

(19)



(11)

EP 2 743 014 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2014 Patentblatt 2014/25

(51) Int Cl.:
B21D 26/033^(2011.01) B21D 26/057^(2011.01)

(21) Anmeldenummer: **13005801.9**

(22) Anmeldetag: **13.12.2013**

(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

(72) Erfinder:
• **Freytag, Peter**
D-04639 Ponitz (DE)
• **Marr, Matthias**
D-08451 Crimmitschau (DE)

(30) Priorität: **14.12.2012 DE 102012024417**

(74) Vertreter: **Auerbach, Bettina**
Südstrasse 29
08066 Zwickau (DE)

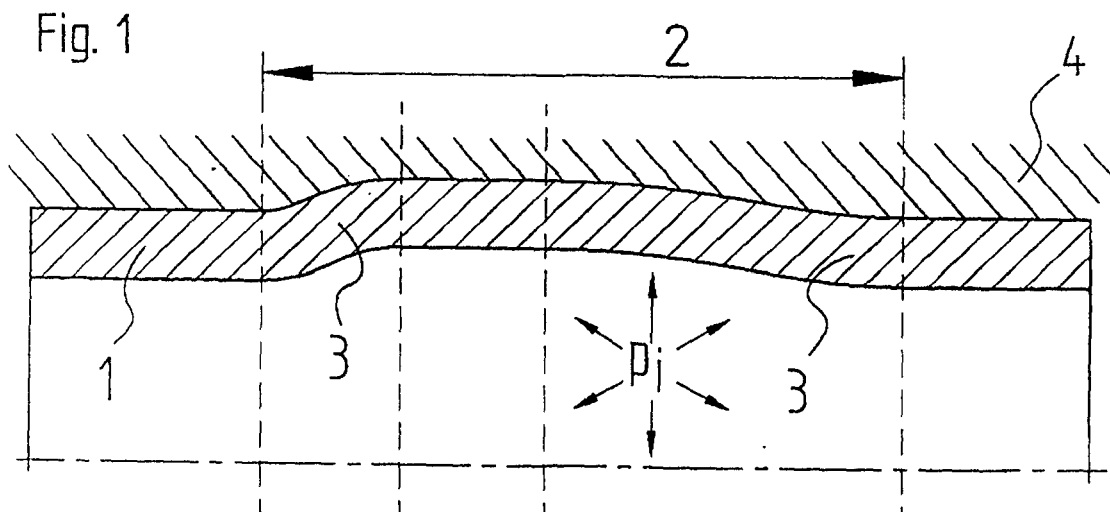
(71) Anmelder: **Salzgitter Hydroforming GmbH & Co.
KG**
08451 Crimmitschau (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung, welche in der Praxis, vor allem im Automobilbau beim Herstellen von Fahrwerks- oder Rahmenprofilen, aber auch im allgemeinen Maschinenbau zur Herstellung von Profilverteilen benötigt werden.

Dazu wird ein konventionell vorgefertigtes Halbzeug mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges in

den partiell gewünschten Rohrabchnittsbereichen (2) aus der bestehenden Wandperipherie der Rohrwand (1) um das Maß der gewünschten Wandstärkenverjüngung des zu fertigenden Rohres nach Außen heraus geformt und anschließend wird der aus der Wandperipherie umgeformte und dadurch herausgetretene Wandbereich (2) mittels Material abtragender Bearbeitungsverfahren bis auf die gewünschte Wandstärke abgetragen.

**EP 2 743 014 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung, welche in der Praxis, vor allem im Automobilbau beim Herstellen von Fahrwerks- oder Rahmenprofilen, aber auch im allgemeinen Maschinenbau zur Herstellung von Profiltteilen benötigt werden.

[0002] Verfahren zur Herstellung von unterschiedlichen Wandstärkenbereichen bei rohrförmigen Halbzeugen sind bereits aus der Praxis bekannt. So gibt es ein Verfahren, bei dem ein Bandmaterial vor der Umformung zu einem rohrförmigen Profil mittels einer speziellen Walztechnik mit unterschiedlich starken Bandmaterialstärken ausgewalzt wird und anschließend die Rohrprofilierung erfolgt. Auf Grund dieses speziellen Walzverfahrens können dabei die Übergangsbereiche von der stärkeren bis zur reduzierten Wandstärke nur relativ groß eingestellt werden, so dass dieses Verfahren für relativ kleine Rohrabchnittsbereiche mit einer partiell definierten Wandstärkenreduzierung nicht eingesetzt werden kann. Außerdem kann bei diesem Verfahren nur eine umfängliche Reduzierung der Wandstärke realisiert werden.

[0003] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, die aufgezeigten Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein kostengünstiges und effizientes Verfahren für die nachträgliche partielle Reduzierung von Wandstärkenbereichen an konventionell vorgefertigten und die unterschiedlichsten Querschnittsformen aufweisenden rohrförmigen oder nicht rohrförmigen, jedoch einen Innenhohlraum aufweisenden Halbzeugen zu schaffen, welches in der Lage ist, kleine Übergangsbereiche der bei der Wandstärkenreduzierung zu schaffen. Weiterhin soll die Möglichkeit geschaffen werden, konventionell vorgefertigte Halbzeuge mit einem Innenhohlraum, auch mit unterschiedlichen Profilquerschnittsformen nachträglich partiell mit einer unterschiedlichen Wandstärke unter Einhaltung von hohen Qualitätserfordernissen auszurüsten.

[0004] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 2 gelöst, wobei die vorteilhaften Ausgestaltungen in den Unteransprüchen beschrieben sind.

[0005] Danach wird bei dem Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung zunächst ein konventionell vorgefertigter Abschnitt der Außenperipherie des Halbzeuges mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges in den partiell gewünschten Abschnittsbereichen aus der bestehenden Wandperipherie um das Maß der gewünschten Wandstärkenverjüngung des zu fertigenden Halbzeuges nach Außen heraus geformt.

[0006] Auf Grund dieser partiell gebildeten Ausbuchtung der Wand kann anschließend der aus der Wandperipherie umgeformte Wandbereich mittels geeigneter

technischer Maßnahmen, wie dem spanenden Abtragen, bis auf die gewünschte Wandstärke, beispielsweise bis zur ursprünglichen Außenwandperipherie des Edelstahlrohres, welche bei den nicht umgeformten Abschnittsbereichen noch vorhanden ist, abgetragen werden.

[0007] Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, das Verfahren umzukehren, in dem aus der Wandperipherie eines konventionell vorgefertigten Halbzeuges mittels geeigneter technischer Maßnahmen an den partiell gewünschten Abschnittsbereichen die Wandstärke um das Maß der gewünschten Wandstärkenverjüngung reduziert wird und anschließend dieser Bereich mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges in den Bereich der bestehenden Wandperipherie des zu fertigenden Halbzeuges nach Außen heraus geformt wird.

[0008] Dadurch bietet das erfindungsgemäße Verfahren auch die Möglichkeit für das nachträgliche Anordnen von unterschiedlichen Wandstärken bei konventionell vorgefertigten Aluminium-Strangpressprofilen oder auch nicht rohrförmigen jedoch einen Innenhohlraum aufweisenden Strangpressprofilen.

[0009] Ein wesentlicher Vorteil bietet sich dadurch, dass die mit nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen gefertigten Halbzeuge anschließend mittels geeigneter Verarbeitungstechnologien einer weiteren Formgebung, wie speziellen Biege- und/oder Pressprozessen, dem Aufweiten, dem Einziehen, dem Aushalsen und/oder dem Innenhochdruckumformen unterzogen werden können.

[0010] Um eine Erholung der Kristallstruktur und eine Verbesserung der Weiterverarbeitung zu erreichen, werden zur Weiterverarbeitung der mit nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen gefertigten Halbzeuge diese zuvor vorteilhafter Weise einer Wärmebehandlung unterzogen. So ist es vorteilhaft, nach dem Kaltverformen durch ein Rekristallisationsglühen die Umformbarkeit des Werkstückes wieder herzustellen. Dazu werden die kalt umgeformten Werkstücke etwas über die Rekristallisationstemperatur des Materials aufgeheizt. Temperatur und Aufheiz- sowie Abkühlzeit hängen vom Material des Werkstückes und von dessen Verformungsgrad und damit vom Grad der Kristallumwandlung ab.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Maßnahme besteht in der Aufweitung des gesamten Innenhohlraums mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges zur Erreichung einer Kaltverfestigung des gesamten neu geformten Halbzeuges. Dadurch wird eine deutlich gesteigerte Bauteilfestigkeit erreicht.

[0012] Sollte es beabsichtigt sein, dass das nunmehr mit unterschiedlichen Wandstärken ausgerüstete Hohlprofil-Werkstück einer weiteren Verformung unterzogen werden soll, dann ist es sehr wichtig, dass dieses Werkstück über die gesamte Längsachse eine homogene Außenkontur aufweist.

[0013] Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

[0014] Dazu zeigt die

Figur 1 eine schematische Längsschnittdarstellung eines konventionell vorgefertigten Rohrabchnittes mit dem Bereich dem Bereich der Umformung;

Figur 2 eine schematische Längsschnittdarstellung eines konventionell vorgefertigten Rohrabchnittes mit dem Bereich dem Bereich der Wandstärkenverjüngung nach dem Abtragen des überschüssigen Material der Rohrwand in diesem Bereich.

Ausführungsbeispiele

Ausführungsbeispiel 1:

[0015] Gemäß der Figuren 1 und 2 wird ein Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit einer radialen Hohlraumausbildung verdeutlicht. Ein konventionell vorgefertigtes Edelstahlrohr, dessen Rohrwand 1 eine Stärke von 3,0 mm aufweist, wird in einem ersten Verfahrensschritt mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges in dem partiellen Rohrabchnittsbereich 2 durch die Ausbildung eines Innendruckes P_i in diesem Bereich aus der bestehenden Wandperipherie um das Maß der gewünschten Wandstärkenverjüngung von 1,0 mm nach Außen heraus geformt. Dazu liegt das Rohr in einem Formwerkzeug mit der die gewünschte Kontur (Matrize) aufweisenden Werkzeugwand 4. Das Formwerkzeug ist während des Innenhochdruck-Umformprozesses geschlossen.

[0016] Anschließend erfolgt der Abtrag der überschüssigen Wandstärke im Rohrabchnittsbereich 2 (aus der ursprünglichen Wandperipherie herausgetretener Wandbereich) um 1,0 mm von der äußeren umgeformten Wandperipherie durch geeignete, das Rohrmaterial mechanisch abtragende Fertigungsverfahren, wie das Drehen. Das Material der Rohrwand wird in diesem Rohrabchnittsbereich 2 in diesem Beispiel bis auf die ursprüngliche, bei den nicht umgeformten Abschnittsbereichen bestehende Wandperipherie abgetragen, so dass wieder eine homogene Außenkontur des Rohres entsteht.

[0017] Um die durch die Umformung entstandene Gefügeumwandlung rückzubilden, beispielsweise um eine konventionelle Weiterverarbeitung der mit nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen gefertigten Halbzeuge zu ermöglichen, wird das Halbzeug einer der Erholung der Kristallisation dienenden Wärmebehandlung unterzogen. Als Vorteilhaft hat sich das Erholungs- oder Rekristallisationsglühen erwiesen. Dabei wird das durch Innenhochdruck umgeformte Werkstück bei einer Rekristallisationstemperatur zwischen 900 bis 1150 °C erwärmt und anschließend wieder abgekühlt, wobei sich die vor der Kaltverformung vorhandenen Materialeigenschaften durch Neuordnung der Gefügestruktur annähernd wieder einstellen.

[0018] Ein derartig behandeltes wandstärkenreduzier-

tes Edelstahlrohr kann mittels geeigneter Verarbeitungstechnologien, wie dem Biegen, Einziehen, Aushalsen und/oder Innenhochdruckumformen, einer weiteren Formgebung unterzogen werden.

[0019] Zusätzlich kann eine der Kaltverfestigung des gesamten neu geformten Halbzeuges dienende Aufweitung des gesamten Innenhohlraums mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges durchgeführt werden, um die Materialeigenschaften des gefertigten umgeformten Werkstückes zu verbessern, beispielsweise das Material zusätzlich zu härten.

[0020] Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens können sowohl konventionell gefertigte Rohre aus den verschiedensten Stählen oder aus Aluminium verwendet werden. Als konventionell vorgefertigte Halbzeuge kommen jedoch auch Aluminium-Strangpressprofile mit nicht rundem Querschnitt und/oder im Umfang und eventuell bereits unterschiedlich verteilten Wandstärken, jedoch mit einer Hohlraumausbildung zum Einsatz. Derartige Maßnahmen führen vorteilhafter Weise zur Gewichtsreduzierung von zu fertigenden Konstruktionsteilen ohne dabei auf die notwendigen Materialeigenschaften verzichten zu müssen. Dies wird vor allem bei der Fertigung von Fahrwerkskonstruktionen und Rahmenprofilen im Automobilbereich aber auch im allgemeinen Maschinen- und Gerätebau immer wichtiger.

Ausführungsbeispiel 2:

[0021] Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung kann als Umkehr zu Ausführungsbeispiel 1 gesehen werden. Es wird realisiert, in dem in einem ersten Verfahrensschritt zunächst aus der Rohrwand 1 eines konventionell vorgefertigten Aluminiumrohres und dort aus der äußeren Wandperipherie mittels geeigneter technischer Maßnahmen, wie beispielsweise dem Drehen, an den partiell gewünschten Abschnittsbereichen 2 die Wandstärke um das Maß der gewünschten Wandstärkenverjüngung reduziert wird. In einem zweiten Verfahrensschritt wird das Rohr in diesem Bereich mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges in den Bereich der zuvor bestehenden Wandperipherie des zu fertigenden Halbzeuges nach Außen heraus geformt. Dabei liegt das Werkstück in einem Formwerkzeug mit einer einfachen Innenrohrkontur-Ausbildung. Es entsteht durch die Vorgabe der Umformwerkzeugkontur eine homogene Außenkontur des gefertigten Werkstückes mit peripheren Materialreduzierungen in den Bereichen 2 der Rohrwand 1 und einem Übergangsbereich 3, in dem die Wandstärkenreduktion von der alten Wandstärke in die gewünschte Wandstärke übergeht. Es kann gemäß der nachfolgenden Bearbeitungsschritt gemäß des Ausführungsbeispiels 1 weiter bearbeitet werden, um die durch die Kaltumformung entstandenen Veränderungen der Materialeigenschaften des Rohrmaterials wieder annähern in den Ursprungszustand zu bringen oder diese Eigen-

schaften nachträglich zu verbessern.

[0022] Dieses Verfahren hat zu den Vorteilen des Verfahrens nach dem Ausführungsbeispiel 1 den weiteren Vorteil, dass für das Umformwerkzeug eine einfache einen Innenrohrquerschnitt aufweisende Werkzeugform zum Einsatz gebracht werden kann und dadurch Kosten gespart werden können.

Bezugszeichenliste

[0023]

- | | | |
|----|---|----|
| 1 | Rohrwand | |
| 2 | Rohrabschnittsbereichen | |
| 3 | Übergangsbereich der Wandstärkenreduktion | 15 |
| 4 | Umformwerkzeug-Innenwand | |
| Pi | Innendruck beim Innendruck-Umformprozess | |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein konventionell vorgefertigtes Halbzeug mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges in den partiell gewünschten Rohrabschnittsbereichen (2) aus der bestehenden Wandperipherie der Rohrwand (1) um das Maß der gewünschten Wandstärkenverjüngung des zu fertigenden Rohres nach Außen heraus geformt wird und **dass** anschließend der aus der Wandperipherie umgeformte und dadurch herausgetretene Wandbereich (2) mittels Material abtragender Bearbeitungsverfahren bis auf die gewünschte Wandstärke abgetragen wird.
2. Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Wandperipherie (1) eines konventionell vorgefertigten Halbzeuges mittels geeigneter technischer Maßnahmen an den partiell gewünschten Abschnittsbereichen (2) die Wandstärke um das Maß der gewünschten Wandstärkenverjüngung reduziert wird und **dass** anschließend dieser Bereich mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges in den Bereich der bestehenden Wandperipherie (1) des zu fertigenden Halbzeuges nach Außen heraus geformt wird.
3. Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet,**

dass als konventionell vorgefertigte Halbzeuge auch Aluminium-Strangpressprofile mit nicht rundem Querschnitt und/oder im Umfang bereits unterschiedlich verteilten Wandstärken, jedoch mit einem angeordnetem Hohlraum zum Einsatz kommen.

4. Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen gefertigten Halbzeuge anschließend mittels geeigneter Verarbeitungstechnologien, wie das Biegen, Einziehen, Aushalsen und/oder Innenhochdruckumformen, einer weiteren Formgebung unterzogen werden.
5. Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Weiterverarbeitung der mit nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen gefertigten Halbzeuge eine der Erholung der Kristallisation und der Verbesserung der Weiterverarbeitung dienende Wärmebehandlung, wie das Erholungs- oder Rekristallisationsglühen, durchgeführt wird.
6. Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Kaltverfestigung des gesamten neu geformten Halbzeuges dienende Aufweitung des gesamten Innenhohlraums mittels eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges durchgeführt wird.
7. Verfahren zur Herstellung von nachträglich ausgebildeten partiellen Wandstärkenreduzierungen an Halbzeugen mit Hohlraumausbildung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit unterschiedlichen Wandstärkenbereichen nachgerüstete Halbzeug eine über die gesamte Längsachse ausgebildete homogene Außenkontur aufweist.

Fig. 1

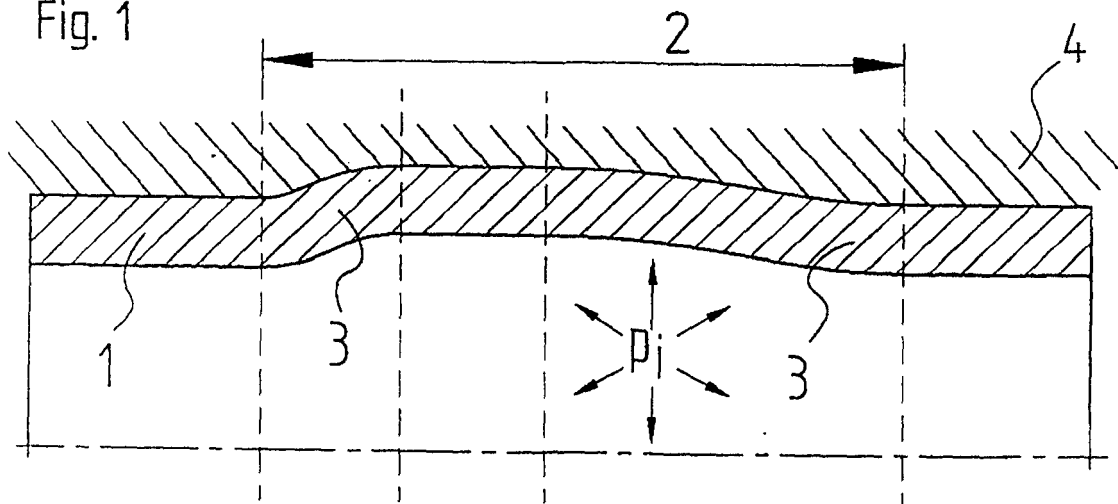
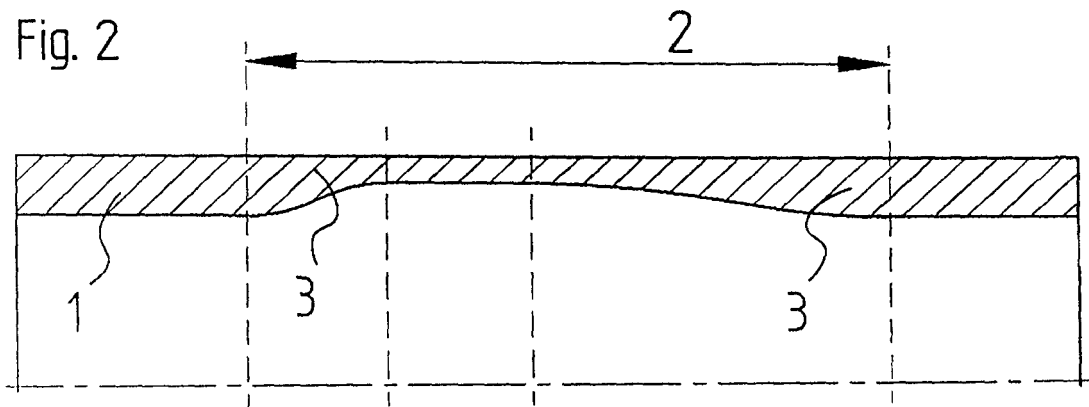


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 00 5801

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 02/081115 A1 (COPPERWELD CANADA INC [CA]; NEWPORT COLIN [CA]; MCSWIGGAN STEPHEN T [C]) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) * Seite 1, Absatz 1 - Seite 2, Absatz 4 * * Seite 5, Absatz 3; Ansprüche 1,6; Abbildungen 4-7 *	1-7	INV. B21D26/033 B21D26/057
A	US 2007/090569 A1 (BRUGGEMANN CHARLES J [US]) 26. April 2007 (2007-04-26) * das ganze Dokument *	1,2	
A	US 7 370 504 B2 (BRUGGEMANN CHARLES J [US]) 13. Mai 2008 (2008-05-13) * das ganze Dokument *	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. März 2014	Prüfer Pieracci, Andrea
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	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

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

EP 13 00 5801

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

28-03-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 02081115	A1	17-10-2002	CA	2342702 A1	04-10-2002
			EP	1377396 A1	07-01-2004
			MX	PA03009049 A	02-04-2004
			US	2004200255 A1	14-10-2004
			WO	02081115 A1	17-10-2002

US 2007090569	A1	26-04-2007	KEINE		

US 7370504	B2	13-05-2008	KEINE		

EPO FORM P0461

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