



(11) **EP 2 103 701 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**09.06.2010 Patentblatt 2010/23**

(51) Int Cl.:  
**C22C 21/02** (2006.01) **C22C 21/08** (2006.01)  
**C22F 1/05** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09001885.4**

(22) Anmeldetag: **11.02.2009**

(54) **Aluminiumlegierung und Verfahren zur Herstellung eines Produkts aus einer Aluminiumlegierung**

Aluminium alloy and method for producing a product from same

Alliage d'aluminium et procédé de fabrication d'un produit à partir d'un alliage d'aluminium

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **20.02.2008 DE 102008010157**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.09.2009 Patentblatt 2009/39**

(73) Patentinhaber: **F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co.KG**  
**59469 Ense (DE)**

(72) Erfinder: **Erich, Hoch**  
**79793 Wutöschingen (DE)**

(74) Vertreter: **Gesthuysen, von Rohr & Eggert Patentanwälte**  
**Postfach 10 13 54**  
**45013 Essen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-02/38821 JP-A- 56 123 346**  
**US-A- 4 525 326 US-A1- 2007 051 443**

**EP 2 103 701 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Aluminiumlegierung, insbesondere zur Verarbeitung im Strangpreßverfahren und ein Verfahren zur Herstellung eines Produkts aus einer solchen Aluminiumlegierung, wobei ein aus der Aluminiumlegierung hergestelltes Halbzeug durch Erhitzen homogenisiert wird, das homogenisierte Halbzeug auf Einsatztemperatur und durch Warmverarbeitung auf Produktform gebracht wird.

**[0002]** Aluminiumlegierungen sind seit langem mit unterschiedlichen Eigenschaften und für ganz unterschiedliche Verwendungszwecke im Bereich der Metallverarbeitung bekannt. Aufgrund seiner geringen Dichte ist Aluminium als Metall grundsätzlich interessant im Transportmittelbau, speziell bei solchen Transportmitteln, die ihre eigene Masse mitbeschleunigen müssen, deren Masse also entscheidend den Energieverbrauch des Transportmittels mitbestimmt. Aluminium ist deshalb als Werkstoff im Fahrzeug- und Flugzeugbau zunehmend von Interesse.

**[0003]** Der vorteilhaften geringen Dichte von Aluminium steht eine geringe Festigkeit und eine vergleichsweise hohe Sprödigkeit (geringes Streckgrenzeniveau und geringe Duktilität) gegenüber.

**[0004]** Diese insbesondere für Anwendungen im Karosseriestrukturbereich nachteiligen Eigenschaften des reinen Aluminiums können durch geringe Stoffbeimengungen bei Aluminiumlegierungen vermieden werden, wobei mit Aluminiumlegierungen Festigkeiten erzielt werden können, die denen von Stahl nahekomen. Es ist bekannt, Aluminium im Bereich von insgesamt wenigen Masse-% andere Elemente, insbesondere Metalle, wie z. B. Eisen, Silizium, Kupfer, Titan, Mangan etc., beizumengen.

**[0005]** Die Zusammensetzung der Aluminiumlegierung an sich wie auch die weitere Behandlung der Aluminiumlegierung hat entscheidenden Einfluß darauf, welche Festigkeits- und Korrosionseigenschaften die Aluminiumlegierung aufweist. Geringe Änderungen in der Zusammensetzung der Aluminiumlegierung können überraschende Veränderungen in den mechanischen Eigenschaften der Aluminiumlegierung zur Folge haben.

**[0006]** Zunehmend interessant ist die Verwendung von Aluminiumlegierungen für Profilelemente im Karosseriestrukturbereich, also in jenem Bereich, in dem teils erhebliche Kräfte von den Strukturteilen aufgenommen werden müssen, sei es im normalen Betriebsfall oder sei es im irreversiblen Deformationsfall. Im letzteren Fall darf das Material nicht spröde sein, der Materialzusammenhang sollte bei der Deformation jedenfalls im kleinen Maßstab erhalten bleiben, so daß große Energien durch die Deformation aufgenommen werden können.

**[0007]** Neben den Festigkeitseigenschaften einer Aluminiumlegierung, die insbesondere durch eine geeignete Nachbehandlung erzielbar sind, ist auch die Verarbeitbarkeit der Aluminiumlegierung von Interesse. So sind einerseits beispielsweise Aluminiumknetlegierungen be-

kannt, die gut zur Warm- und Kaltumformung verwendbar sind und andererseits Aluminiumgußlegierungen, die zur Verwendung mit Gießverfahren geeignet sind, einer Umformung jedoch nur sehr eingeschränkt unterworfen werden können. Weitere Legierungen eignen sich wiederum zum Aushärten durch Alterungsglühen, andere - je nach Zusammensetzung - wiederum nicht.

**[0008]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Aluminiumlegierung anzugeben, die zur Warmverarbeitung geeignet ist und mit der kritische Fließspannungen erzielbar sind, die den Anforderungen im Fahrzeugbau entsprechen, insbesondere kritische Fließspannungen von im wesentlichen mehr als 280 MPa. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Produkts aus einer solchen Aluminiumlegierung anzugeben, das diesen Anforderungen entspricht.

**[0009]** Die aufgezeigte Aufgabe ist erfindungsgemäß zunächst und im wesentlichen bei der in Rede stehenden Aluminiumlegierung dadurch gelöst, daß die Aluminiumlegierung die folgenden Legierungselemente in der folgenden Zusammensetzung in Masse-% aufweist:

Si	0,68 - 0,77,
Fe	0,16-0,24,
Cu	0,24 - 0,32,
Mn	0,68 - 0,77,
Mg	0,58 - 0,67,
Cr	< 0,04,
Zn	< 0,1,
Ti	< 0,1,
V	< 0,04,
sonstige Bestandteile (gesamt) < 0,3 und Al Rest.	

**[0010]** Eine solche Aluminiumlegierung ist hervorragend für die Warmverarbeitung geeignet und ist so nachbehandelbar, daß sich ohne weiteres kritische Fließspannungen  $R_{p0,2}$  von mehr als 280 MPa erzielen lassen. Von besonderem Vorteil ist auch, daß eine solche Aluminiumlegierung außergewöhnlich gute Eigenschaften hinsichtlich seiner Verarbeitbarkeit durch ein Strangpreßverfahren aufweist.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung dürfen die Legierungselemente nur in einem geringeren Toleranzbereich variieren, wodurch die Festigkeitseigenschaften mit einer größeren Prozeßsicherheit erzielt werden können; umgekehrt wachsen die Anforderungen bei der Herstellung der Aluminiumlegierung selbst. Eine solche Aluminiumlegierung enthält die bereits genannten Legierungselemente, die in den folgenden Toleranzbereichen in Masse-% liegen:

Si	0,70 - 0,75,
Fe	0,18 - 0,22,
Cu	0,26 - 0,30,

(fortgesetzt)

Mn	0,70 - 0,75,
Mg	0,60 - 0,65,
Cr	< 0,02,
Zn	< 0,05,
Ti	< 0,05,
V	< 0,02,
sonstige Bestandteile (gesamt) < 0,15 und Al Rest.	

**[0012]** Es hat sich bei weiteren Ausgestaltungen der Erfindung als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Einzelanteile der "sonstigen Bestandteile" weniger als 0,1 Masse-% ausmachen. Durch diese Randbedingungen wird sichergestellt, daß die - unvermeidlichen - Verunreinigungen eines bestimmten Stoffes in einen Bereich kommt, der in der Lage ist, die Materialeigenschaften der Aluminiumlegierung insgesamt zu beeinflussen. Es ist insbesondere vorteilhaft; wenn die Einzelanteile der sonstigen Bestandteile sogar weniger als 0,05 Masse-%, ganz bevorzugt sogar weniger als 0,02 Masse-% an der Aluminiumlegierung insgesamt ausmachen.

**[0013]** Es ist eingangs ausgeführt worden, daß die Materialeigenschaften einer Aluminiumlegierung nicht nur von der Zusammensetzung der Aluminiumlegierung als solcher abhängen, sondern auch von der Be- und Verarbeitung des aus der Aluminiumlegierung bestehenden Halbzeugs.

**[0014]** Die Erfindung betrifft daher ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Produkts aus einer Aluminiumlegierung, wobei die Aluminiumlegierung in der zuvor genannten Zusammensetzung ausgestaltet ist.

**[0015]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird das aus der Aluminiumlegierung bestehende Halbzeug, das beispielsweise in Form von Bolzen vorliegen kann, homogenisiert, indem es über einen Zeitraum von im wesentlichen 3 bis 5 Stunden im Temperaturbereich von 550°C und 590°C gehalten wird, insbesondere im Temperaturbereich zwischen 560°C und 580°C, wobei es besonders bevorzugt ist, wenn die Temperatur innerhalb der Homogenisierungsphase fest in den angegebenen Temperaturbereichen eingestellt wird.

**[0016]** Die Homogenisierung wird vorzugsweise so durchgeführt, daß das homogenisierte Halbzeug eine Korngröße von weniger als 150 µm aufweist oder eine Korngröße von  $G = 5$  gemäß ASTM E112 aufweist (ASTM = American Society for Testing and Materials: internationale Standardisierungsorganisation; der Standard E112 befaßt sich mit einer standardisierten Methode zur Bestimmung der mittleren Korngröße bei Metallen).

**[0017]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das - homogenisierte - Halbzeug zur Warmbearbeitung auf eine Einsatztemperatur im Bereich von im wesentlichen 450°C bis 500°C gebracht,

wobei bevorzugt eine Einsatztemperatur im Bereich von im wesentlichen 470°C bis etwa 500°C gewählt wird. Bei dieser Temperatur kann die hier in Rede stehende Aluminiumlegierung werkzeugschonend verarbeitet werden, ohne die zuvor durch die Homogenisierung erreichten vorteilhaften Materialeigenschaften zu gefährden.

**[0018]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt die Warmbearbeitung des Halbzeugs durch Strangpressen, wobei sich hier Preßgeschwindigkeiten im Bereich von im wesentlichen 4m/min bis 10m/min als vorteilhaft herausgestellt haben. Der Wert der Preßgeschwindigkeit hängt von der zu erzielende Profilgeometrie ab, also unter anderem von der in der Matrize zu leistenden Umformarbeit. Eine Preßgeschwindigkeit im Bereich von 6m/Min bis 8m/Min hat sich dabei als besonders vorteilhaft erwiesen, wobei sich eine Preßgeschwindigkeit von 6m/Min für die meisten Anwendungsfälle als geeignet erwiesen hat.

**[0019]** Es hat sich herausgestellt, daß die auf die Warmverformung folgende Abkühlung des Produkts von erheblicher Bedeutung für die erzielten Materialeigenschaften des Produkts ist. Es hat sich vor allem herausgestellt, daß eine besonders rasche Abkühlung des Produkts nach der Warmbearbeitung förderlich ist, insbesondere eine Abkühlung mit einem Temperaturgradienten von wenigstens -20°C/s, bevorzugt wird eine noch größere Abkühlungsgeschwindigkeit mit einem Temperaturgradienten von wenigstens -40°C/s, wobei besonders vorteilhaft ein Temperaturgradient von wenigstens -50°C/s ist. Die durch die Abkühlung erzielte Beeinflussung der Materialeigenschaften des zuvor warmbearbeiteten Produkts ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens dann besonders effektiv, wenn die Abkühlung des Produkts auf eine Temperatur von im wesentlichen unter 100°C erfolgt.

**[0020]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Festigkeit des Produkts durch abschließendes Härten erhöht, insbesondere durch Auslagerung des Produkts über einen Zeitraum von im wesentlichen 1 bis 3 Stunden, vorzugsweise von weniger als 2 Stunden, in einem Temperaturbereich von im wesentlichen 100°C bis 210°C, wobei ein Temperaturbereich von 200°C bis 210°C bevorzugt wird. Die Härtung erfolgt insbesondere dadurch, daß in den angegebenen Temperaturbereichen eine Temperatur über die Dauer der Auslagerung hinweg fest gewählt wird.

**[0021]** Aufgrund der hervorragenden Eigenschaften der hier beschriebenen Aluminiumlegierung hinsichtlich Festigkeit, Duktilität und Korrosion, die die gängigen technischen Lieferrichtlinien von Karosseriestrukturbau- teilen im Fahrzeugbau sämtlich erfüllen, wird das zuvor geschilderte Verfahren insbesondere verwendet, um als Produkt Strangpreßprofile im Karosseriestrukturbau herzustellen.

**[0022]** Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung und die bevorzugte Ausgestaltung eines Verfah-

rens zur weiteren Verarbeitung dieser Aluminiumlegierung zu einem Produkt dargestellt. Verwendet wird eine Aluminiumlegierung mit der folgenden Zusammensetzung in Masse-%:

Si	0,71,
Fe	0,22,
Cu	0,28,
Mn	0,71,
Mg	0,63,
Cr	0,0014,
Zn	0,0071,
Ti	0,0346,
V	0,0059,
sonstige Bestandteile (gesamt) 0,15 und Al Rest.	

**[0023]** Aus der angegebenen Aluminiumlegierung wird ein Halbzeug in Form eines Aluminiumbolzens mit einem Durchmesser von 200 mm angefertigt. Dieser Aluminiumbolzen wird 5 Stunden bei 570°C homogenisiert, woraus ein gleichmäßig feinkörniges Gußgefüge resultiert, das globulitisch und feinzellig über den gesamten Querschnitt ist; die erzielte Korngröße ist deutlich geringer als 150µm.

**[0024]** Aufgrund des hier durch Strangpressen herzustellenden Produkts mit einer tief eingeschnittenen Profilstruktur und aufgrund des großen Durchmessers des warm zu verarbeitenden Aluminiumbolzens wird der Aluminiumbolzen auf eine Einsatztemperatur von im wesentlichen 500°C gebracht, wobei die Verarbeitung des Bolzens durch Strangpressen bei einer Profilpreßgeschwindigkeit von im wesentlichen 6 m/min erfolgt.

**[0025]** Das nunmehr als Profil vorliegende Produkt wird schnellstmöglich von etwa 530°C abgekühlt auf unter 100°C, im vorliegenden Fall innerhalb von weniger als 10 Sekunden. Die schroffe Profilabkühlung ist wesentlich für die im Karosseriestrukturbaubau notwendigerweise zu erzielenden Materialeigenschaften.

**[0026]** Das so erhaltene Strangpreßprofil wird abschließend über eine Stunde hinweg bei 205°C ausgehärtet. Das resultierende Material weist eine Streckgrenze  $R_{p0,2}$  von deutlich mehr als 280 MPa auf und ist in der Lage, auch bei Crashtest-Belastungen Deformationsarbeit aufzunehmen, ohne den inneren Zusammenhalt zu verlieren - also ohne zu zerreißen -, was sowohl im kleinen als auch im großen Maßstab zutrifft.

#### Patentansprüche

1. Aluminiumlegierung, insbesondere zur Verarbeitung im Strangpreßverfahren, **gekennzeichnet durch** eine Zusammensetzung in Masse-% von:

5	Si	0,68 - 0,77,
	Fe	0,16 - 0,24,
	Cu	0,24 - 0,32,
	Mn	0,68 - 0,77,
	Mg	0,58 - 0,67,
	Cr	< 0,04,
10	Zn	< 0,1,
	Ti	< 0,1,
	V	< 0,04,
	sonstige Bestandteile (gesamt) < 0,3 und Al Rest.	

2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Toleranzbereiche für die Anteile in Masse-% kleiner sind, nämlich betragen:

20	Si	0,70 - 0,75,
	Fe	0,18 - 0,22,
	Cu	0,26 - 0,30,
25	Mn	0,70 - 0,75,
	Mg	0,60 - 0,65,
	Cr	< 0,02,
	Zn	< 0,05,
	Ti	< 0,05,
30	V	< 0,02,
	sonstige Bestandteile (gesamt) < 0,15 und Al Rest.	

3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einzelanteile der sonstigen Bestandteile weniger als 0,1 Masse-%, insbesondere weniger als 0,05 Masse-%, ganz bevorzugt weniger als 0,02 Masse-% ausmachen.

4. Verfahren zur Herstellung eines Produkts aus einer Aluminiumlegierung, wobei ein aus der Aluminiumlegierung hergestelltes Halbzeug durch Erhitzung homogenisiert wird - Homogenisierungsglühen -, das homogenisierte Halbzeug auf Einsatztemperatur und durch Warmbearbeitung auf Produktform gebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Aluminiumlegierung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 ausgestaltet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Halbzeug - insbesondere in Form von Bolzen - homogenisiert wird, indem es über einen Zeitraum von im wesentlichen drei bis fünf Stunden im Temperaturbereich zwischen 550°C und 590°C gehalten wird, insbesondere im Temperaturbereich zwischen 560°C und 580°C, vorzugsweise

auf einer festen Temperatur in den angegebenen Temperaturbereichen.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Homogenisierung des Halbzeugs zu einer Korngröße von weniger als 150µm führt oder nach ASTM E 112 zu einer Korngröße von G=5 oder höher. 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Halbzeug zur Warmbearbeitung auf eine Einsatztemperatur im Bereich von im wesentlichen 450°C bis 500°C gebracht wird, vorzugsweise auf eine Einsatztemperatur von im wesentlichen 470°C bis etwa 500°C. 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Warmbearbeitung des Halbzeugs durch Strangpressen erfolgt, insbesondere bei einer Preßgeschwindigkeit im Bereich von im wesentlichen 4 m/min bis 10 m/min, insbesondere bei einer Preßgeschwindigkeit im Bereich von im wesentlichen 6 m/min bis 8 m/min. 15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Produkt nach der Warmbearbeitung schnell abgekühlt wird, insbesondere mit einem Temperaturgradienten von wenigstens -20°C/s, vorzugsweise mit einem Temperaturgradienten von wenigstens -40°C/s, ganz bevorzugt mit einem Temperaturgradienten von wenigstens -50°C/s abgekühlt wird. 25
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abkühlung des Produkts auf eine Temperatur von im wesentlichen unter 100°C erfolgt. 30
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Produkt abschließen gehärtet wird, insbesondere durch Auslagerung über einen Zeitraum von im wesentlichen 1 bis 3 Stunden, vorzugsweise von weniger als zwei Stunden, in einem Temperaturbereich von im wesentlichen 190°C bis 210°C, bevorzugt in einem Temperaturbereich von im wesentlichen 200°C bis 210°C, vorzugsweise bei einer im wesentlichen festen Temperatur im angegebenen Temperaturbereich. 40
12. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 10, zur Herstellung eines Strangpreßprofils im Karosseriestrukturbau. 45

#### Claims

1. Aluminum alloy, in particular for processing in an extrusion process 55

#### characterized by

a composition in mass percent of:

Si	0,68 - 0,77,
Fe	0,16-0,24,
Cu	0,24 - 0,32,
Mn	0,68 - 0,77,
Mg	0,58 - 0,67,
Cr	< 0,04,
Zn	< 0,1,
Ti	< 0,1,
V	< 0,04,
other components (in total) < 0,3 and Al remainder.	

2. Aluminum alloy according to claim 1, **characterized in that** the tolerance ranges for the portions in mass percent are less than, namely amount to 20

Si	0,70-0,75,
Fe	0,18 - 0,22,
Cu	0,26 - 0,30,
Mn	0,70 - 0,75,
Mg	0,60 - 0,65,
Cr	< 0,02,
Zn	< 0,05,
Ti	< 0,05,
V	< 0,02,
other components (in total) < 0,15 and Al remainder.	

3. Aluminum alloy according to claim 1 or 2, **characterized in that** the individual portions of the other components amount to less than 0,1 mass percent, in particular less than 0,05 mass percent, preferentially less than 0,02 mass percent. 30

4. Process for producing a product of an aluminum alloy, wherein one semi-finished part made of the aluminum alloy is homogenized by heating - homogenization annealing - the homogenized semi-finished part being brought to a working temperature and brought into form using hot working 45

#### characterized in

**that** the aluminum alloy is designed according to any one of claims 1 to 3.

5. Process according to claim 4, **characterized in that** the semi-finished parts - in particular in the form of bolts - are homogenized in which it is kept in a temperature range between 550°C and 590°C over a time span of essentially three to five hours, in particular in a temperature range of between 560°C and 55

580°C, preferably at a fixed temperature in the given temperature ranges.

6. Process according to claim 4 or 5, **characterized in that** the homogenization of the semi-finished part results in a grain size of less than 150 μm or according to ASTM E 112 in a grain size of G=5 or greater. 5
7. Process according to any one of claims 4 to 6, **characterized in that** the semi-finished part is brought to a working temperature in the range of essentially 450°C to 500°C for hot working, preferably to a working temperature of essentially 470°C to 500°C. 10
8. Process according to any one of claims 4 to 7, **characterized in that** the hot working of the semi-finished part occurs by means of extrusion, in particular at a pressing speed in the range of essentially 4 m/min to 10 m/min, in particular at a pressing speed in the range of essentially 6 m/min to 8 m/min. 20
9. Process according to any one of claims 4 to 8, **characterized in that** the product is cooled down quickly after hot working, in particular is cooled down with a temperature gradient of at least -20°C/s, preferably with a temperature gradient of at least -40°C, most preferably with a temperature gradient of at least -50°C. 25
10. Process according to claim 9, **characterized in that** the product is cooled to a temperature substantially of less than 100°C. 30
11. Process according to any one of claims 4 to 10, **characterized in that** the product is subsequently hardened, in particular by aging over a time span of essentially 1 to 3 hours, preferably from less than two hours, in a temperature range of essentially 190°C to 210°C, preferably in a temperature range of essentially 200°C to 210°C, preferably at an essentially fixed temperature in the given temperature range. 35
12. Use of the process according to any one of claims 8 to 10 for producing an extrusion profile in auto body construction. 45

#### Revendications

1. Alliage d'aluminium, en particulier destiné à être utilisé dans un procédé d'extrusion, **caractérisé par** une composition en % en masse de :

Si	0,68 - 0,77,
Fe	0,16 - 0,24,

(suite)

Cu	0,24 - 0,32,
Mn	0,68 - 0,77,
Mg	0,58 - 0,67,
Cr	< 0,04,
Zn	< 0,1,
Ti	< 0,1,
V	< 0,04,
autres composants (au total)	< 0,3 et
Al	le solde.

2. Alliage d'aluminium selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les plages de tolérance des teneurs en % en masse sont plus étroites et valent :

Si	0,70 - 0,75,
Fe	0,18 - 0,22,
Cu	0,26 - 0,30,
Mn	0,70 - 0,75,
Mg	0,60 - 0,65,
Cr	< 0,02,
Zn	< 0,05,
Ti	< 0,05,
V	< 0,02,
autres composants (au total)	< 0,15 et
Al	le solde.

3. Alliage d'aluminium selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les teneurs en les autres composants représentent moins de 0,1 % en masse, en particulier moins de 0,05 % en masse et de façon tout particulièrement préférable moins de 0,02 % en masse.

4. Procédé de fabrication d'un produit à partir d'un alliage d'aluminium, dans lequel un produit semi-fini fabriqué en l'alliage d'aluminium est homogénéisé par chauffage (recuit d'homogénéisation), le produit semi-fini homogénéisé est amené à la température d'utilisation et transformé en le produit par traitement thermique, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium est configuré selon l'une des revendications 1 à 3.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le produit semi-fini, en particulier en forme de barre, est homogénéisé en étant maintenu essentiellement pendant une durée de 3 à 5 heures dans la plage de température de 550°C à 590°C, en particulier dans la plage de température de 560°C et 580°C et de préférence à une température fixe dans les plages de température indiquées. 55

6. Procédé selon les revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce que** l'homogénéisation du produit semi-fini entraîne la formation de grains d'une taille inférieure à 150  $\mu\text{m}$  ou de grains d'une taille ASTM E 112 G = 5 ou supérieure. 5
7. Procédé selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** pour le traitement thermique, le produit semi-fini est amené à une température d'utilisation essentiellement comprise dans la plage de 450°C à 500°C et de préférence à une température d'utilisation essentiellement comprise entre 470°C et environ 500°C. 10
8. Procédé selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** le traitement thermique du produit semi-fini s'effectue par extrusion, en particulier à une vitesse d'extrusion essentiellement comprise dans la plage de 4 m/min à 10 m/min et en particulier à une vitesse d'extrusion essentiellement comprise dans la plage de 6 m/min à 8 m/min. 15  
20
9. Procédé selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce qu'**après le traitement thermique, le produit est refroidi rapidement, en particulier à un gradient de température d'au moins -20°C/s, de préférence à un gradient de température d'au moins -40°C/s et de façon plus particulièrement préférable à un gradient de température d'au moins -50°C/s. 25  
30
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le refroidissement du produit s'effectue jusqu'à une température essentiellement inférieure à 100°C. 35
11. Procédé selon l'une des revendications 4 à 10, **caractérisé en ce que** le produit est ensuite durci, en particulier en étant entreposé essentiellement pendant une durée de 1 à 3 heures, de préférence inférieure à deux heures, dans une plage de température comprise essentiellement entre 190°C et 210°C, de préférence dans une plage de température comprise essentiellement entre 200°C et 210°C et de préférence à une température essentiellement fixe dans la plage de température indiquée. 40  
45
12. Utilisation du procédé selon l'une des revendications 8 à 10 pour fabriquer un profilé extrudé pour la construction de châssis de véhicules. 50  
55