestellt wird.

40 **[0027]** Zum Beispiel beträgt die Recyclingquote für aluminiumhaltige Getränkedosen, ca. 72 % bezogen auf Europa bzw. ca. 99 % bezogen auf Deutschland. Das seit Jahrzehnten eingeführte Pfandsystem in Deutschland führte zu einem derartig hohen Rückführungsanteil des PCR-Aluminiums in den Kreislauf (siehe Literatur-5).

[0028] Das heißt, durch den gezielten Einsatz von auf dem Markt erhältlichen Kreislaufmaterialarten kann die CO₂-Bilanz beispielsweise bei der Herstellung von Butzen, welche bis 90 % durch den CO₂-Wert des eingesetzten Vormaterials bestimmt wird, in erheblichem Maße reduziert werden.

45 **[0029]** Die steigende Sensibilität der Endverbraucher hinsichtlich Nachhaltigkeit von Produktion- und Wertstoffkreisläufen und daraus resultierender CO₂-Bilanz fordert den steigenden Einsatz von recyceltem Material, insbesondere von PCR-Aluminium, in der Herstellung von aluminiumhaltigen Legierungen.

50 **[0030]** Im Stand der Technik werden dennoch Verpackungsbutzen, welche beispielsweise als Vormaterial zur Herstellung von Dosen und Tuben dienen, und technische Butzen, welche beispielsweise zur Herstellung von Gehäusen (z.B. Kraftstofffiltergehäuse im Auto) oder ähnlichen dienen, überwiegend aus Reinaluminium (Legierungen gemäß EN AW 1050A und EN AW 1070A) hergestellt. Derart reine Legierungen können mit Einsatz von Masseln und/oder sortenreinem Schrott, beispielsweise Stanzgitter, problemlos hergestellt werden. Ein typisches Herstellungsverfahren verwendet beispielsweise 60 % Primäraluminium und 40 % Stanzgitter.

55 **[0031]** Allgemein gilt, je niedriger der Legierungsanteil (ca. max. 0,5 % gesamt) ist, desto einfacher ist die Einstellung der genormten chemischen Zusammensetzung durch den Einsatz von Primäraluminium. Außerdem besteht bei derartig geringen Legierungsanteilen der Vorteil, dass sich das Material leichter umformen lässt und somit die erforderliche Umformkraft geringer ist. Dies wirkt sich auf den Werkzeugverschleiß positiv aus.

[0032] Aus den vorstehend genannten Gründen wurde bisher im Stand der Technik an den bisherigen Prozessen wenig geändert. Das steigende Umweltbewusstsein und das gesteigerte Empfinden hinsichtlich der Nachhaltigkeit der

Gesellschaft zwingt die Aluminiumindustrie dazu neue Wege zu gehen, das heißt, beispielsweise Legierungen aus verschiedenen Kreislaufmaterialien (nicht normierte Werkstoffe mit höheren Legierungsanteilen) herzustellen.

Zusammenfassung der Erfindung und Lösung des Problems

- 5
- [0033]** Um möglichst nachhaltige Wertstoffkreisläufe bei der Herstellung zu verwenden und Produkte zu erzeugen, welche im Wesentlichen aus Sekundärmaterial mit minimalen CO₂-Emissionen produziert werden, wurde das vorliegende Verfahren erfunden.
- 10 **[0034]** Die vorliegende Erfindung löst das oben genannte Problem und leistet einen Beitrag zur Nachhaltigkeit durch einen Einsatz von Kreislaufmaterialarten (Sekundäraluminium) bis zu 100%. Vorteilhaft setzt die vorliegende Erfindung Kreislaufmaterialarten ein, welche auf dem Markt derzeit ausreichend verfügbar sind, da sie verfahrensbedingt und somit zwangsläufig anfallen oder eine kurze Nutzungsdauer haben. Die vorliegende Erfindung ermöglicht einen Einsatz verschiedener Kreislaufmaterialarten in unterschiedlichen Mengenverhältnissen mit einer breiten Toleranz (bezogen auf Gew.-%).
- 15 **[0035]** Legierungselemente und insbesondere der spezifische Mangangehalt der erfindungsgemäßen Legierung führen zu einer Festigkeitssteigerung, welche neue Möglichkeiten bei der Gestaltung der Wanddicken (insbesondere eine geringere Wanddicke) ermöglicht, und wodurch erhebliche Einsparpotentiale beim Materialeinsatz des Fließpressprozesses und schließlich leichtere Endprodukte (z.B. geringes Dosenleergewicht) erreicht werden können.
- 20 **[0036]** In einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Legierungsbands aus recyceltem Aluminium bzw. PCR-Aluminium bereitgestellt, wobei keine Legierungselemente zugesetzt werden und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst.
- 25 **[0037]** Zuerst wird die Zusammensetzung von einzelnen Chargen der Ausgangsmaterialien, bestehend aus Aluminium, wie Masseln ("*Hüttenaluminium*"), und Aluminium-Kreislaufmaterialien wie Schrotte vor Gebrauch (PIR) z.B. Stanzgitter und Schrotte nach Gebrauch (PCR) wie Drahtschrott oder Sows aus verschiedenen Schrottarten, um eine Legierung mit gewünschter Zusammensetzung ("*RAW-C*", "*Recycled Aluminum Wutöschingen-Container*") zu erzielen, bestimmt. Die Bestimmung basiert auf einer theoretischen Berechnung der chemischen Zusammensetzung der Ziellegerung, wobei ausgehend von den jeweiligen chemischen Zusammensetzungen der eingesetzten, einzelnen Einsatzmaterialarten, insbesondere Schrottarten, wie beispielsweise Getränkedosen, Off-Set-Bleche, oder Drahtschrott ein Mischungsverhältnis ermittelt wird.
- 30 **[0038]** PCR-Aluminium, welches in der Herstellung einer Legierung eingesetzt wird, kann in Form von Sows als Vormaterial von Umarbeits-Gießereien bezogen werden. Beispielsweise kann ein derartiges Vormaterial aus 40 % Getränkedosen und 60 % Off-Set-Bleche bestehen, es sind aber auch separate Umschmelzungen möglich, sodass das Vormaterial in Form von Sows aus 100 % Getränkedosen, oder 100 % Off-Set-Bleche besteht.
- 35 **[0039]** Eine derartige Ermittlung bzw. "*Gattierung*" wird jeweils für einen Guss entsprechend den Einsatzmaterialien und dem gewünschten Endprodukt ("*RAW*"-Legierung) berechnet.
- 40 **[0040]** Anschließend wird eine Anlage zum Gießen von Bändern mit den Chargen der Ausgangsmaterialien gemäß dem vorherigen Schritt entsprechend der Form des Ausgangsmaterials bzw. Einsatzmaterials (zunächst kleinformatige Schrotte wie z.B. Stanzgitter oder würfelförmiger Drahtschrott und anschließend die großformatigen Schrotte wie Sows (ca. 800kg/St.)) beschickt. Eine derartige Anlage kann beispielsweise aus einem separaten Schmelzofen und einem nachgeschalteten Gießofen, oder aus einem kombinierten Schmelz-/Gießofen bestehen.
- 45 **[0041]** Im Folgenden wird die Mischung im Ofen geschmolzen. Die Energiezufuhr kann beispielsweise durch einen Brenner an der Ofendecke erfolgen. Während der Schmelzphasen wird die Temperatur überwacht und variiert. Die Decktemperatur vor der Beschickung kann eine Temperatur in einem Bereich von 700 °C bis 1000 °C, vorzugsweise in einem Bereich von 800 °C bis 900 °C, bevorzugter in einem Bereich von 820 °C bis 870 °C aufweisen, und weist insbesondere bevorzugt eine Temperatur von 850 °C auf. Die Decktemperatur während des Schmelzens kann eine Temperatur in einem Bereich von 800 °C bis 1000 °C, vorzugsweise in einem Bereich von 900 °C bis 1000 °C, und bevorzugter in einem Bereich von 950 °C bis 1000 °C aufweisen, und weist insbesondere bevorzugt eine Temperatur von 990 °C auf.
- 50 **[0042]** Die entstandene Schmelze wird beispielsweise durch Salz-, Absteht- und Spülgasbehandlungen zur Bindung von nichtmetallischen Verunreinigungen, wie zum Beispiel Oxiden, behandelt und gereinigt. Aufgeschmolzenes Aluminium wird auf dem Weg zur Gießanlage durch keramischen Filter gereinigt.
- [0043]** Die entstandene Schmelze wird hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung untersucht, wobei eine erste Probe nach dem vollständigen Beschicken des Ofens genommen (Schmelzprobe), und eine zweite Probe vor dem Gießen genommen wird (Freigabeprobe).
- 55 **[0044]** Die Decktemperatur während des Gießens kann eine Temperatur in einem Bereich von 600 °C bis 900 °C, vorzugsweise eine Temperatur in einem Bereich von 700 °C bis 800 °C, und bevorzugter eine Temperatur in einem Bereich von 700 °C bis 750 °C aufweisen, und weist insbesondere bevorzugt eine Temperatur von 720 °C auf, wobei die Temperatur des Metalls, abhängig von der Legierung, eine Temperatur in einem Bereich von 700 °C bis 800 °C,

EP 4 130 306 A1

vorzugsweise eine Temperatur in einem Bereich von 710 °C bis 740 °C aufweist; und bevorzugter eine Temperatur von 730 °C aufweist. Die Gießtemperatur hängt vom Material ab und liegt normalerweise über 660 °C. Die Gießtemperatur kann eine Temperatur in einem Bereich von 660 °C bis 900 °C, vorzugsweise in einem Bereich von 660 °C bis 800 °C, bevorzugter in einem Bereich zwischen 690 °C und 750 °C aufweisen, und weist insbesondere bevorzugt eine Temperatur von 730 °C auf.

[0045] Die flüssige Mischung wird vorzugsweise durch Rotary-Casting zu einem Band gegossen. Das Gießen erfolgt kontinuierlich über ein Gießrad. Ein Gießrad kann beispielsweise aus Stahl oder Kupfer bestehen und einen Durchmesser von 1000 bis 1800 mm aufweisen. Die Temperatur des aus der Anlage heraustretenden Bandes hängt unter anderem vom Bandquerschnitt und Gießradtyp ab und kann eine Temperatur in einem Bereich von 400 °C bis 600 °C, vorzugsweise eine Temperatur in einem Bereich von 450 °C bis 550 °C, bevorzugter eine Temperatur in einem Bereich von 470 °C bis 530 °C aufweisen, und weist insbesondere bevorzugt eine Temperatur von 500 °C auf. Aus flüssigem Aluminium wird in dem Gießspalt zwischen Gießband und Gießrad ein Band mit beispielsweise einer Dicke von 16 bis 32 mm gebildet.

[0046] Anschließendes Warmwalzen des Bandes erfolgt oberhalb der Rekristallisationstemperatur der Zusammensetzung. Die Rekristallisationstemperatur ist vom Material abhängig und somit kann eine Temperatur während des Warmwalzens in einem Bereich von 300 °C bis 600 °C, vorzugsweise eine Temperatur in einem Bereich von 320 °C bis 500 °C, bevorzugter eine Temperatur in einem Bereich von 370 °C bis 470 °C gewählt werden. Besonders bevorzugt wird eine Temperatur von 440 °C während des Warmwalzens gewählt. Durch diesen Schritt wird die Ausgangsdicke um 25 % bis 50 % reduziert.

[0047] Das Band muss nach dem Warmwalzen durch eine geeignete Kühlung auf maximal 50 °C, bevorzugter auf eine Temperatur nicht höher als 40 °C, und besonders bevorzugt auf nicht höher als 30 °C gekühlt werden. Der Abkühlgradient beträgt dabei vorzugsweise zwischen 800 °C und 1200 °C/Min, bevorzugter zwischen 850 °C und 1150 °C, besonders bevorzugt zwischen 900 °C und 1100 °C.

[0048] Nach dem Kaltwalzen des Bandes wird beispielsweise eine Dicke zwischen 5 mm und 12 mm erreicht.

[0049] In einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Butzen aus recyceltem Aluminium bzw. PCR-Aluminium bereitgestellt, wobei keine Legierungselemente separat zugesetzt werden und das Verfahren die vorstehend beschriebenen Schritte des ersten Aspekts und die nachstehenden Schritte umfasst.

[0050] "Separat zugesetzt" bedeutet in diesem Zusammenhang dass, außer den eingesetzten Aluminium-Vormaterialarten, welche bereits Legierungselemente aufweisen, keine Elemente der Al-Legierung elementar hinzugegeben werden. Die eingesetzten Vormaterialarten weisen beispielsweise im Fall von alten Getränkedosen einen Gesamtlegierungsanteil von ca. 2 % bis 3% auf. Da die Vormaterialarten ausreichende Legierungselemente in die Schmelze bringen, ist ein zusätzliches Legieren durch Zugabe von Legierungselemente nicht erforderlich.

[0051] Die Butzen werden durch Stanzen des erzeugten Gießbandes mit geeignetem Stanzwerkzeug hergestellt.

[0052] Ferner werden die Butzen wärmebehandelt, um die durch das Walzen und das Stanzen entstandene Kaltverfestigung abzubauen. Bei der Wärmebehandlung kann eine Temperatur in einem Bereich von 400 °C bis 600 °C, vorzugsweise eine Temperatur in einem Bereich von 420 °C bis 580 °C, bevorzugter eine Temperatur in einem Bereich von 450 °C bis 550 °C gewählt werden, und besonders bevorzugt beträgt die Temperatur 520 °C.

[0053] Nach dem Abkühlen der Butzen auf Raumtemperatur wird die Butzenoberfläche beispielsweise durch Strahlen, Scheuern und Trommeln aufgeraut, um eine ausreichende Schmiermittelaufnahme der Butzen für den Kaltfließpressvorgang zu ermöglichen.

[0054] In einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine "RAW"-Legierung, welche durch das Verfahren gemäß dem ersten oder zweiten Aspekt hergestellt wird, bereitgestellt. Diese Legierung weist die folgende Zusammensetzung auf:

Si: 0,05 bis 0,40 Gew.-%,	Fe: 0,20 bis 0,60 Gew.-%,	
Cu: 0,03 bis 0,20 Gew.-%,	Mn: 0,16 bis 0,50 Gew.-%,	
Mg: 0,03 bis 0,20 Gew.-%,	Cr: 0,01 bis 0,03 Gew.-%,	
Zn: 0,01 bis 0,06 Gew.-%,	Ti: 0,01 bis 0,03 Gew.-%,	
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%,	Pb: ≤ 0,005 Gew.-%,	Al: Rest.

[0055] In einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Legierung "RAW-C25" gemäß dem dritten Aspekt bereitgestellt. Diese Legierung weist die folgende Zusammensetzung auf:

Si: 0,05 bis 0,12 Gew.-%,	Fe: 0,20 bis 0,30 Gew.-%,
Cu: 0,03 bis 0,07 Gew.-%,	Mn: 0,16 bis 0,22 Gew.-%,
Mg: 0,03 bis 0,07 Gew.-%,	Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn 0,01 bis 0,04 Gew.-%,	Ti 0,005 bis 0,03 Gew.-%,

EP 4 130 306 A1

(fortgesetzt)

Zr: $\leq 0,03$ Gew.-%, Pb: $\leq 0,005$ Gew.-%, und Al: Rest.

5 **[0056]** In einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine spezifische Legierung "RAW-C25" gemäß dem vierten Aspekt bereitgestellt. Diese Legierung weist die folgende Zusammensetzung auf:

10 Si: 0,12 Gew.-%, Fe: 0,24 Gew.-%, Cu: 0,05 Gew.-%,
Mn: 0,21 Gew.-%, Mg: 0,06 Gew.-%, Cr: 0,005 Gew.-%,
Zn: 0,0325 Gew.-%, Ti: 0,01 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,0005 Gew.-%, Al: Rest.

15 **[0057]** In einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Legierung "RAW-C50" gemäß dem dritten Aspekt bereitgestellt. Diese Legierung weist die folgende Zusammensetzung auf:

20 Si: 0,10 bis 0,20 Gew.-%, Fe: 0,28 bis 0,40 Gew.-%,
Cu: 0,05 bis 0,10 Gew.-%, Mn: 0,20 bis 0,30 Gew.-%,
Mg: 0,05 bis 0,10 Gew.-%, Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,05 Gew.-%, Ti: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: $\leq 0,03$ Gew.-%, Pb: $\leq 0,005$ Gew.-%, und Al: Rest.

25 **[0058]** In einem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine spezifische Legierung "RAW-C50" gemäß dem sechsten Aspekt bereitgestellt. Diese Legierung weist die folgende Zusammensetzung auf:

30 Si: 0,14 Gew.-%, Fe: 0,32 Gew.-%, Cu: 0,07 Gew.-%,
Mn: 0,30 Gew.-%, Mg: 0,10 Gew.-%, Cr: 0,01 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,01 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,001 Gew.-%, Al: Rest.

[0059] In einem achten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Legierung "RAW-C95" gemäß dem dritten Aspekt bereitgestellt. Diese Legierung weist die folgende Zusammensetzung auf:

35 Si: 0,15 bis 0,40 Gew.-%, Fe: 0,35 bis 0,60 Gew.-%,
Cu: 0,10 bis 0,20 Gew.-%, Mn: 0,25 bis 0,50 Gew.-%,
Mg: 0,08 bis 0,20 Gew.-%, Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,06 Gew.-%, Ti: 0,01 bis 0,03 Gew.-%,
40 Zr: $\leq 0,03$ Gew.-%, Pb: $\leq 0,005$ Gew.-%, und Al: Rest.

[0060] In einem neunten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine spezifische Legierung "RAW-C95" gemäß dem achten Aspekt bereitgestellt. Diese Legierung weist die folgende Zusammensetzung auf:

45 Si: 0,16 Gew.-%, Fe: 0,45 Gew.-%, Cu: 0,10 Gew.-%,
Mn: 0,43 Gew.-%, Mg: 0,15 Gew.-%, Cr: 0,01 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,02 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, Al: Rest.

50 **[0061]** In einem zehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird PCR-Aluminium verwendet, um eine Legierung gemäß einem Aspekt des dritten bis neunten Aspekts, hergestellt nach dem Verfahren gemäß dem ersten oder zweiten Aspekt, zu erzeugen. PCR-Aluminium umfasst Aluminium-Schrotte, und/oder gebrauchte Getränkedosen, und/oder aluminiumhaltigen Sortierschrott, und/oder Off-Set-Bleche, und/oder Draht- und Kabelschrotte, und/oder Profilschrotte, und/oder umgearbeitete Aluminium-Krätze aus der eigenen Schmelze.

55 **[0062]** In einem elften Aspekt beträgt der Anteil des PCR-Aluminiums gemäß dem zehnten Aspekt zwischen 10 % und 100 %, zwischen 20 % und 100 %, zwischen 30 % und 100 %, zwischen 40 % und 100 %, zwischen 50 % und 100 %, zwischen 60 % und 100 %, zwischen 70 % und 100 %, zwischen 80 % und 100 %, zwischen 90 % und 100 %, oder

zwischen 95 % und 100 %.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

5 **[0063]** Um möglichst nachhaltige Wertstoffkreisläufe bei der Herstellung zu verwenden und Produkte zu erzeugen, welche im Wesentlichen aus Sekundärmaterial mit minimalen CO₂-Emissionen produziert werden, wurde das vorliegende Verfahren erfunden.

10 **[0064]** Das Verfahren und die dadurch hergestellten Legierungen ("RAW-C"-Legierungen) der vorliegenden Erfindung weisen vorteilhafte Wirkungen auf, da ein Anteil bis zu 100 % des PCR-Aluminiums eingesetzt werden kann, und für die kontinuierliche Versorgung der Kreislaufmaterialarten eine gute Verfügbarkeit auf dem Markt besteht. Die Legierungen der vorliegenden Erfindung bewirken eine höhere Festigkeit im Falle von dünnwandigen Gehäusen und eine variable, gute Umformbarkeit beim Kaltfließverfahren, wodurch der Werkzeugverschleiß beim Stanzen im wirtschaftlich vertretbaren Rahmen bleibt.

15 **[0065]** Im herkömmlichen Verfahren zur Herstellung der Butzen (gemäß EN AW 1050A und EN AW 1070A) besteht der durchschnittlichen Materialfluss aus Masseln (Qualität: P1020) und aus Stanzgitter (gemäß EN AW 1050A und EN AW 1070A), wobei das Stanzgitter nach dem Stanzprozess dem Ofen bei der Beschickung ("Chargierung") wieder zugeführt wird (siehe Fig. 1).

[0066] Die allgemeine chemische Zusammensetzung von überwiegend eingesetzten Aluminiumlegierungen EN AW 1050A, EN AW 1070A, und EN AW 3102 (gemäß EN 573-3) ist wie folgt:

20 - Aluminiumlegierung gemäß EN AW 1050A:

Si: ≤ 0,25 Gew.-%, Fe: ≤ 0,40 Gew.-%, Cu: ≤ 0,05 Gew.-%,
Mn: ≤ 0,05 Gew.-%, Zn: ≤ 0,07 Gew.-%, Ti: ≤ 0,05 Gew.-%, und Al: Rest.

25 - Aluminiumlegierung gemäß EN AW 1070A:

Si: ≤ 0,20 Gew.-%, Fe: ≤ 0,25 Gew.-%, Cu: ≤ 0,03 Gew.-%,
Mn: ≤ 0,03 Gew.-%, Zn: ≤ 0,07 Gew.-%, Ti: ≤ 0,05 Gew.-%, und Al: Rest.

30 - Aluminiumlegierung gemäß EN AW 3102:

Si: ≤ 0,40 Gew.-%, Fe: ≤ 0,70 Gew.-%, Cu: ≤ 0,10 Gew.-%,
Mn: 0,05 bis 0,40 Gew.-%, Zn: ≤ 0,03 Gew.-%, Ti: ≤ 0,10 Gew.-%, und Al: Rest.

35 **[0067]** Eine typische chemische Zusammensetzung der Legierung EN AW 1050A ist:

40 Si: 0,079 Gew.-%, Fe: 0,258 Gew.-%, Cu: 0,001 Gew.-%,
Mn: 0,001 Gew.-%, Mg: 0,001 Gew.-%; Zn: 0,005 Gew.-%;
Ti: 0,011 Gew.-%, Cr: 0,001 Gew.-%; Zr: 0,002 Gew.-%;
Pb: 0,002 Gew.-% ; und Al: 99,62 Gew.-%

45 **[0068]** Eine typische chemische Zusammensetzung der Legierung EN AW 1070A ist:

50 Si: 0,048 Gew.-%, Fe: 0,161 Gew.-%, Cu: 0,001 Gew.-%,
Mn: 0,001 Gew.-%, Mg: 0,001 Gew.-%, Zn: 0,003 Gew.-%,
Ti: 0,015 Gew.-%, Cr: 0,001 Gew.-%, Zr: 0,001 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, und Al: 99,74 Gew.-%

[0069] Eine typische chemische Zusammensetzung der Legierung EN AW 3102 ist:

55 Si: 0,058 Gew.-%, Fe: 0,180 Gew.-%, Cu: 0,001 Gew.-%,
Mn: 0,245 Gew.-%, Mg: 0,000 Gew.-%, Zn: 0,007 Gew.-%,
Ti: 0,013 Gew.-%, Cr: 0,001 Gew.-%, Zr: 0,001 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, und Al: 99,47 Gew.-%

EP 4 130 306 A1

[0070] Im erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Butzen besteht ein durchschnittlicher Materialfluss aus Stanzgitter, Getränkedosenschrott, Offset-Blechen und anderen Schrottarten, wobei das Stanzgitter nach dem Stanzprozess dem Ofen bei der Beschickung ("Chargierung") wieder zugeführt wird. Besonders vorteilhaft ist, dass durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren eine Aluminiumlegierung hergestellt werden kann, welche aus bis zu 100 % Kreislaufmaterial besteht (siehe Fig. 2).

• Beispielhafte Ausführungsformen eines Materialflusses

[0071] In einem Materialfluss der ersten Ausführungsform ("RAW-C-I") werden gemischte, alte Getränkedosen (gemäß EN 13920-10) und gemischter Stanzgitterschrott aus EN AW 1050A und 1070A (gemäß EN 13920-2) als Kreislaufmaterialien zugeführt.

[0072] In einem Materialfluss der zweiten Ausführungsform ("RAW-C-II") werden gemischte, alte Getränkedosen (gemäß EN 13920-10), Off-Set-Bleche (gemäß EN 13920-2), Draht- und Kabelschrott (gemäß EN 13920-3), und gemischter Stanzgitterschrott aus EN AW 1050A und 1070A (gemäß EN 13920-2) als Kreislaufmaterialien zugeführt.

[0073] Die chemische Zusammensetzung der Legierung, die durch diesen Materialfluss gemäß der ersten Ausführungsform erzeugt wird, befindet sich außerhalb der Zusammensetzung gemäß der Norm EN 573-3.

[0074] Die chemische Zusammensetzung einer Legierung resultierend aus dem Materialfluss der ersten Ausführungsform ("RAW-C-I") ist wie folgt (ermittelt durch optische Emissionsspektroskopie bzw. mittels eines Funkenspektrometers):

Si: 0,203 Gew.-%,	Fe: 0,320 Gew.-%,	Cu: 0,067 Gew.-%,
Mn: 0,344 Gew.-%,	Mg: 0,081 Gew.-%,	Zn: 0,020 Gew.-%,
Ti: 0,02 Gew.-%,	Cr: 0,011 Gew.-%,	Zr: 0,002 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%,	und Al: 98,89 Gew.-%.	

[0075] Die chemische Zusammensetzung einer Legierung resultierend aus dem Materialfluss der zweiten Ausführungsform ("RAW-C-II") ist wie folgt (ermittelt durch optische Emissionsspektroskopie):

Si: 0,187 Gew.-%,	Fe: 0,479 Gew.-%,	Cu: 0,102 Gew.-%,
Mn: 0,414 Gew.-%,	Mg: 0,076 Gew.-%,	Zn: 0,057 Gew.-%,
Ti: 0,02 Gew.-%,	Cr: 0,011 Gew.-%,	Zr: 0,003 Gew.-%,
Pb: 0,003 Gew.-%,	und Al: 98,61 Gew.-%.	

[0076] Tabelle 2 zeigt die mechanischen Eigenschaften von Butzen, die aus den vorstehend genannten Ausgangsmaterialien unter gleichen Bedingungen hergestellt wurden.

Tabelle 2: Vergleich der mechanischen Eigenschaften der Legierungen aus den Materialflüssen der ersten und zweiten Ausführungsform (RAW-C-I und RAW-C-II) mit den Basislegierungen EN AW 1050A und 1070A und 3102, wobei Rp0,2 die Dehngrenze und Rm die Zugfestigkeit ist (Zugversuch gemäß DIN EN ISO 6892 und Härteprüfung gemäß DIN EN ISO 6506).

Legierung	Zustand	Rp0,2 [MPa]	Rm [MPa]	Härte
EN AW 1050A (gemäß EN 485)	O (weich)	Min. 20	65 - 95	20 HBW
EN AW 1050A (typische Werte)	O (weich)	52	75	22
EN AW 1070A (gemäß EN 485)	O (weich)	Min. 15	60 - 90	18 HBW
EN AW 1070A (typische Werte)	O (weich)	40	70	20
EN AW 3102 (gemäß EN 570)	O (weich)	-	-	23
EN AW 3102 (typische Werte)	O (weich)	52	73	22
RAW-C-I	O (weich)	62	98	27
RAW-C-II	O (weich)	67	106	35

[0077] Die in der Tabelle 2 gezeigten Ergebnisse verdeutlichen, dass die Härte der Butzen im weichgeglühten Zustand im Falle der Chargen der ersten Ausführungsform (RAW-C-I) im Vergleich zu EN AW 1050A um 23 bzw. 35 %, im Vergleich zu EN AW 10170A um 35 bzw. 50 % höher, und im Vergleich zu EN AW 3102 um 17 bzw. 23 % höher liegt. Außerdem ist die Streckfestigkeit der RAW-C-I Legierung um mindestens 10 MPa bzw. 19 % höher und die Dehnfestigkeit um mindestens 23 MPa bzw. 31 % höher als bei den typischen Werten der Basislegierungen.

[0078] Ferner zeigen die Ergebnisse von Tabelle 2, dass die Härte der Butzen im weichgeglühten Zustand im Falle der Chargen der zweiten Ausführungsform (RAW-C-II) im Vergleich zu EN AW 1050A um 59 bzw. 75 %, im Vergleich zu EN AW 1070A um 75 bzw. 94 % höher, und im Vergleich zu EN AW 3102 um 52 bzw. 59 % höher liegt. Außerdem ist die Streckfestigkeit der RAW-C-II Legierung um mindestens 15 MPa bzw. 29 % höher und die Dehnfestigkeit um mindestens 31 MPa bzw. 41 % höher als bei den typischen Werten der Basislegierungen.

[0079] Aufgrund der höheren Festigkeit und den damit zusammenhängenden höheren Widerstand gegen den Innendruck können die Wanddicken der Dosen durch die Legierungen der vorliegenden Erfindung verringert werden. Eine geringere Wanddicke bringt den Vorteil der Gewichtseinsparung, was zu einer CO₂-Reduktion beim Transport führt. Bereits bei der Herstellung des Vormaterials wird durch einen verringerten Materialeinsatz weniger CO₂ ausgestoßen, was ein weiterer wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung im Hinblick auf die Umweltbelastung ist.

[0080] Die erhöhte Festigkeit RAW-C-Legierungen ist auf den höheren Gehalt an Mn zurückzuführen, welches rekristallisationshemmend wirkt. Da der Gehalt des festigkeitssteigernden Legierungselements Mn in alten Getränkedosen 0,8 Gew.-% bis 1,0 Gew.-% ist, weisen die erfindungsgemäßen einen höheren Mn-Gehalt als Legierungen der Normen EN AW 1050 und EN AW 1070, und sogar teilweise einen höheren Mn-Gehalt als die Legierung EN AW 3102 auf, welche einen Mn-Gehalt von ca. 0,3 Gew.-% aufweist.)

[0081] Die chemische Zusammensetzung ergibt sich aus den Anteilen von verschiedenen Kreislaufmaterialarten und deren chemischen Zusammensetzung. Die Verfügbarkeit eines Kreislaufmaterials hängt von der Produktionsmenge, der Nutzungsdauer, und der Rückführungsrate im Materialkreislauf ab.

[0082] Die mechanischen Eigenschaften der Legierung wie Umformbarkeit hängen in erster Linie von der chemischen Zusammensetzung ab. Die Grenzen einzelner Legierungselemente sind so gewählt, dass entsprechend den Anforderungen an mechanischen Eigenschaften eine für die jeweilige Anwendung passende Zusammensetzung ausgesucht werden kann.

[0083] Allgemein weist eine Legierung der vorliegenden Erfindung die chemische Zusammensetzung auf:

Si: 0,05 bis 0,40 Gew.-%,	Fe: 0,20 bis 0,60 Gew.-%,
Cu: 0,03 bis 0,20 Gew.-%,	Mn: 0,16 bis 0,50 Gew.-%,
Mg: 0,03 bis 0,20 Gew.-%,	Cr 0,01 bis 0,03 Gew.-%,
Zn 0,01 bis 0,06 Gew.-%,	Ti 0,01 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%,	Pb: ≤ 0,005 Gew.-%, und Al: Rest.

• Beispielhafte Ausführungsformen einer Legierung

Erste Ausführungsform einer Legierung ("RAW-C25")

[0084] Im Allgemeinen weist eine Legierung der ersten Ausführungsform ("RAW-C25") eine Härte nach dem Weichglühvorgang von 24+3 HB und die folgende Zusammensetzung auf:

Si: 0,05 bis 0,12 Gew.-%,	Fe: 0,20 bis 0,30 Gew.-%,
Cu: 0,03 bis 0,07 Gew.-%,	Mn: 0,16 bis 0,22 Gew.-%,
Mg: 0,03 bis 0,07 Gew.-%,	Cr 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn 0,01 bis 0,04 Gew.-%,	Ti 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%,	Pb: ≤ 0,005 Gew.-%, und Al: Rest.

[0085] Ein spezifisches Beispiel einer Legierung der ersten Ausführungsform ("RAW-C25") weist die folgende Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien auf:

- 75 % Masseln (P1020A gemäß DIN EN 576) mit der Zusammensetzung:

Si: 0,08 Gew.-%,	Fe: 0,15 Gew.-%,	Cu: 0,00 Gew.-%,
Mn: 0,00 Gew.-%,	Mg: 0,00 Gew.-%,	Cr: 0,00 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%,	Ti: 0,00 Gew.-%,	Zr: 0,00 Gew.-%,

EP 4 130 306 A1

(fortgesetzt)

Pb: 0,00 Gew.-%, und Al: Rest;

5 und
- 25 % Getränkedosenschrott mit der Zusammensetzung:

10 Si: 0,24 Gew.-%, Fe: 0,52 Gew.-%, Cu: 0,19 Gew.-%,
Mn: 0,84 Gew.-%, Mg: 0,32 Gew.-%, Cr: 0,02 Gew.-%,
Zn: 0,04 Gew.-%, Ti: 0,02 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, und Al: Rest.

15 **[0086]** Die aus dieser spezifischen Zusammensetzung resultierende Legierung der ersten Ausführungsform ("RAW-C25") weist die folgende Zusammensetzung auf (ermittelt durch optische Emissionsspektroskopie):

20 Si: 0,12 Gew.-%, Fe: 0,24 Gew.-%, Cu: 0,05 Gew.-%,
Mn: 0,21 Gew.-%, Mg: 0,06 Gew.-% (unter Berücksichtigung des
Abbrandes),
Cr: 0,005 Gew.-%, Zn: 0,0325 Gew.-%, Ti: 0,01 Gew.-%,
Zr: 0,00 Gew.-%, Pb: 0,0005 Gew.-%, und Al: Rest.

Zweite Ausführungsform der Legierung ("RAW-C50")

25 **[0087]** Im Allgemeinen weist eine Legierung der zweiten Ausführungsform ("RAW-C50") eine Härte von 28+2 HB und folgende Zusammensetzung auf:

30 Si: 0,10 bis 0,20 Gew.-%, Fe: 0,28 bis 0,40 Gew.-%,
Cu: 0,05 bis 0,10 Gew.-%, Mn: 0,20 bis 0,30 Gew.-%,
Mg: 0,05 bis 0,10 Gew.-%, Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,05 Gew.-%, Ti: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%, Pb: ≤ 0,005 Gew.-%, und Al: Rest.

35 **[0088]** Ein spezifisches Beispiel einer Legierung der zweiten Ausführungsform ("RAW-C50") weist die folgende Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien auf:
- 50 % Masseln (P1020A gemäß DIN EN 576) mit der Zusammensetzung:

40 Si: 0,08 Gew.-%, Fe: 0,15 Gew.-%, Cu: 0,00 Gew.-%,
Mn: 0,00 Gew.-%, Mg: 0,00 Gew.-%, Cr: 0,00 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,00 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,00 Gew.-%, und Al: Rest;

45 - 35 % Getränkedosenschrott mit der Zusammensetzung:

50 Si: 0,24 Gew.-%, Fe: 0,52 Gew.-%, Cu: 0,19 Gew.-%,
Mn: 0,84 Gew.-%, Mg: 0,32 Gew.-%, Cr: 0,02 Gew.-%,
Zn: 0,04 Gew.-%, Ti: 0,02 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, und Al: Rest;

und
- 15% Off-Set-Bleche mit der Zusammensetzung

55 Si: 0,08 Gew.-%, Fe: 0,45 Gew.-%, Cu: 0,001 Gew.-%,
Mn: 0,03 Gew.-%, Mg: 0,01 Gew.-%, Cr: 0,001 Gew.-%,

EP 4 130 306 A1

(fortgesetzt)

Zn: 0,019 Gew.-%, Ti: 0,01 Gew.-%, Zr: \leq 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, und Al: Rest.

5

[0089] Die aus dieser spezifischen Zusammensetzung resultierende Legierung der zweiten Ausführungsform ("RAW-C50") weist die folgende Zusammensetzung auf (ermittelt durch optische Emissionsspektroskopie):

10

Si: 0,14 Gew.-%, Fe: 0,32 Gew.-%, Cu: 0,07 Gew.-%,
Mn: 0,30 Gew.-%, Mg: 0,10 Gew.-% (unter Berücksichtigung des
Abbrandes),
Cr: 0,01 Gew.-%, Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,01 Gew.-%,
Zr: 0,00 Gew.-%, Pb: 0,001 Gew.-%, und Al: Rest.

15

Dritte Ausführungsform der Legierung ("RAW-C95")

[0090] Im Allgemeinen weist eine Legierung der dritten Ausführungsform ("RAW-C95") eine Härte von 32+4 HB und folgende Zusammensetzung auf:

20

Si: 0,15 bis 0,40 Gew.-%, Fe: 0,35 bis 0,60 Gew.-%,
Cu: 0,10 bis 0,20 Gew.-%, Mn: 0,25 bis 0,50 Gew.-%,
Mg: 0,08 bis 0,20 Gew.-%, Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,06 Gew.-%, Ti: 0,01 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: \leq 0,03 Gew.-%, Pb: \leq 0,005 Gew.-%, und Al: Rest.

25

[0091] Ein spezifisches Beispiel einer Legierung der dritten Ausführungsform ("RAW-C95") weist die folgende Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien auf (Zusammensetzung: 95% Kreislaufmaterial und 5% Primärmetall):

30

- 5 % Masseln (P1020A gemäß DIN EN 576) mit der Zusammensetzung:

35

Si: 0,08 Gew.-%, Fe: 0,15 Gew.-%, Cu: 0,00 Gew.-%,
Mn: 0,00 Gew.-%, Mg: 0,00 Gew.-%, Cr: 0,00 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,00 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,00 Gew.-%, und Al: Rest;

- 50 % Getränkedosenschrott mit der Zusammensetzung:

40

Si: 0,24 Gew.-%, Fe: 0,52 Gew.-%, Cu: 0,19 Gew.-%,
Mn: 0,84 Gew.-%, Mg: 0,32 Gew.-%, Cr: 0,02 Gew.-%,
Zn: 0,04 Gew.-%, Ti: 0,02 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, und Al: Rest;

45

- 35 % Off-Set-Bleche mit der Zusammensetzung:

50

Si: 0,08 Gew.-%, Fe: 0,45 Gew.-%, Cu: 0,001 Gew.-%,
Mn: 0,03 Gew.-%, Mg: 0,01 Gew.-%, Cr: 0,001 Gew.-%,
Zn: 0,019 Gew.-%, Ti: 0,01 Gew.-%, Zr: \leq 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, und Al: Rest;

und

- 10 % Drahtschrott mit der Zusammensetzung:

55

Si: 0,11 Gew.-%, Fe: 0,25 Gew.-%, Cu: 0,03 Gew.-%,
Mn: 0,03 Gew.-%, Mg: 0,03 Gew.-%, Cr: 0,03 Gew.-%,

EP 4 130 306 A1

(fortgesetzt)

Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,03 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,003 Gew.-%, und Al: Rest.

5

[0092] Die aus dieser spezifischen Zusammensetzung resultierende Legierung der dritten Ausführungsform ("RAW-C95") weist die folgende Zusammensetzung auf (ermittelt durch optische Emissionsspektroskopie):

10

Si: 0,16 Gew.-%, Fe: 0,45 Gew.-%, Cu: 0,10 Gew.-%,
Mn: 0,43 Gew.-%, Mg: 0,15 Gew.-% (unter Berücksichtigung des
Abbrandes),
Cr: 0,01 Gew.-%, Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,02 Gew.-%,
Zr: 0,00 Gew.-%, Pb: 0,002 Gew.-%, und Al: Rest.

15

[0093] Mit dem Verfahren der vorliegenden Erfindung kann durch den Einsatz in unterschiedlichen Mengenverhältnissen bis zu 100% von verschiedenen Kreislaufmaterialarten bzw. Verwertungsabfällen (siehe § 1 Kreislaufwirtschaftsgesetz), welche auf dem Markt zur Zeit ausreichend verfügbar sind, zwangsläufig anfallen oder eine kurze Nutzungsdauer haben, ein wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeit geleistet werden.

20

[0094] Die Legierungen der vorliegenden Erfindung bieten den Vorteil einer höheren Festigkeit im Vergleich zum Stand der Technik. Aufgrund der Möglichkeit von geringen Wanddicken bzw. höheren möglichen Innendrücken bei gleicher Wanddicke und dem damit verbundenen geringeren Materialeinsatz können erhebliche Einsparungen bei der Herstellung und schließlich in den Endprodukten erreicht werden.

25

Literaturverzeichnis

[0095]

30

Literatur-1: Horst Häusler, "Die Aluminiumindustrie - prägende industrielle Kraft der Gemeinde Wutöschingen" in "Wutöschingen - einst und heute", Ortsverwaltung Wutöschingen, 2006, Seite 235, Anmerkung 6;

Literatur-2: EP 3 144 403 B1;

Literatur-3: Environmental Profile Report, Life-Cycle inventory data for Aluminum Production and Transformation Process in Europe, EAA, February 2018;

35

Literatur-4: "Ökobilanzielle Untersuchung verschiedener Verpackungssysteme für Bier IFEU", Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, 2010

Literatur-5: Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.; FS7: Aluminium-Getränkedose, GDA, 2017, Homepage: <http://www.aluinfo.de/download.html?did=105> (aufgerufen am 29.07.2021)

40

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines **Legierungsbandes** aus recyceltem Aluminium, insbesondere PCR-Aluminium, wobei keine Legierungselemente separat zugesetzt werden und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

45

a) Bestimmen der jeweiligen chemischen Zusammensetzung von einzelnen Chargen von Ausgangsmaterialien, welche Reinaluminium und/oder Aluminium-Kreislaufmaterialien wie Prozessschrott, Sows und Drahtschrott umfassen, um eine Legierung mit gewünschter chemischer Zusammensetzung zu erzielen, wobei ausgehend von den jeweiligen chemischen Zusammensetzungen der Ausgangsmaterialien durch theoretische Berechnung der Zusammensetzung der Ziellegierung ein Mischungsverhältnis ermittelt wird;

50

b) Beschicken eines Ofens zum Gießen von Bändern mit den Chargen der Ausgangsmaterialien in einem durch den vorherigen Schritt bestimmten Mischungsverhältnis, wobei die Decktemperatur des Ofens vor der Beschickung vorzugsweise zwischen 700 °C und 1000 °C beträgt;

c) Schmelzen der Mischung im Ofen, wobei die Decktemperatur des Ofens während des Schmelzens vorzugsweise zwischen 800 °C und 1000 °C beträgt;

55

d) Behandeln und Reinigen der Schmelze, vorzugsweise durch Filtrieren, Salz-, Absteher- und Spülgasbehandlungen, zur Entfernung von nichtmetallischen Verunreinigungen;

e) Gießen der flüssigen Mischung zu einem Band, vorzugsweise durch Rotary-Casting, wobei die Gießtemperatur vorzugsweise mehr als 660 °C beträgt;

EP 4 130 306 A1

f) Warmwalzen des Bandes oberhalb der Rekristallisationstemperatur der Zusammensetzung, vorzugsweise in einem Temperaturbereich zwischen 300 °C und 600 °C, wobei die Dicke des Bandes vorzugsweise um 25 bis 50 % verringert wird;

g) Abkühlen des Bandes, vorzugsweise auf eine Temperatur nicht höher als 50 °C mit einem Abkühlgradienten vorzugsweise zwischen 800 °C und 1200 °C/Min; und

h) Kaltwalzen des Bandes, vorzugsweise auf eine Dicke des Bandes zwischen 5 und 12 mm.

2. Verfahren zur Herstellung eines **Butzen** aus recyceltem Aluminium, insbesondere PCR-Aluminium, wobei keine Legierungselemente separat zugesetzt werden und das Verfahren zusätzlich zu den Schritten a) bis h) nach Anspruch 1 die folgenden Schritte umfasst:

i) Stanzen des Bandes, um einen Butzen herzustellen;

j) Wärmebehandeln des Butzens, vorzugsweise in einem Temperaturbereich zwischen 400 °C und 600 °C, um Kaltverfestigung abzubauen;

k) Abkühlen des Butzens; und

l) Behandeln der Oberfläche des Butzens, vorzugsweise durch Strahlen, Scheuern und Trommeln, um die Butzenoberfläche aufzurauen und eine ausreichende Schmiermittelaufnahme der Butzen zu ermöglichen.

3. Legierung "RAW", hergestellt durch das Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

Si: 0,05 bis 0,40 Gew.-%,	Fe: 0,20 bis 0,60 Gew.-%,	
Cu: 0,03 bis 0,20 Gew.-%,	Mn: 0,16 bis 0,50 Gew.-%,	
Mg: 0,03 bis 0,20 Gew.-%,	Cr: 0,01 bis 0,03 Gew.-%,	
Zn: 0,01 bis 0,06 Gew.-%,	Ti: 0,01 bis 0,03 Gew.-%,	
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%,	Pb: ≤ 0,005 Gew.-%,	Al: Rest.

4. Legierung "RAW-C25" nach Anspruch 3, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

Si: 0,05 bis 0,12 Gew.-%,	Fe: 0,20 bis 0,30 Gew.-%,	
Cu: 0,03 bis 0,07 Gew.-%,	Mn: 0,16 bis 0,22 Gew.-%,	
Mg: 0,03 bis 0,07 Gew.-%,	Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,	
Zn: 0,01 bis 0,04 Gew.-%,	Ti: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,	
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%,	Pb: ≤ 0,005 Gew.-%,	und Al: Rest.

5. Legierung "RAW-C25" nach Anspruch 4, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

Si: 0,12 Gew.-%,	Fe: 0,24 Gew.-%,	Cu: 0,05 Gew.-%,
Mn: 0,21 Gew.-%,	Mg: 0,06 Gew.-%,	Cr: 0,005 Gew.-%,
Zn: 0,0325 Gew.-%,	Ti: 0,01 Gew.-%,	Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,0005 Gew.-%,	Al: Rest.	

6. Legierung "RAW-C50" nach Anspruch 3, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

Si: 0,10 bis 0,20 Gew.-%,	Fe: 0,28 bis 0,40 Gew.-%,	
Cu: 0,05 bis 0,10 Gew.-%,	Mn: 0,20 bis 0,30 Gew.-%,	
Mg: 0,05 bis 0,10 Gew.-%,	Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,	
Zn: 0,01 bis 0,05 Gew.-%,	Ti: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,	
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%,	Pb: ≤ 0,005 Gew.-%,	und Al: Rest.

EP 4 130 306 A1

7. Legierung "RAW-C50" nach Anspruch 6, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

5
Si: 0,14 Gew.-%, Fe: 0,32 Gew.-%, Cu: 0,07 Gew.-%,
Mn: 0,30 Gew.-%, Mg: 0,10 Gew.-%, Cr: 0,01 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,01 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,001 Gew.-%, Al: Rest.

10 8. Legierung "RAW-C95" nach Anspruch 3, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

15
Si: 0,15 bis 0,40 Gew.-%, Fe: 0,35 bis 0,60 Gew.-%,
Cu: 0,10 bis 0,20 Gew.-%, Mn: 0,25 bis 0,50 Gew.-%,
Mg: 0,08 bis 0,20 Gew.-%, Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,06 Gew.-%, Ti: 0,01 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: \leq 0,03 Gew.-%, Pb: \leq 0,005 Gew.-%, und Al: Rest.

20 9. Legierung "RAW-C95" nach Anspruch 8, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

25
Si: 0,16 Gew.-%, Fe: 0,45 Gew.-%, Cu: 0,10 Gew.-%,
Mn: 0,43 Gew.-%, Mg: 0,15 Gew.-%, Cr: 0,01 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,02 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, Al: Rest.

30 10. Verwendung von PCR-Aluminium zur Erzeugung einer Legierung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, hergestellt nach dem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das PCR-Aluminium eines oder mehrere umfasst, ausgewählt aus:

35
gebrauchte Getränkedosen,
aluminiumhaltiger Sortierschrott,
Off-Set-Bleche,
Draht- und Kabelschrotte,
Profilschrotte, und
umgearbeitete Aluminium-Krätze aus der eigenen Schmelze.

40 11. Verwendung von PCR-Aluminium nach Anspruch 10, wobei der Anteil des PCR-Aluminiums zwischen 10 % und 100 % beträgt.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

45 1. Verfahren zur Herstellung eines **Legierungsbandes** aus recyceltem Aluminium, insbesondere PCR-Aluminium, wobei keine Legierungselemente separat zugesetzt werden und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- 50 a) Bestimmen der jeweiligen chemischen Zusammensetzung von einzelnen Chargen von Ausgangsmaterialien, welche ausschließlich nicht normierte Aluminium-Kreislaufmaterialien wie Prozessschrott, Sows und Drahtschrott umfassen, um eine Legierung mit gewünschter chemischer Zusammensetzung zu erzielen, wobei ausgehend von den jeweiligen chemischen Zusammensetzungen der Ausgangsmaterialien durch theoretische Berechnung der Zusammensetzung der Ziellegierung ein Mischungsverhältnis ermittelt wird;
- 55 b) Beschicken eines Ofens zum Gießen von Bändern mit den Chargen der Ausgangsmaterialien in einem durch den vorherigen Schritt bestimmten Mischungsverhältnis, wobei die Decktemperatur des Ofens vor der Beschickung vorzugsweise zwischen 700 °C und 1000 °C beträgt;
- c) Schmelzen der Mischung im Ofen, wobei die Decktemperatur des Ofens während des Schmelzens vorzugsweise zwischen 800 °C und 1000 °C beträgt;

EP 4 130 306 A1

d) Behandeln und Reinigen der Schmelze, vorzugsweise durch Filtrieren, Salz-, Absteh- und Spülgasbehandlungen, zur Entfernung von nichtmetallischen Verunreinigungen;

e) Gießen der flüssigen Mischung zu einem Band, vorzugsweise durch Rotary-Casting, wobei die Gießtemperatur vorzugsweise mehr als 660 °C beträgt;

f) Warmwalzen des Bandes oberhalb der Rekristallisationstemperatur der Zusammensetzung, vorzugsweise in einem Temperaturbereich zwischen 300 °C und 600 °C, wobei die Dicke des Bandes vorzugsweise um 25 bis 50 % verringert wird;

g) Abkühlen des Bandes, vorzugsweise auf eine Temperatur nicht höher als 50 °C mit einem Abkühlgradienten vorzugsweise zwischen 800 °C und 1200 °C/Min; und

h) Kaltwalzen des Bandes, vorzugsweise auf eine Dicke des Bandes zwischen 5 und 12 mm.

2. Verfahren zur Herstellung eines **Butzen** aus recyceltem Aluminium, insbesondere PCR-Aluminium, wobei keine Legierungselemente separat zugesetzt werden und das Verfahren zusätzlich zu den Schritten a) bis h) nach Anspruch 1 die folgenden Schritte umfasst:

i) Stanzen des Bandes, um einen Butzen herzustellen;

j) Wärmebehandeln des Butzens, vorzugsweise in einem Temperaturbereich zwischen 400 °C und 600 °C, um Kaltverfestigung abzubauen;

k) Abkühlen des Butzens; und

l) Behandeln der Oberfläche des Butzens, vorzugsweise durch Strahlen, Scheuern und Trommeln, um die Butzenoberfläche aufzurauen und eine ausreichende Schmiermittelaufnahme der Butzen zu ermöglichen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

Si: 0,05 bis 0,40 Gew.-%,	Fe: 0,20 bis 0,60 Gew.-%,
Cu: 0,03 bis 0,20 Gew.-%,	Mn: 0,16 bis 0,50 Gew.-%,
Mg: 0,03 bis 0,20 Gew.-%,	Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,06 Gew.-%,	Ti: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%,	Pb: ≤ 0,005 Gew.-%, Al: Rest.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

Si: 0,05 bis 0,12 Gew.-%,	Fe: 0,20 bis 0,30 Gew.-%,
Cu: 0,03 bis 0,07 Gew.-%,	Mn: 0,16 bis 0,22 Gew.-%,
Mg: 0,03 bis 0,07 Gew.-%,	Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,04 Gew.-%,	Ti: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: ≤ 0,03 Gew.-%,	Pb: ≤ 0,005 Gew.-%, und Al: Rest.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

Si: 0,12 Gew.-%,	Fe: 0,24 Gew.-%,	Cu: 0,05 Gew.-%,
Mn: 0,21 Gew.-%,	Mg: 0,06 Gew.-%,	Cr: 0,005 Gew.-%,
Zn: 0,0325 Gew.-%,	Ti: 0,01 Gew.-%,	Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,0005 Gew.-%,	Al: Rest.	

6. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

Si: 0,10 bis 0,20 Gew.-%,	Fe: 0,28 bis 0,40 Gew.-%,
Cu: 0,05 bis 0,10 Gew.-%,	Mn: 0,20 bis 0,30 Gew.-%,
Mg: 0,05 bis 0,10 Gew.-%,	Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,05 Gew.-%,	Ti: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,

EP 4 130 306 A1

(fortgesetzt)

Zr: $\leq 0,03$ Gew.-%, Pb: $\leq 0,005$ Gew.-%, und Al: Rest.

5 7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

10 Si: 0,14 Gew.-%, Fe: 0,32 Gew.-%, Cu: 0,07 Gew.-%,
Mn: 0,30 Gew.-%, Mg: 0,10 Gew.-%, Cr: 0,01 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,01 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,001 Gew.-%, Al: Rest.

15 8. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

20 Si: 0,15 bis 0,40 Gew.-%, Fe: 0,35 bis 0,60 Gew.-%,
Cu: 0,10 bis 0,20 Gew.-%, Mn: 0,25 bis 0,50 Gew.-%,
Mg: 0,08 bis 0,20 Gew.-%, Cr: 0,005 bis 0,03 Gew.-%,
Zn: 0,01 bis 0,06 Gew.-%, Ti: 0,01 bis 0,03 Gew.-%,
Zr: $\leq 0,03$ Gew.-%, Pb: $\leq 0,005$ Gew.-%, und Al: Rest.

25 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung aufweist:

30 Si: 0,16 Gew.-%, Fe: 0,45 Gew.-%, Cu: 0,10 Gew.-%,
Mn: 0,43 Gew.-%, Mg: 0,15 Gew.-%, Cr: 0,01 Gew.-%,
Zn: 0,03 Gew.-%, Ti: 0,02 Gew.-%, Zr: 0,00 Gew.-%,
Pb: 0,002 Gew.-%, Al: Rest.

35 10. Verwendung von PCR-Aluminium zur Erzeugung einer Legierung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, hergestellt nach dem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das PCR-Aluminium eines oder mehrere umfasst, ausgewählt aus:

gebrauchte Getränkedosen,
aluminiumhaltiger Sortierschrott,
Off-Set-Bleche,
40 Draht- und Kabelschrotte,
Profilschrotte, und
umgearbeitete Aluminium-Krätze aus der eigenen Schmelze.

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 18 9626

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2019/345586 A1 (SILES JOHN L [US] ET AL) 14. November 2019 (2019-11-14) * Zusammenfassung * * Absatz [0028] * * Absatz [0057] * * Absatz [0067] * * Absatz [0086] * * Absatz [0093] * * Absatz [0100] * * Absatz [0106] - Absatz [0107] * * Absatz [0112] - Absatz [0114] * * Absatz [0118] * * Absatz [0120] - Absatz [0121] * * Absatz [0123] * * Beispiel 30%; Tabelle 9A * * Abbildung 1 * -----	1-11	INV. C22C1/02 C22C21/00 C22F1/04
X	WO 2020/048994 A1 (NEUMAN ALUMINIUM AUSTRIA GMBH [AT]; TUBEX HOLDING GMBH [DE]) 12. März 2020 (2020-03-12) * Zusammenfassung * * Seite 9, Zeile 14 - Seite 10, Zeile 5 * * Seite 10, Zeile 11 - Zeile 13 * -----	1, 2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C22C C22F
X	US 2014/298641 A1 (SILES JOHN L [US] ET AL) 9. Oktober 2014 (2014-10-09) * Zusammenfassung * * Absatz [0025] * * Absatz [0063] * * Absatz [0065] * * Absatz [0069] * * Absatz [0071] - Absatz [0072] * * Absatz [0079] - Absatz [0081] * * Absatz [0084] * * Absatz [0087] - Absatz [0088] * * Absatz [0090] * * Abbildung 1 * ----- -/--	1, 2	
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 7. Januar 2022	Prüfer Rosciano, Fabio
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 18 9626

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	<p>US 2013/068352 A1 (SILES JOHN L [US] ET AL) 21. März 2013 (2013-03-21)</p> <p>* Zusammenfassung *</p> <p>* Absatz [0022] *</p> <p>* Absatz [0050] *</p> <p>* Absatz [0052] *</p> <p>* Absatz [0057] - Absatz [0059] *</p> <p>* Absatz [0065] - Absatz [0067] *</p> <p>* Absatz [0070] *</p> <p>* Absatz [0072] - Absatz [0074] *</p> <p>* Abbildung 1 *</p> <p>-----</p>	1, 2	
X	<p>EP 3 808 866 A1 (TUBEX TUBENFABRIK WOLFSBERG GMBH [AT] ET AL.) 21. April 2021 (2021-04-21)</p> <p>* Zusammenfassung *</p> <p>* Absatz [0054] - Absatz [0055] *</p> <p>* Absatz [0070] - Absatz [0072] *</p> <p>-----</p>	1, 2	
X	<p>WO 2020/048988 A1 (NEUMAN ALUMINIUM AUSTRIA GMBH [AT]; TUBEX HOLDING GMBH [DE]) 12. März 2020 (2020-03-12)</p> <p>* Zusammenfassung *</p> <p>* Seite 9, Zeile 17 - Seite 10, Zeile 7 *</p> <p>* Seite 10, Zeile 14 - Zeile 16 *</p> <p>-----</p>	1, 2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 7. Januar 2022	Prüfer Rosciano, Fabio
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 18 9626

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-01-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019345586 A1	14-11-2019	AU 2016433840 A1	25-07-2019
		AU 2020239684 A1	15-10-2020
		BR 112019013568 A2	07-01-2020
		CA 3048957 A1	05-07-2018
		EP 3562968 A1	06-11-2019
		RU 2736632 C1	19-11-2020
		US 2019345586 A1	14-11-2019
		WO 2018125199 A1	05-07-2018
WO 2020048994 A1	12-03-2020	BR 112021003355 A2	11-05-2021
		CN 112771195 A	07-05-2021
		DE 102018215254 A1	12-03-2020
		EP 3847291 A1	14-07-2021
		US 2021340648 A1	04-11-2021
		WO 2020048994 A1	12-03-2020
US 2014298641 A1	09-10-2014	AU 2014251206 A1	12-11-2015
		CA 2908181 A1	16-10-2014
		CA 2990040 A1	16-10-2014
		CL 2015002985 A1	12-08-2016
		CN 105324316 A	10-02-2016
		CN 107985713 A	04-05-2018
		EP 2983998 A2	17-02-2016
		GT 201500310 A	04-01-2017
		JP 6255084 B2	27-12-2017
		JP 2016524536 A	18-08-2016
		RU 2015147899 A	15-05-2017
		US 2014298641 A1	09-10-2014
		US 2017036255 A1	09-02-2017
		US 2018078982 A1	22-03-2018
US 2021205868 A1	08-07-2021		
WO 2014168873 A2	16-10-2014		
US 2013068352 A1	21-03-2013	AR 087892 A1	23-04-2014
		AR 111848 A2	28-08-2019
		AU 2012308416 A1	01-05-2014
		AU 2016204457 A1	28-07-2016
		AU 2018241184 A1	01-11-2018
		AU 2020230322 A1	01-10-2020
		BR 112014006382 A2	04-04-2017
		BR 122018017039 B1	21-01-2020
		CA 2848846 A1	21-03-2013
		CA 2979863 A1	21-03-2013
		CA 3040764 A1	21-03-2013
		CN 104011237 A	27-08-2014
CN 110218869 A	10-09-2019		

EPO FORM P0461

55 Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

Seite 1 von 2

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 18 9626

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-01-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
			EP 2756108 A1	23-07-2014
			EP 3141624 A1	15-03-2017
			EP 3144403 A1	22-03-2017
15			HU E053500 T2	28-06-2021
			KR 20140084040 A	04-07-2014
			KR 20160098526 A	18-08-2016
			KR 20160120799 A	18-10-2016
			MX 341354 B	17-08-2016
20			RU 2014115212 A	27-10-2015
			SI 3141624 T1	30-11-2021
			SI 3144403 T1	30-04-2021
			UA 114608 C2	10-07-2017
			US 2013068352 A1	21-03-2013
			US 2016230256 A1	11-08-2016
25			US 2020199715 A1	25-06-2020
			WO 2013040339 A1	21-03-2013
	EP 3808866	A1 21-04-2021	EP 3808866 A1	21-04-2021
			EP 3827106 A1	02-06-2021
			WO 2021074384 A1	22-04-2021
30	WO 2020048988	A1 12-03-2020	BR 112021003332 A2	11-05-2021
			CN 112469841 A	09-03-2021
			DE 102018215243 A1	12-03-2020
			EP 3847290 A1	14-07-2021
35			US 2021348254 A1	11-11-2021
			WO 2020048988 A1	12-03-2020

EPO FORM P0461

55 Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

Seite 2 von 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3144403 B1 [0021] [0095]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Die Aluminiumindustrie - prägende industrielle Kraft der Gemeinde Wutöschingen. **HORST HÄUSLER**. Wutöschingen - einst und heute. Ortsverwaltung Wutöschingen, 2006, 235 [0095]
- Environmental Profile Report, Life-Cycle inventory data for Aluminum Production and Transformation Process in Europe. EAA, Februar 2018 [0095]
- Ökobilanzielle Untersuchung verschiedener Verpackungssysteme für Bier IFEU. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, 2010 [0095]
- Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. FS7: Aluminium-Getränkedose. GDA, 2017 [0095]