



(11)

EP 2 770 071 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
01.04.2020 Patentblatt 2020/14

(51) Int Cl.:
C22C 21/00 ^(2006.01) **B62D 29/00** ^(2006.01)
C22F 1/04 ^(2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
01.02.2017 Patentblatt 2017/05

(21) Anmeldenummer: **13156100.3**

(22) Anmeldetag: **21.02.2013**

(54) **Aluminiumlegierung zur Herstellung von Halbzeugen oder Bauteilen für Kraftfahrzeuge, Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands aus dieser Aluminiumlegierung sowie Aluminiumlegierungsband und Verwendungen dafür**

Aluminium alloy for the production of semi-finished products or components for motor vehicles, method for producing an aluminium alloy strip from this aluminium alloy and aluminium alloy strip and uses thereof

Alliage en aluminium pour la fabrication de demi-produits ou de composants pour véhicules automobiles, procédé de fabrication d'une bande d'alliage en aluminium à partir de cet alliage en aluminium ainsi que la bande d'alliage en aluminium et utilisations de celui-ci

(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**

**FR-A1- 2 897 319 GB-A- 2 159 175
JP-A- S5 985 837 JP-A- 2012 149 354
US-A- 5 028 276 US-A- 5 125 452
US-A1- 2010 279 143**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.08.2014 Patentblatt 2014/35

(73) Patentinhaber: **Hydro Aluminium Rolled Products GmbH**
41515 Grevenbroich (DE)

(72) Erfinder:
• **Dr. Engler, Olaf**
53229 Bonn (DE)
• **Brinkman, Henk-Jan**
53175 Bonn (DE)
• **Hentschel, Thomas**
53121 Bonn (DE)
• **Dupuis, Réginald**
41516 Grevenbroich (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 075 935 EP-A1- 2 123 386
EP-A2- 0 823 305 WO-A1-2005/118899

- **The Aluminium Association: "Chemical Composition Limits", Registration Record Series Teal Sheets, February 2009 (2009-02), page 4,**
- **Ofen kundige Vorbenutzung mit Lieferschein (E2A) und Prüfprotokoll (E2B), Verkauf von Coils AA3103 von Aleris Koblenz GmbH an Nissen A.s. Dänemark, 03/2011**
- **"Design - Design Methodology", The Aluminium Automotive Manual, 2011, pages 1-20,**
- **N.V. GOVINDARAJ et al.: "Threshold deformation for exhibiting the hard- ening on annealing behaviour in AA3103 alloy", ICAA13: 13th International Conference on Aluminum Alloys, 2012, pages 1873-1878,**
- **Z.J. ZOK: "Microchemistry in aluminium sheet production (PhD thesis)", , April 2005 (2005-04), pages 1-164,**
- **A. HAKONSEN et al.: "Modelling the metallurgical reactions during homogenisation of an AA3103 alloy", Light Metals, 2002, pages 1028-1035,**
- **J. LANGERWEGER: "Influence of homogenizing on the properties of cast aluminium products", Light Metals, 1982, pages 1036-1042,**
- **"Products - rolled products", The Aluminium Automotive Manual, 2002, pages 1-42,**

EP 2 770 071 B2

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • "Effects of alloying elements and impurities on properties" In: John E Hatch: "Aluminium. Properties and Physical Metallurgy", 1 January 1984 (1984-01-01) pages 237-238, • "Aluminium-Halbzeug" In: W Hufnagel: "Aluminium-Taschenbuch", 1983 page 249, • J.R. Davis et al.,: "Aluminum and Aluminum Alloys" In: "ASM Specialty Handbook", 1993 pages 221-222, • Mit schreiben vom 10.12.2018 reichte E1 die folgenden weiteren Dokumente ein: • Kontoinformationen, Tagesauszug eines Kontos von E1 bei der Deutschen Bank, Tages beleg vom 01.06.2011 • Mit schreiben vom 16.01.2019 reichte E1 weiterhin das Dokument • Zwischenentscheidung im Einspruchsverfahren für EP 2959028 | <ul style="list-style-type: none"> • Mit Datum vom 16.04.2019 reichte E2 das folgende weitere Dokument ein: • T. Itagaki, K. Tohma: "Development of Aluminium Alloys for Heat Exchangers Manufactured by Brazing", P. 629-634, Oct. 1991, The Japan Institute of light Metals • Mit Online-Einreichung vom 17.06.2019 reichte E2 die folgenden weiteren Dokumente ein • Aluminium und Aluminiumlegierungen, Springer-Verlag 1965, Seiten 700, 701 • Aluminium-Verlag 1999, Handbook, Vol.1: Fundamentals and Materials, pages 118-121 • Aluminium - Properties and Physical Metallurgy, 1984, pages 356-361 • J.R. Davis, "Aluminium and Aluminium Alloys, 1993, pages 665-668 |
|--|---|

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Aluminiumlegierungsband und Verwendungen dafür.

[0002] Halbzeuge und Bauteile für Kraftfahrzeuge müssen abhängig von ihrem Einsatzort und Einsatzzweck im Kraftfahrzeug unterschiedliche Anforderungen erfüllen, insbesondere in Bezug auf ihre mechanischen Eigenschaften sowie auf ihre Korrosionseigenschaften.

[0003] Bei Türinnenteilen werden die mechanischen Eigenschaften beispielsweise vorwiegend durch die Steifigkeit bestimmt, welche insbesondere von der Formgebung dieser Teile abhängt. Die Festigkeit hat demgegenüber einen untergeordneten Einfluss, wobei die verwendeten Werkstoffe jedoch auch nicht zu weich sein dürfen. Eine gute Umformbarkeit ist demgegenüber sehr wichtig, da die Bauteile und Halbzeuge zum Beispiel bei der Herstellung von Türinnenteilen im Allgemeinen komplexe Umformprozesse durchlaufen. Das betrifft insbesondere Bauteile, die in einer einteiligen Blechschalenbauweise hergestellt werden, wie z.B. eine Blechinnentür mit integriertem Fensterrahmenbereich. Solche Bauteile haben durch die Einsparung von Fügeoperationen Kostenvorteile gegenüber einer angebauten Profillösung für den Fensterrahmen.

[0004] Vorteilhaft wäre insbesondere, wenn sich ein entsprechendes Halbzeug oder Bauteil aus einer Aluminiumlegierung auf einem Werkzeug für Stahlbauteile umformen ließe, da in diesem Fall auf demselben Werkzeug je nach Bedarf Aluminium- oder Stahlbauteile hergestellt werden können und so Investitions- und Betriebskosten für ein zusätzliches Werkzeug reduziert bzw. vermieden werden können.

[0005] Aus den zuvor genannten Gründen besteht im Bereich der Kraftfahrzeugindustrie ein großes Interesse an hochumformbaren, mittelfesten Aluminiumlegierungen, die insbesondere eine bessere Umformbarkeit aufweisen, als beispielsweise die Standardlegierung AA (Aluminum Association) 5005 (AlMg).

[0006] Neben den mechanischen Eigenschaften spielt bei Kraftfahrzeugen auch die Korrosionsbeständigkeit eine große Rolle, da Kraftfahrzeugbauteile wie Türinnenteile Spritzwasser, Kondenswasser oder Schwitzwasser ausgesetzt sind. Es ist daher wünschenswert, dass die Kraftfahrzeugbauteile eine gute Beständigkeit gegen verschiedene Korrosionsangriffe, insbesondere gegen interkristalline Korrosion und gegen Filiform-Korrosion aufweisen.

[0007] Unter Filiform-Korrosion wird ein Korrosionstyp verstanden, der bei beschichteten Bauteilen auftritt und einen fadenförmigen Verlauf zeigt. Die Filiform-Korrosion tritt bei hoher Luftfeuchtigkeit in Gegenwart von Chloridionen auf.

[0008] In der Vergangenheit wurde versucht, Halbzeuge bzw. Bauteile für Kraftfahrzeuge aus der Legierung AA 8006 (AlFe1,5Mn0,5) herzustellen. Mit dieser Legierung können zwar Halbzeuge mit einer ausreichenden Festigkeit und einer hohen Umformbarkeit hergestellt werden, jedoch zeigten die entsprechenden Bauteile nach dem Lackieren eine hohe Anfälligkeit für Filiform-Korrosion, so dass die Legierung AA 8006 für beschichtete, insbesondere lackierte Bauteile wie Türinnenteile, nicht geeignet ist.

[0009] Aushärtbare AA 6xxx-Legierungen weisen hohe Festigkeiten sowie eine gute Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion und gegen Filiform-Korrosion auf, sind jedoch deutlich schlechter umformbar als AA 8006 und daher zur Herstellung komplexer Bauteile wie zum Beispiel von Türinnenteilen nicht besonders gut geeignet. Zudem ist die Herstellung von Halbzeugen und Bauteilen aus einer AA 6xxx-Legierung recht aufwändig und teuer, da sie als besonderen Verfahrensschritt eine Durchlaufglühung erfordert.

[0010] AA 5xxx-Legierungen mit hohen Magnesium-Anteilen vereinigen hohe Festigkeiten mit einer recht guten Umformbarkeit. Allerdings reicht die Umformbarkeit nicht an diejenige von Stahllösungen heran, was zu Einschränkungen im Design der Bauteile führt. Zudem neigen diese Legierungen zu interkristalliner Korrosion. Stahlwerkstoffe sind zwar sehr gut umformbar, haben allerdings bei gleicher Steifigkeit einen Gewichtsachteil und sind ebenfalls korrosionsanfällig. Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Aluminiumlegierungsband zur Verfügung zu stellen, das hoch-umformbar, mittelfest und korrosionsbeständig ist. Weiterhin sollen vorteilhafte Verwendungen für das Band zur Verfügung gestellt werden. Diese Aufgabe wird mit einem Aluminiumlegierungsband und einer Verwendung des Bandes mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 8 und 9 gelöst.

[0011] In Bezug auf die Aluminiumlegierung des Aluminiumlegierungsbandes wird die zuvor genannte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Legierungsbestandteile der Aluminiumlegierung die folgenden Anteile in Gewichtsprozent aufweisen:

	Fe	≤	0,80 %,
	Si	≤	0,50 %,
0,90 % ≤	Mn	≤	1,50 %,
	Mg	≤	0,25 %,
	Cu	≤	0,20 %,
	Cr	≤	0,05 %,
	Ti	≤	0,05 %,
	V	≤	0,05 %,

(fortgesetzt)

Zr ≤ 0,05 %,

5 **[0012]** Rest Aluminium, unvermeidliche Begleitelemente einzeln < 0,05 %, in Summe < 0,15 %, und der kombinierte Anteil von Mg und Cu folgende Relation in Gew.-% erfüllt:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

10

[0013] Die Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes basiert auf dem Legierungstyp AA 3xxx, insbesondere AA 3103 (AlMn1). Derartige Legierungen weisen zwar eine sehr gute Umformbarkeit auf, sind aber normalerweise für viele Anwendungen wie Bauteile von Kraftfahrzeugen zu weich. Durch die Zugabe bestimmter Legierungselemente, insbesondere Mg und Cu, kann die Festigkeit der Aluminiumlegierung zwar erhöht werden, jedoch

15

[0014] Im Rahmen der Erfindung wurde unter anderem erkannt, dass der kombinierte Anteil von Kupfer und Magnesium bei der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes genau kontrolliert werden muss, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften, nämlich eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 45 MPa bei einer Gleichmaßdehnung A_g von mindestens 23 % sowie einer Bruchdehnung A_{80mm} von mindestens 30 %, bei guter Korrosionsbeständigkeit zu erreichen. In Versuchen wurde festgestellt, dass bei einem kombinierten Anteil von Mg und Cu zwischen 0,15 und 0,25 Gew.-% eine für die genannten Anwendungen vorteilhafte Kombination von Festigkeit und Umformbarkeit der Aluminiumlegierung erzielt wird.

20

[0015] Der kombinierte Anteil von Magnesium und Kupfer muss mindestens 0,17 Gew.-%, betragen, damit die Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes eine ausreichende Festigkeit, insbesondere mit einer Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 45 MPa, erreicht. Andererseits muss der kombinierte Anteil von Mg und Cu auf höchstens 0,25 Gew.-%, bevorzugt höchstens 0,23 Gew.-%, insbesondere höchstens 0,20 Gew.-% begrenzt werden, da ansonsten Gleichmaßdehnung A_g und Bruchdehnung A_{80mm} zu sehr abfallen, nämlich insbesondere unter 23 % für A_g bzw. unter 30 % für A_{80mm} . Unter dem kombinierten Anteil von Magnesium und Kupfer wird allgemein die Summe der beiden Einzelanteile für Mg und Cu in Gew.-% verstanden.

25

[0016] Hinsichtlich der einzelnen Anteile weist die Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes einen Cu-Anteil von maximal 0,20 Gew.-%, bevorzugt von maximal 0,10 Gew.-%, insbesondere von maximal 0,05 Gew.-%, und einen Magnesium-Anteil von maximal 0,25 Gew.-%, bevorzugt maximal 0,2 Gew.-%, auf. Weiterhin weist die Aluminiumlegierung vorzugsweise einen Mg-Anteil von mindestens 0,06 Gew.-%, weiter bevorzugt von mindestens 0,10 Gew.-%, insbesondere von mindestens 0,15 Gew.-% auf.

30

[0017] Die zuvor beschriebene, Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes hat sich in Versuchen als hoch-umformbar und mittelfest erwiesen. Dadurch kann die Aluminiumlegierung besonders gut für Halbzuge und Bauteile von Kraftfahrzeugen verwendet werden, deren Herstellung komplexe Umformprozesse umfasst. Mit der Aluminiumlegierung kann teilweise insbesondere sogar eine so gute Umformbarkeit erreicht werden, dass Halbzuge und Bauteile aus der Legierung auf Umformwerkzeugen für Stahlbauteile umgeformt werden können.

35

[0018] Weiterhin hat sich in Versuchen gezeigt, dass die Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes eine gute Korrosionsbeständigkeit aufweist. Insbesondere tritt bei Legierungen vom Typ AA 3xxx, zu dem die oben genannte Legierung gehört, keine interkristalline Korrosion auf. Weiterhin zeigte die Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes in Laboruntersuchungen eine erheblich bessere Beständigkeit gegenüber Filiform-Korrosion als beispielsweise AA 8006-Legierungen.

40

[0019] Die Wirkung der einzelnen Legierungsbestandteile wird nun im Folgenden erläutert:

45

Der Mn-Anteil der Legierung von 0,9 bis 1,5 Gew.-%, vorzugsweise von 1,0 bis 1,4 Gew.-%, insbesondere von 1,0 bis 1,2 Gew.-%, führt in Kombination mit den Fe- und Si-Anteilen in den angegebenen Mengen insbesondere zu relativ gleichförmig verteilten, kompakten Partikeln der quaternären $\alpha\text{-Al(Fe,Mn)Si}$ -Phase, die die Festigkeit der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes steigern, ohne andere Eigenschaften wie die Umformbarkeit oder das Korrosionsverhalten negativ zu beeinflussen.

50

[0020] Die Elemente Titan, Chrom, Vanadium und insbesondere Zirkon können die Rekristallisation bei der Schlussglühung behindern und damit die Umformbarkeit der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes verschlechtern. Um eine bessere Umformbarkeit zu erzielen, weist die Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes daher Ti-, Cr-, V- und Zr-Anteile von jeweils maximal 0,05 Gew.-% und bevorzugt insbesondere einen Zr-Anteil von maximal 0,02 Gew.-% auf.

55

[0021] Die Anteile aller anderen unvermeidlichen Begleitelemente betragen einzeln weniger als 0,05 Gew.-% und

zusammen weniger als 0,15 Gew.-%, damit diese keine unerwünschte Phasenbildung und/oder negativen Einflüsse auf die Materialeigenschaften hervorrufen.

[0022] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform ist der Mg-Anteil der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes größer als der Cu-Anteil der Aluminiumlegierung. Auf diese Weise kann das Korrosionsverhalten der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes, insbesondere in Bezug auf die Filiform-Korrosion, weiter verbessert werden.

[0023] Die Umformbarkeit der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes wird in einer weiteren Ausführungsform dadurch weiter verbessert, dass die Aluminiumlegierung einen Cr-Anteil $\leq 0,02$ Gew.-%, bevorzugt $\leq 0,01$ Gew.-%, und/oder einen V-Anteil $\leq 0,02$ Gew.-%, bevorzugt $\leq 0,01$ Gew.-%, und/oder einen Zr-Anteil $\leq 0,01$ Gew.-% aufweist.

[0024] Titan kann beim Stranggießen der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes als Kornfeinungsmittel zum Beispiel in Form von Ti-Borid-Draht oder -Stangen hinzugegeben werden. Daher weist die Aluminiumlegierung in einer weiteren Ausführungsform einen Ti-Anhalt von mindestens 0,01 Gew.-%, bevorzugt von mindestens 0,015 Gew.-%, insbesondere von mindestens 0,02 Gew.-% auf.

[0025] Die Materialeigenschaften der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes lassen sich in einer weiteren Ausführungsform dadurch verbessern, dass die Aluminiumlegierung einen Fe-Anteil $\leq 0,7$ Gew.-%, vorzugsweise $\leq 0,6$ Gew.-%, insbesondere $\leq 0,5$ Gew.-%, aufweist. Durch die weitere Beschränkung des Fe-Anteils wird verhindert, dass sich die Anfälligkeit der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes gegenüber Filiform-Korrosion erhöht.

[0026] Weiterhin weist die Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes bevorzugt einen Si-Anteil von $\leq 0,4$ Gew.-%, vorzugsweise $\leq 0,3$ Gew.-%, insbesondere $\leq 0,25$ Gew.-%, auf. Durch die weitere Beschränkung des Si-Anteils kann verhindert werden, dass die Umformbarkeit zu sehr reduziert wird.

[0027] Zur Festigkeitssteigerung weist die Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes weiterhin vorzugsweise einen Fe-Anteil von mindestens 0,10 Gew.-%, bevorzugt von mindestens 0,25 Gew.-%, insbesondere von mindestens 0,40 Gew.-%, und/oder einen Si-Anteil von mindestens 0,06 Gew.-%, bevorzugt mindestens 0,10 Gew.-%, insbesondere mindestens 0,15 Gew.-% auf.

[0028] Eine gute Festigkeit und Umformbarkeit werden bei einer bevorzugten Ausführungsform der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes dadurch erreicht, dass die Legierungsbestandteile der Aluminiumlegierung die folgenden Anteile in Gewichtsprozent aufweisen:

0,40 %	\leq	Fe	\leq	0,70 %
0,10 %	\leq	Si	\leq	0,25 %
1,00 %	\leq	Mn	\leq	1,20 %
		Mg	\leq	0,25 %
		Cu	\leq	0,10 %
		Cr	\leq	0,02 %
		Ti	\leq	0,05 %
		V	\leq	0,05 %
		Zr	\leq	0,05 %

[0029] Rest Aluminium, unvermeidliche Begleitelemente einzeln $< 0,05$ %, in Summe $< 0,15$ %, wobei der kombinierte Anteil von Mg und Cu folgende Relation in Gew.-% erfüllt:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

[0030] Die Umformbarkeit dieser Legierung kann dadurch verbessert werden, dass die Legierung einen V-Anteil $\leq 0,02$ Gew.-% und/oder einen Zr-Anteil $\leq 0,01$ Gew.-% aufweist. Weiterhin kann die Kornfeinung durch einen Ti-Anteil von mindestens 0,01 Gew.-% verbessert werden.

[0031] Eine sehr gute Umformbarkeit bei ausreichender Festigkeit wird in einer bevorzugten Ausführungsform der Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes dadurch erreicht, dass die Legierungsbestandteile der Aluminiumlegierung die folgenden Anteile in Gewichtsprozent aufweisen:

0,40 %	\leq	Fe	\leq	0,70 %
0,10 %	\leq	Si	\leq	0,25 %
1,00 %	\leq	Mn	\leq	1,20 %

(fortgesetzt)

Mg	≤	0,20 %
Cu	≤	0,05 %
Cr	≤	0,02 %
Ti	≤	0,05 %
V	≤	0,05 %
Zr	≤	0,05 %

[0032] Rest Aluminium, unvermeidliche Begleitelemente einzeln < 0,05 %, in Summe < 0,15 %, wobei der kombinierte Anteil von Mg und Cu folgende Relation in Gew.-% erfüllt:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,20 \%$$

[0033] Die Umformbarkeit dieser Legierung kann dadurch verbessert werden, dass die Legierung einen V-Anteil ≤ 0,02 Gew.-% und/oder einen Zr-Anteil ≤ 0,01 Gew.-% aufweist. Weiterhin kann die Kornfeinung durch einen Ti-Anteil von mindestens 0,01 Gew.-% verbessert werden.

[0034] Ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes aus der Aluminiumlegierung umfasst folgende Verfahrensschritte:

- Gießen eines Walzbarrens aus einer Aluminiumlegierung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes,
- Homogenisieren des Walzbarrens bei 480 °C bis 600 °C für mindestens 0,5 h,
- Warmwalzen des Walzbarrens bei 280 °C bis 500 °C zu einem Aluminiumlegierungsband,
- Kaltwalzen des Aluminiumlegierungsbandes auf Enddicke und
- rekristallisierendes Schlussglühen des Aluminiumlegierungsbandes.

[0035] Die Verfahrensschritte des zuvor beschriebenen Verfahrens werden insbesondere in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt.

[0036] In Versuchen wurde festgestellt, dass mit diesem Verfahren ein Aluminiumlegierungsband hergestellt werden kann, welches hoch-umformbar, mittelfest und korrosionsbeständig, insbesondere gegenüber interkristalliner Korrosion und Filiform-Korrosion, ist. Weiterhin erlaubt dieses Verfahren eine wirtschaftliche Herstellung des Aluminiumlegierungsbandes, da das Verfahren Standardprozessschritte (d.h. Strangguss, Homogenisieren, Warmwalzen, Kaltwalzen, Weichglühen) umfasst und nicht notwendigerweise besondere, aufwändige Verfahrensschritte wie zum Beispiel eine Banddurchlaufglühung erfordert.

[0037] Das Gießen des Walzbarrens erfolgt bevorzugt im DC-Strangguss. Alternativ kann jedoch beispielsweise auch ein Bandgussverfahren verwendet werden.

[0038] Durch das Homogenisieren des Walzbarrens bei 480 °C bis 600 °C, bevorzugt bei 500 °C bis 600 °C, insbesondere bei 530 °C bis 580 °C, für mindestens 0,5 h wird erreicht, dass das Aluminiumlegierungsband nach dem Schlussglühen ein feinkörniges Gefüge mit guter Festigkeit und Umformbarkeit aufweist. Diese Eigenschaften lassen sich weiter dadurch verbessern, dass das Homogenisieren des Walzbarrens für mindestens 2 h erfolgt.

[0039] Das Warmwalzen des Walzbarrens erfolgt bei einer Temperatur zwischen 280 °C und 500 °C, bevorzugt zwischen 300 °C und 400 °C, insbesondere zwischen 320 °C und 380 °C. Beim Warmwalzen wird der Walzbarren bevorzugt auf eine Dicke zwischen 3 und 12 mm heruntergewalzt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass beim nachfolgenden Kaltwalzen ein ausreichend hoher Abwalzgrad, bevorzugt von mindestens 70 %, insbesondere von mindestens 80 %, erreicht wird, durch den die Festigkeit, die Umformbarkeit und die Dehnungswerte des Aluminiumlegierungsbandes mitbestimmt werden.

[0040] Das Kaltwalzen des Aluminiumlegierungsbandes kann in einem oder in mehreren Stichen erfolgen. Bevorzugt wird das Aluminiumlegierungsband auf eine Enddicke im Bereich von 0,2 bis 5 mm, bevorzugt von 0,25 bis 4 mm, insbesondere von 0,5 - 3,6 mm gewalzt. Bei diesen Dickenbereichen können die gewünschten Materialeigenschaften des Aluminiumlegierungsbandes besonders gut erreicht werden.

[0041] Durch das Schlussglühen des Aluminiumbands kann ein feinkörnig durchkristallisiertes Gefüge mit guter Festigkeit und Umformbarkeit erreicht werden. Beim Schlussglühen handelt es sich daher um eine rekristallisierende Weichglühung. Das Schlussglühen kann insbesondere in einem Kammerofen bei 300 °C bis 400 °C, bevorzugt bei 320 °C bis 360 °C oder in einem Durchlaufofen bei 450 °C bis 550 °C, bevorzugt bei 470 °C bis 530 °C erfolgen. Der Kammerofen ist in Betrieb und Anschaffung weniger kostenintensiv als der Durchlaufofen. Die Dauer des Schlussglühens im Kammerofen beträgt typischerweise 1 h oder mehr.

[0042] In einer ersten Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren zusätzlich folgenden Verfahrensschritt:

- Fräsen der Ober- und/oder Unterseite des Walzbarrens.

[0043] Durch diesen Verfahrensschritt können die Korrosionseigenschaften des hergestellten Aluminiumlegierungsbandes bzw. eines aus diesem Aluminiumlegierungsband hergestellten Endprodukts verbessert werden. Das Fräsen der Ober- und/oder Unterseite des Walzbarrens kann beispielsweise nach dem Gießen und vor dem Homogenisieren des Walzbarrens erfolgen.

[0044] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das Homogenisieren mindestens zweistufig durchgeführt mit folgenden Schritten:

- erstes Homogenisieren bei 500 °C bis 600 °C, bevorzugt bei 550 °C bis 600 °C, für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h, und
- zweites Homogenisieren bei 450 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h.

[0045] Durch das mindestens zweistufige Homogenisieren kann ein feinkörnigeres Gefüge mit guter Festigkeit und Umformbarkeit nach dem Schlussglühen erzielt werden. Es hat sich gezeigt, dass auf diese Weise nach dem Schlussglühen insbesondere Korngrößen, bestimmt nach ASTM E1382, von kleiner als 45 µm, insbesondere sogar von kleiner als 35 µm, erreicht werden können. Das zweite Homogenisieren wird bevorzugt bei der Warmwalztemperatur durchgeführt, die der Walzbarren zu Beginn des nachfolgenden Warmwalzschrittes aufweist.

[0046] Das mindestens zweistufige Homogenisieren umfasst bei einer weiteren Ausführungsform bevorzugt folgende Schritte:

- erstes Homogenisieren bei 500 °C bis 600 °C, bevorzugt bei 550 °C bis 600 °C, für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h,
- Abkühlen des Walzbarrens nach dem ersten Homogenisieren auf die Temperatur für das zweite Homogenisieren und
- zweites Homogenisieren bei 450 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h.

[0047] In einer alternativen Ausführungsform umfasst das mindestens zweistufige Homogenisieren bevorzugt folgende Schritte:

- erstes Homogenisieren bei 500 °C bis 600 °C, bevorzugt bei 550 °C bis 600 °C, für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h,
- Abkühlen des Walzbarrens nach dem ersten Homogenisieren auf Raumtemperatur,
- Anwärmen des Walzbarrens auf die Temperatur für das zweite Homogenisieren und
- zweites Homogenisieren bei 450 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h.

[0048] In einer weiteren Ausführungsform kann ein Fräsen der Ober- und/oder Unterseite des Walzbarrens zwischen dem ersten Homogenisieren und dem zweiten Homogenisieren erfolgen, und zwar besonders bevorzugt nach dem Abkühlen des Walzbarrens auf Raumtemperatur.

[0049] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens beträgt der Abwalzgrad während des Kaltwalzens mindestens 70 %, vorzugsweise mindestens 80 %. Durch diesen Mindestabwalzgrad kann beim Aluminiumlegierungsband nach der Schlussglühung ein feinkörniges Gefüge mit guter Festigkeit und Umformbarkeit erreicht werden.

[0050] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens beträgt der Abwalzgrad während des Kaltwalzens maximal 90 %, bevorzugt maximal 85 %. Durch diesen maximalen Abwalzgrad kann eine übermäßige Abnahme der Dehnungswerte des Aluminiumlegierungsbandes verhindert werden.

[0051] Das Verfahren kann in einer weiteren Ausführungsform dadurch besonders wirtschaftlich durchgeführt werden, dass das Kaltwalzen ohne Zwischenglühung durchgeführt wird. Es hat sich herausgestellt, dass die gewünschten Eigenschaften des Aluminiumlegierungsbandes auch ohne eine Zwischenglühung erreicht werden können. Bevorzugt erfolgt bei der Herstellung des Aluminiumlegierungsbandes auch keine aufwändige und teure Banddurchlaufglühung.

[0052] In einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens wird das Aluminiumlegierungsband zwischen zwei Kaltwalzstichen, insbesondere zwischen dem vorletzten und dem letzten Kaltwalzstich, zwischengeglüht, insbesondere bei einer Temperatur von 300 °C bis 400 °C, bevorzugt bei einer Temperatur von 330 °C bis 370 °C. Das Zwischenglühen kann beispielsweise in einem Kammerofen erfolgen. Bei dem Zwischenglühen handelt es sich insbesondere um ein Zwischen-Weichglühen des Bandes.

[0053] Zwar wird das Herstellungsverfahren durch das Zwischenglühen aufwändiger, jedoch kann hierdurch bei einem relativ dicken Warmband das Gefüge positiv beeinflusst werden, so dass das hergestellte Aluminiumlegierungsband im Ergebnis bessere Materialeigenschaften aufweist. Das Zwischenglühen wird bevorzugt dann durchgeführt, wenn der

Abwalzgrad beim Kaltwalzen insgesamt mehr als 85 %, insbesondere mehr als 90 % beträgt. Das Kaltwalzen und das Zwischenglühen erfolgt dann vorzugsweise so, dass der Abwalzgrad nach dem Zwischenglühen weniger als 90 %, insbesondere weniger als 85 % beträgt. Besonders bevorzugt beträgt der Abwalzgrad nach dem Zwischenglühen zwischen 70 % und 90 %, insbesondere zwischen 80 % und 85 %.

[0054] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Aluminiumlegierungsband, welches bevorzugt mit einem der zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt wird, dadurch gelöst, dass das Aluminiumlegierungsband aus der zuvor beschriebenen Legierung besteht und eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 45 MPa, eine Gleichmaßdehnung A_g von mindestens 23 % sowie eine Bruchdehnung A_{80mm} von mindestens 30 % aufweist.

[0055] Versuche haben gezeigt, dass mit der beschriebenen Legierung und insbesondere auch durch das zuvor beschriebene Verfahren ein erfindungsgemäßes Aluminiumlegierungsband herstellbar ist, welches die oben genannten Materialeigenschaften und zudem eine gute Korrosionsbeständigkeit gegenüber interkristalliner Korrosion und Filiform-Korrosion aufweist. Damit ist das erfindungsgemäße Aluminiumlegierungsband besonders gut für Bauteile und Halbzeuge für Kraftfahrzeuge, insbesondere für beschichtete Bauteile wie Türinnenbauteile geeignet.

[0056] Die Dehngrenze $R_{p0,2}$ wird nach DIN EN ISO 6892-1:2009 bestimmt. Die Gleichmaßdehnung A_g und die Bruchdehnung A_{80mm} werden ebenfalls nach DIN EN ISO 6892-1:2009 mit einer Flachzug-Probe nach DIN EN ISO 6892-1:2009, Anhang B, Form 2 bestimmt.

[0057] In einer Ausführungsform weist das Aluminiumlegierungsband eine Dicke im Bereich von 0,2 bis 5 mm, bevorzugt von 0,25 bis 4 mm, insbesondere von 0,5 - 3,6 mm auf. Bei diesen Dickenbereichen können die gewünschten Materialeigenschaften des Aluminiumlegierungsbands besonders gut erreicht werden.

[0058] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird weiterhin gelöst durch die Verwendung des zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbands für Halbzeuge oder Bauteile für Kraftfahrzeuge, insbesondere für beschichtete Bauteile für Kraftfahrzeuge. Es hat sich herausgestellt, dass mit dem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband Materialeigenschaften erreicht werden können, die insbesondere für diese Verwendungen vorteilhaft sind. Das Aluminiumlegierungsband kann nach einer Ausführungsform besonders vorteilhaft für Türinnenbauteile eines Kraftfahrzeugs verwendet werden.

[0059] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird weiterhin gelöst durch die Verwendung eines Blechs, hergestellt aus einem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband, als Bauteil im Kraftfahrzeug. Wie zuvor beschrieben eignen sich die Materialeigenschaften des Aluminiumlegierungsbands und damit auch die Materialeigenschaften eines aus diesem hergestellten Blechs besonders für die Verwendung im Kraftfahrzeug, vor allem als Türinnenblech.

[0060] Wegen der guten Beständigkeit gegenüber Filiform-Korrosion wird das aus dem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband hergestellte Blech besonders bevorzugt für beschichtete, insbesondere lackierte Bauteile eines Kraftfahrzeugs verwendet.

[0061] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung können der nachfolgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele entnommen werden, wobei auch auf die beigefügte Zeichnung Bezug genommen wird.

[0062] In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm für mehrere Ausführungsbeispiele zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbands,

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm für weitere Ausführungsbeispiele zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbands,

Fig. 3 ein Diagramm mit Messergebnissen von Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsblätter und

Fig. 4 ein Bauteil für ein Kraftfahrzeug gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0063] Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein erstes Ausführungsbeispiel des Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbands.

[0064] In einem ersten Schritt 2 wird zunächst ein Walzbarren aus einer Aluminiumlegierung gegossen. Das Gießen kann beispielsweise im DC-Strangguss oder im Bandguss erfolgen. Nach dem Gießen wird der Walzbarren in Schritt 4 bei einer Temperatur im Bereich von 480 °C bis 600 °C für mindestens 0,5 h homogenisiert. In Schritt 6 wird der Walzbarren anschließend bei einer Temperatur im Bereich von 280 °C bis 500 °C auf eine Enddicke zwischen 3 und 12 mm warmgewalzt. Das aus dem Walzbarren warmgewalzte Warmband wird dann im Schritt 8 auf eine Enddicke von vorzugsweise 0,2 mm bis 5 mm kaltgewalzt. Im Anschluss an das Kaltwalzen erfolgt in Schritt 10 schließlich noch ein Schlussglühen des Aluminiumlegierungsbands, beispielsweise im Kammerofen bei einer Temperatur zwischen 300 °C und 400 °C oder in einem Durchlaufofen zwischen 450 °C und 550 °C.

[0065] Zwischen dem Gießen des Walzbarrens in Schritt 2 und dem Homogenisieren in Schritt 4 kann optional in

einem Schritt 12 die Ober- und/oder die Unterseite des Walzbarrens gefräst werden.

[0066] Weiterhin kann das Aluminiumlegierungsband während des Kaltwalzens in Schritt 8 optional in einem Schritt 14 zwischengeglüht werden, vorzugsweise in einem Kammerofen bei einer Temperatur zwischen 300 °C und 400 °C. Das Zwischenglühen ist besonders dazu geeignet, die Materialeigenschaften des Aluminiumlegierungsbands zu verbessern, wenn das Warmband relativ dick ist und daher der Abwalzgrad beim Kaltwalzen insgesamt mehr als 85 %, insbesondere mehr als 90 % beträgt. Das Zwischenglühen erfolgt bevorzugt vor dem letzten Kaltwalzstich.

[0067] Bei einer Warmbanddicke von 12 mm und einer Enddicke von 0,4 mm beträgt der Abwalzgrad beim Kaltwalzen beispielsweise insgesamt ca. 96,7 %. In diesem Fall kann das Warmband zum Beispiel in einem ersten Kaltwalzstich zunächst auf 2 mm gewalzt, dann zwischengeglüht und schließlich in einem zweiten Kaltwalzstich auf 0,4 mm gewalzt werden. Der Abwalzgrad nach dem Zwischenglühen beträgt dann nur noch 80 % und liegt somit in einem bevorzugten Bereich.

[0068] Figur 2 zeigt einen Teil eines Ablaufdiagramms für weitere Ausführungsbeispiele des Verfahrens. Der Verfahrensablauf dieser Ausführungsbeispiele stimmt im Wesentlichen mit dem Verfahrensablauf der mit Bezug auf Figur 1 beschriebenen Verfahren überein. Das Homogenisieren des Walzbarrens erfolgt bei den Ausführungsbeispielen nach Figur 2 jedoch nicht in Schritt 4, sondern in einem Schritt 16, der in mehrere Einzelschritte aufgeteilt ist. Figur 2 zeigt mögliche Abfolgen der Einzelschritte des Schritts 16.

[0069] Demnach erfolgt nach dem Gießen des Walzbarrens in Schritt 2 bzw. nach dem Fräsen des Walzbarrens in Schritt 12 im ersten Teilschritt 18 des Schritts 16 zunächst ein erstes Homogenisieren bei einer Temperatur zwischen 550 und 600 °C für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h. In einem nachfolgenden Schritt 20 wird der Walzbarren auf die Temperatur des zweiten Homogenisierens im Bereich von 450 °C und 550 °C abgekühlt, bevor dann im wiederum nachfolgenden Schritt 22 bei dieser Temperatur das zweite Homogenisieren für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h, erfolgt.

[0070] Alternativ kann der Walzbarren nach dem ersten Homogenisieren in Schritt 18 in einem Schritt 24 auch zunächst auf Raumtemperatur abgekühlt und in einem nachfolgenden Schritt 26 auf die Temperatur für das zweite Homogenisieren angewärmt werden. Zwischen Schritt 24 und Schritt 26 können optional die Ober- und/oder die Unterseite des Walzbarrens gefräst werden.

[0071] Im Rahmen der Erfindung wurden Aluminiumlegierungen vom Typ AA 3xxx, insbesondere basierend auf AA 3103, mit verschiedenen Mg- und Cu-Anteilen hergestellt. Die Legierungszusammensetzungen dieser Aluminiumlegierungen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt, wobei die einzelnen Legierungsanteile jeweils in Gew.-% angegeben sind.

Tabelle 1

Nr.		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	V	Zr	Cu+Mg
1	V	0,063	0,54	0,0029	1,07	0,0102	0,0005	0,0051	0,0053	0,0038	0,0005	0,013
2	V	0,23	0,55	0,055	0,93	0,059	0,0096	0,0131	0,0151	0,0099	0,0008	0,114
3	V	0,208	0,546	0,064	1,026	0,071	0,004	0,005	0,018	0,0081	0,0006	0,135
4	V	0,154	0,51	0,152	1,02	0,0019	0,0005	0,0034	0,0602	0,0073	0,0005	0,154
5	E	0,23	0,5	0,18	1,06	0,0109	0,0101	0,0055	0,0093	0,0112	0,0008	0,191
6	E	0,142	0,62	0,0019	1,1	0,19	0,0004	0,0011	0,0066	0,0091	0,0005	0,192
7	E	0,17	0,54	0,19	1,03	0,053	0,0005	0,0032	0,0217	0,0064	0,0005	0,243
8	V	0,42	0,45	0,086	1,01	0,19	0,0331	0,0058	0,028	0,0066	0,0006	0,276
9	V	0,052	0,21	0,28	0,87	0,22	0,0006	0,0028	0,018	0,0061	0,0005	0,5
10	V	0,162	0,59	0,0016	1,1	0,52	0,0002	0,001	0,0055	0,0072	0,0005	0,522
11	V	0,179	0,38	0,116	1,05	0,51	0,003	0,006	0,014	0,0068	0,0006	0,626

[0072] In der letzten Spalte der Tabelle 1 ist der kombinierte Anteil von Kupfer und Magnesium angegeben, der sich als besonders wichtig für die gewünschten Materialeigenschaften herausgestellt hat. Bei den Legierungen Nr. 5 - 7 handelt es sich um Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Bänder aus der Legierung (E), während die Legierungen Nr. 1 - 4 und 8 - 11 Vergleichsbeispiele darstellen (V).

[0073] Aus diesen Aluminiumlegierungen Nr. 1 - 11 wurden dann mit dem zuvor beschriebenen Verfahren Aluminiumlegierungsbänder hergestellt. Im Einzelnen wurde aus jeder dieser Legierungen 1 bis 11 im DC-Strangguss jeweils ein Walzbarren mit einer Dicke von 600 mm gegossen, der dann jeweils zweistufig homogenisiert wurde, und zwar

zunächst für mehrere Stunden bei ca. 580 °C und anschließend für mehrere Stunden bei ca. 500 °C. Nach dem Homogenisieren wurden die Walzbarren bei ca. 500 °C zu Aluminiumlegierungswarmbändern mit einer Dicke von 4 bis 8 mm warmgewalzt. Diese Aluminiumlegierungswarmbänder wurden dann jeweils auf eine Enddicke von 1,2 mm kaltgewalzt und schließlich für 1 h einer rekristallisierenden Schlussglühung bei 350 °C unterzogen.

[0074] Anschließend wurden die Aluminiumlegierungsbänder auf ihre mechanischen Eigenschaften, insbesondere auf ihre Festigkeit und Umformbarkeit untersucht.

[0075] Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt. Weiterhin zeigt Tabelle 2 in der letzten Zeile die entsprechenden Materialeigenschaften einer Legierung vom Typ AA 8006, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist.

Tabelle 2

Nr.		$R_{p0,2}$ [MPa]	R_m [MPa]	A_g [%]	A_{80mm} [%]	n-Wert	r-Wert	SZ 32 [mm]
1	V	42	101	25,1	41,3	0,214	0,472	16,7
2	V	42	103	24,6	35,7	0,216	0,579	16,3
3	V	43	111	24,5	36,1	0,218	0,484	16,4
4	V	48	111	25,3	35,9	0,214	0,417	16,6
5	E	49	115	25,1	34,2	0,218	0,420	16,2
6	E	50	113	24,2	35,0	0,210	0,598	16,4
7	E	53	118	23,8	32,5	0,216	0,344	15,9
8	V	51	119	21,8	29,5	0,207	0,635	15,9
9	V	58	134	21,2	26,9	0,220	0,556	15,4
10	V	57	135	20,8	28,0	0,221	0,652	15,5
11	V	66	152	19,7	21,0	0,225	0,582	14,9
AA 8006	V	49	104	27,5	42,0	0,223	0,431	17,3

[0076] Tabelle 2 zeigt folgende Messwerte:

- die Dehngrenze $R_{p0,2}$ in MPa sowie die Zugfestigkeit R_m in MPa, gemessen im Zugversuch senkrecht zur Walzrichtung des Blechs nach DIN EN ISO 6892-1:2009,
- die Gleichmaßdehnung A_g in Prozent sowie die Bruchdehnung A_{80mm} in Prozent, gemessen im Zugversuch senkrecht zur Walzrichtung des Blechs mit einer Flachzug-Probe nach DIN EN ISO 6892-1:2009, Anhang B, Form 2,
- den Verfestigungsexponenten n (n-Wert), gemessen im Zugversuch senkrecht zur Walzrichtung des Blechs nach DIN ISO 10275:2009,
- die senkrechten Anisotropie r (r-Wert), gemessen im Zugversuch senkrecht zur Walzrichtung des Blechs nach DIN ISO 10113:2009, und
- die beim Streckziehen erreichte Tiefung SZ 32 in Millimeter als weiteres Maß für die Umformbarkeit der Legierung. Die Tiefung SZ 32 wurde im Erichsen-Tiefungsversuch nach DIN EN ISO 20482 ermittelt, aber mit einem auf die Blechdicke abgestimmten Stempelkopfdurchmesser von 32 mm und Matrizendurchmesser von 35,4 mm und unter Zuhilfenahme einer Teflon-Ziehfolie zur Reduzierung der Reibung.

[0077] In Figur 3 sind die Dehngrenzen $R_{p0,2}$ (leere Quadrate), die Bruchdehnungen A_{80mm} (gefüllte Rauten) und die Tiefungswerte SZ 32 (gefüllte Dreiecke) der Aluminiumlegierungsbänder Nr. 1 bis 11 in Abhängigkeit vom kombinierten Cu- und Mg-Anteil der jeweiligen Aluminiumlegierung aufgetragen. Die $R_{p0,2}$ -Werte sind in MPa entsprechend der Skala an der linken Ordinatenachse aufgetragen. Die A_{80mm} -Werte sind in Prozent und die SZ 32-Werte in mm entsprechend der Skala an der rechten Ordinatenachse aufgetragen. Der kombinierte Cu- und Mg-Anteil ist auf der Abszisse in Gew.-% angegeben.

[0078] Weiterhin sind in Figur 3 zur besseren Übersicht jeweils noch Ausgleichsgeraden zu den Messwerten von $R_{p0,2}$, A_{80mm} und SZ 32 eingezeichnet. Zwei vertikale gestrichelte Linien kennzeichnen die Werte 0,15 Gew.-% und 0,25 Gew.-% für den kombinierten Cu- und Mg-Anteil.

[0079] Wie die Messwerte für die Aluminiumlegierungsbänder aus den Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 zeigen, bewirkt die Einstellung des kombinierten Cu- und Mg-Anteils in einem Bereich von 0,15 Gew.-% bis 0,25 Gew.-%, dass die

gewünschte Kombination von Festigkeit ($R_{p0,2} \geq 45 \text{ MPa}$) und Umformbarkeit ($A_g \geq 23\%$ und $A_{80\text{mm}} \geq 30\%$) erreicht wird.

[0080] Bei kombinierten Mg- und Cu-Anteilen von weniger als 0,15 Gew.-% (Nr. 1 - 3) erweist sich die Festigkeit als zu gering ($R_{p0,2} < 45 \text{ MPa}$) und bei kombinierten Mg- und Cu-Anteilen von mehr als 0,25 Gew.-% sinken die Dehnungswerte und damit die Umformbarkeit zu sehr ab ($A_g < 23\%$ und/oder $A_{80\text{mm}} < 30\%$).

[0081] Die gute Umformbarkeit zeigt sich insbesondere auch durch den gemessenen Tiefungswert, der bei den erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbändern vorzugsweise einen Wert $SZ 32 \geq 15,8 \text{ mm}$, insbesondere $\geq 15,9 \text{ mm}$ aufweist.

[0082] Im Ergebnis weisen die Aluminiumlegierungsbänder Nr. 5 - 7 damit bei gleicher Festigkeit nur eine geringfügig schlechtere Umformbarkeit auf als die Vergleichs-Legierung AA 8006. Die Aluminiumlegierungsbänder Nr. 5 - 7 haben gegenüber der Legierung AA 8006 jedoch den Vorteil, dass sie eine erheblich bessere Korrosionsbeständigkeit aufweisen. So tritt interkristalline Korrosion bei Legierungen vom Typ AA 3xxx grundsätzlich nicht auf.

[0083] Weiterhin wurden an den Aluminiumlegierungsbändern aus den Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 ergänzende Laborversuche zur Korrosionsbeständigkeit durchgeführt. Diese Laborversuche haben gezeigt, dass die Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 eine sehr viel bessere Beständigkeit gegenüber Filiform-Korrosion zeigen als der Legierungstyp AA 8006. Damit sind Aluminiumlegierungen wie die Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 bzw. aus diesen Aluminiumlegierungen hergestellte Aluminiumlegierungsbänder besonders für beschichtete Bauteile geeignet.

[0084] Schließlich zeigen die Messwerte in Tabelle 2, dass die Ausführungsbeispiele für die erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbänder auch für die Zugfestigkeit R_m sowie für den n- und r-Wert gute Werte erreichen, die insbesondere im Rahmen üblicher AA 3xxx-Legierungen liegen oder sogar besser sind.

[0085] Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines typischen Bauteils eines Kraftfahrzeugs in Form eines Türinnenteils. Derartige Türinnenteile 40 werden üblicherweise aus Stahl hergestellt. Stahlbauteile sind jedoch bei gleicher Steifigkeit schwer und korrosionsanfällig.

[0086] Es hat sich gezeigt, dass mit den zuvor beschriebenen Aluminiumlegierungen, wie zum Beispiel den Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7, Aluminiumlegierungsbänder hergestellt werden können, die hoch-umformbar, mittelfest und sehr korrosionsbeständig sind, insbesondere gegenüber interkristalliner Korrosion als auch gegenüber Filiform-Korrosion.

[0087] Die Materialeigenschaften dieser Aluminiumlegierungsbänder bzw. der aus diesen hergestellten Blechen sind damit besonders günstig für die Herstellung von Kraftfahrzeugbauteilen, wie zum Beispiel dem Türinnenteil 40. Die gute Beständigkeit gegenüber der Filiform-Korrosion ist insbesondere beim Einsatz der Aluminiumlegierungen für beschichtete, insbesondere lackierte Bauteile, wie das Türinnenteil 40, vorteilhaft.

[0088] Insbesondere weisen die aus diesen Aluminiumlegierungsbändern hergestellten Bauteile eine bessere Korrosionsbeständigkeit auf als entsprechenden Bauteile aus Stahl oder aus einer Legierung vom Typ AA 8006. Gleichzeitig weisen sie dabei ein deutlich geringeres Gewicht auf als Bauteile aus Stahl.

Patentansprüche

1. Aluminiumlegierungsband

dadurch gekennzeichnet, dass

das Aluminiumlegierungsband aus einer Aluminiumlegierung besteht, wobei die Legierungsbestandteile der Aluminiumlegierung die folgenden Anteile in Gew.-% aufweisen:

	Fe	≤	0,80 %
	Si	≤	0,50 %
0,90 %	Mn	≤	1,50 %
	Mg	≤	0,25 %
	Cu	≤	0,20 %
	Cr	≤	0,05 %
	Ti	≤	0,05 %
	V	≤	0,05 %
	Zr	≤	0,05 %

Rest Aluminium, unvermeidliche Begleitelemente einzeln $< 0,05\%$, in Summe $< 0,15\%$, und der kombinierte Anteil von Mg und Cu folgende Relation in Gew.-% erfüllt:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

und wobei das Aluminiumlegierungsband eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 45 MPa, eine Gleichmaßdehnung A_g von mindestens 23 % und eine Bruchdehnung $A_{80\text{mm}}$ von mindestens 30 % aufweist.

2. Aluminiumlegierungsband nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Aluminiumlegierungsband eine Dicke im Bereich von 0,2 mm bis 5 mm aufweist.
3. Aluminiumlegierungsband nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aluminiumlegierung einen Cu-Anteil von maximal 0,10 Gew.-% und/oder einen Mg-Anteil im Bereich von 0,06 Gew.-% bis 0,20 Gew.-% aufweist.
4. Aluminiumlegierungsband nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Mg-Anteil der Aluminiumlegierung größer ist als der Cu-Anteil der Aluminiumlegierung.
5. Aluminiumlegierungsband nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aluminiumlegierung einen Cr-Anteil $\leq 0,02$ Gew.-% und/oder einen V-Anteil von $\leq 0,02$ Gew.-% und/oder einen Zr-Anteil von $\leq 0,02$ Gew.-%, insbesondere von $\leq 0,01$ Gew.-%, aufweist.
6. Aluminiumlegierungsband nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aluminiumlegierung einen Fe-Anteil von 0,4 bis 0,7 Gew.-% aufweist und/oder einen Si-Anteil von 0,1 bis 0,25 Gew.-% aufweist und/oder einen Mn-Anteil von 1,0 bis 1,2 Gew.-% aufweist.
7. Aluminiumlegierungsband nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aluminiumlegierung einen Ti-Anteil von mindestens 0,01 Gew.-% aufweist.
8. Verwendung eines Aluminiumlegierungsbandes nach einem der Ansprüche 1 bis 7 für Halbzeuge oder Bauteile für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Türinnenbauteile.
9. Verwendung eines Blechs, hergestellt aus einem Aluminiumlegierungsband nach einem der Ansprüche 1 bis 7, als Bauteil im Kraftfahrzeug, insbesondere als Türinnenblech.

Claims

1. Aluminium alloy strip
characterized in that
the aluminium alloy strip consists of an aluminium alloy, wherein the alloying components of the aluminium alloy have the following contents in percent by weight:

	Fe	\leq	0.80%,
	Si	\leq	0.50%,
0.90%	Mn	\leq	1.50%,
	Mg	\leq	0.25%,
	Cu	\leq	0.20%,
	Cr	\leq	0.05%,
	Ti	\leq	0.05%,
	V	\leq	0.05%,
	Zr	\leq	0.05%,

the remainder being aluminium, unavoidable impurity elements individually $<0.05\%$, in total $<0.15\%$, and the combined content of Mg and Cu satisfies the following relation in percent by weight $0.17\% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0.25\%$ and wherein the aluminium alloy strip has an offset yield strength $R_{p0.2}$ of at least 45 MPa, a uniform elongation A_g of at least 23%, and an elongation at break $A_{80\text{mm}}$ of at least 30%.

2. Aluminium alloy strip according to claim 1,
characterized in that
the aluminium alloy strip has a thickness in the range from 0.2 mm to 5 mm.
3. Aluminium alloy strip according to claim 1 or 2,
characterized in that the aluminium alloy has a Cu content of at most 0.10% by weight and/or a Mg content in the range of 0.06% by weight to 0.20% by weight.
4. Aluminium alloy strip according to any one of claims 1 to 3,
characterized in that
the Mg content of the aluminium alloy is greater than the Cu content of the aluminium alloy.
5. Aluminium alloy strip according to any one of claims 1 to 4,
characterized in that
the aluminium alloy has a Cr content $\leq 0.02\%$ by weight, and/or a V content $\leq 0.02\%$ by weight, and/or a Zr content $\leq 0.02\%$ by weight, particularly $\leq 0.01\%$ by weight.
6. Aluminium alloy strip according to any one of claims 1 to 5,
characterized in that
the aluminium alloy has an Fe content from 0.4 to 0.7% by weight, and/or a Si content from 0.1 to 0.25% by weight, and/or a Mn content from 1.0 to 1.2% by weight.
7. Aluminium alloy strip according to any one of claims 1 to 6,
characterized in that
the aluminium alloy has a Ti content of at least 0.01% by weight.
8. Use of an aluminium alloy strip according to any one of claims 1 to 7 for semi-finished products or components for motor vehicles, particularly for interior door panels.
9. Use of a metal sheet made from an aluminium alloy strip according to any one of claims 1 to 7 as a component in the motor vehicle, particularly as an interior door panel.

Revendications

1. Bande en alliage d'aluminium **caractérisé en ce que** la bande en alliage d'aluminium est constitué d'un alliage d'aluminium, où les éléments de l'alliage d'aluminium présentent les parts suivantes en % en poids:

		Fe	\leq	0,80 %,
		Si	\leq	0,50 %,
0,90 %	\leq	Mn	\leq	1,50 %,
		Mg	\leq	0,25 %,
		Cu	\leq	0,20 %,
		Cr	\leq	0,05 %,
		Ti	\leq	0,05 %,
		V	\leq	0,05 %,
		Zr	\leq	0,05 %,

le reste étant aluminium, des éléments d'accompagnement inévitables, individuellement $< 0,05 \%$, au total $< 0,15 \%$, et la part combinée de Mg et de Cu satisfait à l'équation suivante:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

et où la bande en alliage d'aluminium présente une limite élastique $R_{p0,2}$ d'au moins 45 MPa, un allongement uniforme A_g d'au moins 2.3 % et un allongement à la rupture A_{80mm} d'au moins 30 %.

2. Bande en alliage d'aluminium selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bande en alliage d'aluminium présente une épaisseur de l'ordre de 0,2 mm à 5 mm.
3. Bande en alliage d'aluminium selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium comporte une part en Cu d'un maximum de 0,10 % en poids et/ou une part en Mg de 0,06 % en poids à 0,20 % en poids.
4. Bande en alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la part en Mg de l'alliage d'aluminium est supérieure à la part en Cu de l'alliage d'aluminium.
5. Bande en alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium comporte une part en Cr $\leq 0,02$ % en poids et/ou une part en V $\leq 0,02$ % en poids et/ou une part en Zr $\leq 0,02$ % en poids, notamment $\leq 0,01$ % en poids.
6. Bande en alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium comporte une part en Fe de 0,4 à 0,7 % en poids et/ou une part en Si de 0,1 à 0,25 % en poids et/ou une part en Mn de 1,0 à 1,2 % en poids.
7. Bande en alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium comporte une part en Ti d'au moins 0,01 % en poids.
8. Utilisation d'une bande en alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 pour des produits semi-finis ou d'éléments constitutifs de véhicules, notamment pour des éléments d'intérieur de portière.
9. Utilisation d'une tôle, fabriquée en une bande en alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 en tant qu'élément dans le véhicule automobile, notamment en tant que tôle d'intérieur de portière.

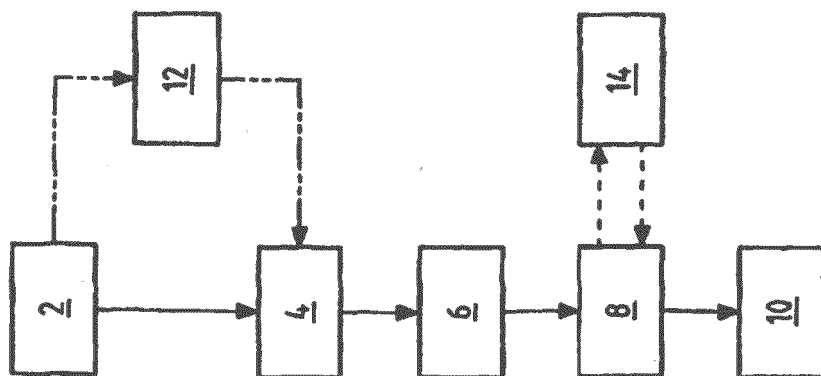


Fig.1

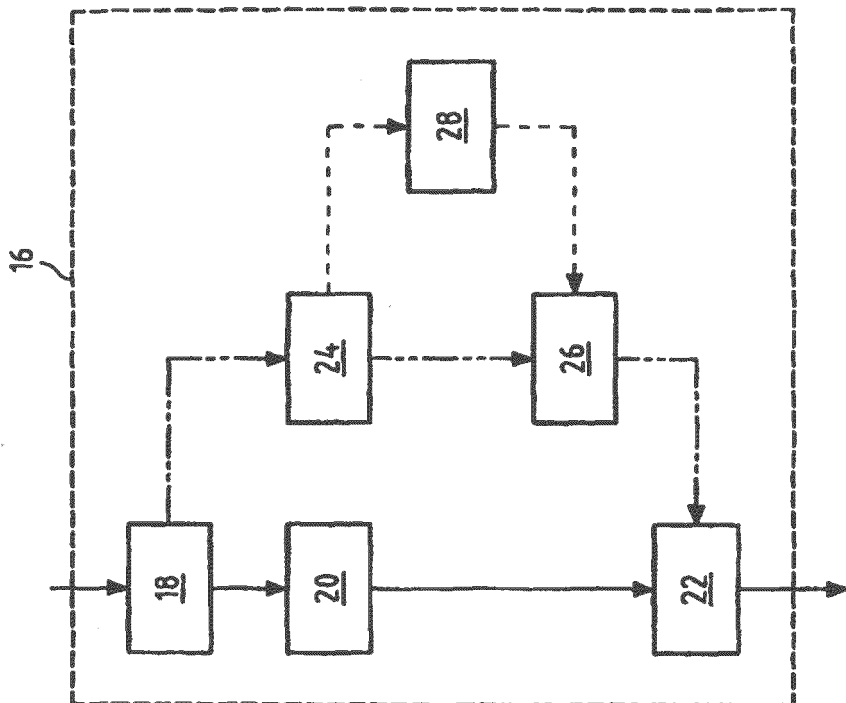


Fig.2

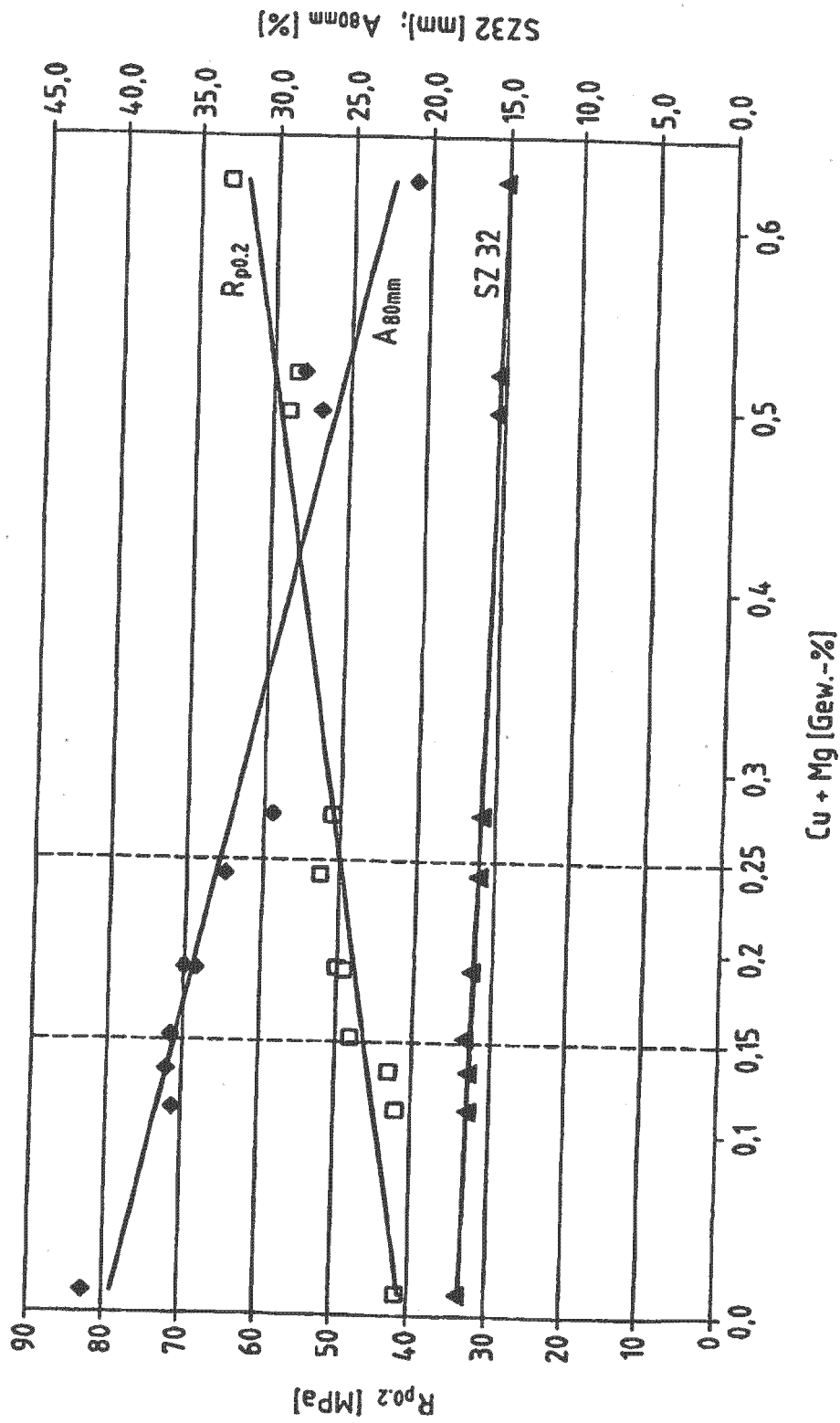


Fig.3

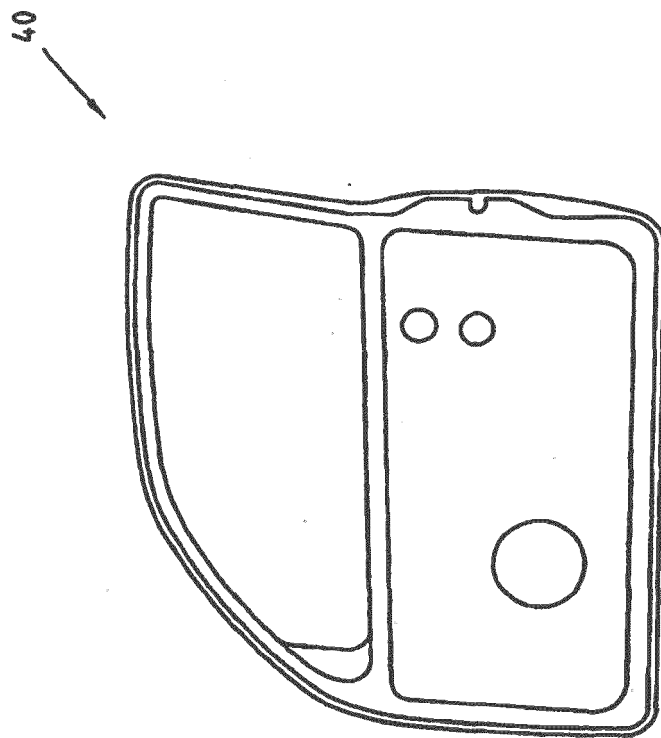


Fig. 4