

(19)



(11)

EP 1 997 569 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.12.2008 Patentblatt 2008/49

(51) Int Cl.:
B21C 37/15 (2006.01) **B21J 5/08** (2006.01)
B21K 1/12 (2006.01) **B21K 21/12** (2006.01)
B21D 53/90 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08008346.2**

(22) Anmeldetag: **02.05.2008**

(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 MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(72) Erfinder: **Keil, Waleri**
33104 Paderborn (DE)

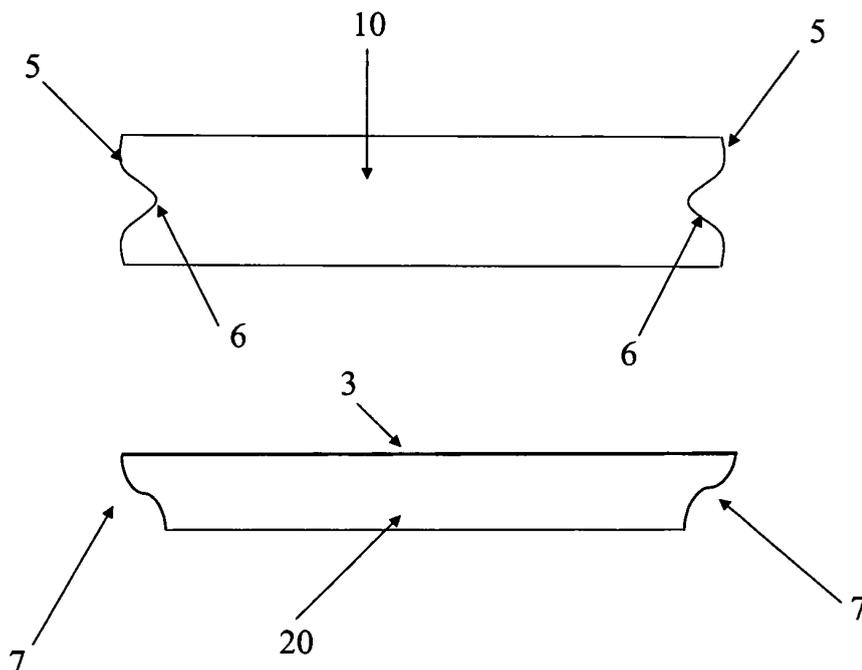
(30) Priorität: **22.05.2007 DE 102007023173**

(54) **Verfahren zur Bearbeitung der Enden von Rohren**

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zur Endenbearbeitung eines längsnahtgeschweißten Rohres (20) aus Stahl mit einer dreidimensionalen Kontur (7) der Enden (7) in mehreren Schnittebenen. Um einen aufwändigen und qualitativ problematischen maßgetreuen Beschnitt der Rohrenden (7) zu vermeiden, wird vorgeschlagen, die mit Aufmaß vorgeschrittenen Rohrenden (7) im er-

wärmten Zustand über Formdorne maßgetreu auf Länge und Kontur zu stauchen. Bevorzugt wird bei einem aus einer eingerollten und längsnahtgeschweißten Platine hergestellten Rohr (20) die Endkontur der Rohrenden (7) mit einigen wenigen mm Aufmaß bereits in den Platinenschnitt (6) eingebracht. Das Verfahren eignet sich insbesondere für gehärtete Rohre (20).

Figur 2



EP 1 997 569 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung der Enden eines längsnahtgeschweißten Rohres aus Stahl mit einer dreidimensionalen Kontur der Enden in mehreren Schnittebenen mit den Verfahrensschritten Platine schneiden, Rohrprofil formen, längsnahtschweißen oder Endlosrohr aus einem Band formen, längsnahtschweißen und ablängen,

[0002] Die Herstellung von längsnahtgeschweißten Rohren gehört zum Stand der Technik. So wird in der DD 276 043 A1 aufgezeigt, wie dünnwandige Rohre aus ebenen Blechzuschnitten mit möglichst geringer Abweichung des Querschnitts von der Kreisform hergestellt werden. Es gehört ebenfalls zum allgemeinen Stand der Technik längsnahtgeschweißte Rohre im Endlosverfahren herzustellen und dann Fixlängen von dem Endlosrohr abzulängen. So offenbart beispielsweise die DE 9116427 U1 ein geschweißtes Hohlprofil aus einem einzigen rollgeformten Metallband, wobei der Hohlkörper durch Hochfrequenzschweißen zueinander gerichteter Verbindungsränder geschlossen ist.

[0003] Vielfach ist es notwendig, Rohrkörper mit Anschlussbauteilen zu verbinden. Zum Beispiel besteht der Querträger einer Verbundlenkerachse, das sogenannte Torsionsprofil häufig aus einem umgeformten Rohr, welches an den Rohrenden mit jeweils einem Längslenker verbunden werden muss. Beispielhaft zeigt die DE 102 07 151 C1 eine Verbundlenkerachse, umfassend zwei aus je einer Unterschale und einer Oberschale zusammengesetzte Längslenker sowie einen mit den Längslenkern verbundenen Querträger. Ein wesentliches Merkmal der erfindungsgemäßen Verbundlenkerachse ist die Gestaltung der Übergangsbereiche von dem Querträger auf die Längslenker. Dazu weist der Querträger endseitig Hohlstützen mit ovalen Querschnitten auf. Diese Hohlstützen können zusammen mit dem restlichen Längenbereich des Querträgers in einem einmaligen Pressenzug mechanisch umgeformt sein. Als Ausgangsgegenstand wird ein Rohr eingesetzt. Dabei ist es von Vorteil, dass die Stirnflächen der Hohlstützen in einer einfachen geraden Sägeoperation beschnitten werden können. In der DE 102 07 151 befindet sich das ovale Rohrende des Querträgers daher innerhalb nur einer Schnittebene. Anders offenbart es die DE 297 20 207 U1. Bei der dort beschriebenen Verbundlenkerachse besitzen die Enden des Torsionsprofils eine auf die Kontur der rohrförmigen Längslenker angepasste Konfiguration und laufen mit ihren hier liegenden endseitigen Scheitelpunkten auf der Oberseite der Längslenker aus. Folglich befindet sich die dreidimensionale Kontur der Enden des Torsionsprofils in mehreren Schnittebenen.

[0004] Darüber hinaus werden meist aus Gründen des Leichtbaus vielfach gehärtete Stähle eingesetzt. So offenbart die DE 199 41 993 C1 die Herstellung eines biegesteifen, torsionsweichen Rohrprofils als Querträger für eine Verbundlenkerhinterachse eines Personenkraftwagens aus einem Vergütungsstahl, welches unter Sicher-

stellung torsionssteifer Endabschnitte zunächst im mittleren Längenabschnitt durch eine U-förmige Kaltverformung torsionsweich gestaltet worden ist. Anschließend wird das derart gestaltete Rohrprofil in den Übergangsbereichen bei einem Temperaturniveau von etwa 940° C geglüht. Dann wird es mit einer oberhalb des AC3-Punktes liegenden Temperatur in Wasser gehärtet und anschließend mit einer Temperatur von etwa 280° C über einen Zeitraum von ca. 20 Minuten angelassen.

[0005] Wird an den Rohrenden eine dreidimensionale Anschlusskontur in mehreren Schnittebenen wie in der DE 297 20 207 U1 offenbart benötigt, wird diese üblicherweise mit Hilfe eines mechanischen Beschnittwerkzeugs eingebracht. Bei gehärteten Stählen stößt der mechanische Beschnitt jedoch an seine Grenzen. Teilweise ist das zu beschneidende Material härter als die Beschnittwerkzeuge. Außerdem ist der mechanische Beschnitt kostenintensiv, da für dieses Verfahren aufwändiges und teures Werkzeug notwendig ist. Er lohnt sich daher erst ab einer gewissen Stückzahl. Der mechanische Beschnitt ist auch nur bedingt präzise, so dass die Kontur oftmals nachgearbeitet werden muss, was ebenfalls kostenintensiv und überdies auch langwierig ist. Auch ist das Einrichten des Werkzeugs für die jeweiligen Anforderungen an die Endkontur relativ aufwändig.

[0006] Gehärtete hochfeste Stähle werden aufgrund ihrer Festigkeitswerte oft mit Laser- oder Plasmaschneidverfahren beschnitten. Beim Plasmaschneiden schwankt die Qualität des Beschnitts und ist insgesamt eher schlecht, der Schneidprozess bedarf deshalb aufwändiger Qualitätskontrollen und produziert relativ viel Ausschuss. Laserschneiden verursacht noch höhere Unterhalts- und Betriebskosten als Plasmaschneiden. Bei den Trennverfahren ist gemeinsam, dass sie zu Spritzern und festhaftendem Abbrand auf dem Rohrprofil führen können.

[0007] Die DE 196 04 368 C2 zeigt ein Verfahren zur Herstellung eines Rohres mit einem gegenüber einem mittleren Rohrdurchmesser erweiterten Durchmesser am Rohrende auf. Erfindungsgemäß wird zunächst eine Platine bereitgestellt, welche über einen rechteckigen Basisbereich verfügt, an den mindestens ein demgegenüber konfigurativer abweichender Gestaltungsabschnitt einstückig angegliedert ist. Die Platine ist die längengetreue Abwicklung der äußeren Umfangsfläche des herzustellenden Rohrs einschließlich etwaiger über den Umfang des Rohrs als Laschen oder ähnlichem abstehenden Flächen. Im nächsten Schritt wird die Platine zu einem hohlzylindrischen Körper geformt. Dabei erfolgt eine rohrförmige Umformung des Basisbereichs und des Gestaltungsabschnitts in einem Gesenk in mehreren Teilschritten. Die Längskanten des Basisbereichs liegen dann exakt aneinander an, während die Platine im Umformabschnitt aufgewickelt ist mit teilweise überlappenden Bereichen. Hieran schließt sich die Endformgebung des Gestaltungsabschnitts an, beispielsweise ein Aufweiten über einen von innen angreifenden Dorn. Soll eine vom Umfang des Rohres abstehende Lasche gebildet

werden, braucht der Gestaltungsabschnitt lediglich in die entsprechende Stellung gerichtet werden.

[0008] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Endenbearbeitung eines längsnahtgeschweißten Rohres mit einer dreidimensionalen Kontur der Enden aufzuzeigen, das gegenüber den bekannten Fertigungsverfahren maßgenauer und einfacher ist.

[0009] Diese Aufgabe löst die Erfindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Demnach wird erfindungsgemäß entweder die dreidimensionale Kontur der Enden mit Aufmass bereits in den abgewickelten Platinenschnitt eingebracht oder die dreidimensionale Kontur der Enden wird mit Aufmass über ein mechanisches Beschnittwerkzeug in das längsnahtgeschweißte Rohr eingebracht. Für die Endenbearbeitung werden die Enden des Rohres erwärmt und mittels eines Formdorns maßgetreu auf Länge und Kontur gestaucht. Vorteil dieses Verfahrens ist die maßgetreue Reproduzierbarkeit der Rohrenden. Der Beschnitt der Enden in der Platine mit Aufmaß oder der Beschnitt am längsnahtgeschweißten Rohr mit Aufmaß kann zunächst mit einer gewissen Toleranz erfolgen, weil das Ende des Rohres maßgetreu durch das Stauchen wird. Daher können auch qualitativ geringwertigere Beschnittverfahren eingesetzt werden. Außerdem liegen die Beschnittzeitpunkte vor einem eventuellen Härteprozess, so dass auf ein Laser- oder Plasmaschneiden von gehärtetem Stahl verzichtet werden kann. Durch den Wegfall des Plasma- und Laserschneidens werden Spritzer auf dem Rohrprofil und Abbrand vermieden. Das Erwärmen der Rohrenden ist notwendig, damit die Umformkräfte beim Stauchen geringer ausfallen und das Material besser fließt. Für die Endenerwärmung bietet sich insbesondere eine induktive Erwärmung an. Mittels eines Induktors kann das Rohrende gezielt erwärmt werden, ohne unnötige Energie in andere Bereiche des Rohres einzubringen. Eine bevorzugte Variante eröffnet sich, wenn das Rohr aus einer härtbaren Stahlsorte besteht und ohnehin gehärtet werden soll. In diesem Fall muss das gesamte Rohr auf eine Temperatur über den AC_3 - Punkt der Legierung erwärmt werden, wird eventuell im warmen Zustand zusätzlich noch umgeformt und in ein Umform- und/ oder Härtewerkzeug eingelegt. In der Regel erfolgt eine solche einheitliche Erwärmung des Rohres in einem Durchlaufofen. Es kann aber auch jedes andere gewünschte Erwärmungsverfahren wie induktives oder konduktives Erwärmen eingesetzt werden. Da dabei auch die Rohrenden erwärmt werden, bietet es sich an, das Stauchen der Rohrenden in dem Umform- und/ oder Härtewerkzeug vorzunehmen. Vorteil ist, dass die Erwärmung auf eine Temperatur über den AC_3 - Punkt der Legierung zugleich zum Stauchen der Rohrenden genutzt werden kann. Eine zusätzliche Nacherwärmung der Rohrenden ist unnötig. Außerdem wird das Rohr im Härtewerkzeug einschließlich der maßgetreuen Enden einheitlich gehärtet.

[0010] Falls die Integration des Stauchvorgangs in den Umform- und/ oder Härteprozess in einem bestimmten

Anforderungsfall zu aufwändig ist, werden die Rohrenden nach dem Umform- und/ oder Härteprozess partiell nacherwärmt. Durch den erheblichen Wärmeeintrag, der nötig ist, um die Umformkräfte gering zu halten, werden die durch die Härtung eingestellten Festigkeitswerte am Rohrende aufgehoben. Speziell im Anwendungsfall Verbundlenkerachse, bei dem das zwischen den Längslenkern befindliche Torsionsprofil gehärtet worden ist, ist eine Festigkeitsreduzierung an den Rohrenden jedoch unschädlich. Zum einen werden die erhöhten Festigkeitswerte mehr in der Mitte des Torsionsprofils benötigt als an den Enden. Zum anderen wird durch den Stauchvorgang an den Enden das Material aufgedickt und dadurch in der Wandstärke erhöht. Dies gleicht den Festigkeitsverlust zumindest teilweise wieder aus. Ohnehin wird das Torsionsprofil in der Regel schweißtechnisch mit den Längslenkern verbunden, so dass sowieso ein erhöhter Wärmeeintrag an den Rohrenden stattfindet. Von daher ist die Materialaufdickung durch das Stauchen in jedem Fall vorteilhaft. Die mehr oder weniger stark umgeformten Enden des Torsionsprofils werden stirnseitig am Außenumfang der Längslenker festgelegt. Da die Längslenker ebenfalls aus Rohren oder aus dreidimensional geformten Pressschalen bestehen, müssen die Stirnseiten des Torsionsprofils diese dreidimensionale Geometrie abbilden. Die Stirnseiten des Torsionsprofils werden daher entsprechend mit Aufmaß in der Platine oder insbesondere dann, wenn als Ausgangsmaterial ein von einem Endlosrohr abgelängtes Rohr eingesetzt wurde, nach dem Längsnahtschweißen, aber vor einem Härteprozess beschnitten und entweder in Verbindung mit einem Härteprozess oder aber nach einer partiellen Erwärmung der Stirnseiten über einen Formdorn maßgetreu auf Länge und Kontur gestaucht.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren führt zu geringeren Investkosten als das mechanischen Beschnittverfahren oder ein Plasma- oder Laserschneiden am gehärteten Rohr. Auch die laufenden Kosten sind geringer, weil die aufwändigen und kostenintensiven Qualitätskontrollen und der Ausschuss nach dem bisherigen Endenbeschnitt reduziert werden. Die wohl lohnendste Variante liegt in der Kurzrohrfertigung, also in der Fertigung eines lasergeschweißten Rohres aus einer Platine, wobei bereits beim Platinenschnitt die Endenkantur mit wenigen mm Aufmaß, beispielsweise 1 bis 2 mm, jeweils stirnseitig ausgestanzt wird, weil die Kurzrohrfertigung am nächsten an der Endkontur ist und ein zusätzliches Beschneiden des bereits längsnahtgeschweißten Rohres wegfällt. Insbesondere wenn das Rohr im weiteren Herstellungsverfahren gehärtet wird, kann über den Stauchvorgang im erwärmten Zustand eine maßgetreue Endengeometrie des Rohres sichergestellt werden, die ein problemloses Verbinden mit einem Anschlussbauteil garantiert.

[0012] Nachfolgend ist die Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels Kurzrohrfertigung mit Hilfe der Figuren näher beschrieben.

Figur 1 zeigt schematisch die Herstellung eines Rohrprofils (2) aus einer Platine (1) nach dem Stand der Technik.

Figur 2 zeigt Teilschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0013] Figur 1 zeigt beispielhaft und schematisch einen aus dem Stand der Technik bekannten Prozess zur Herstellung eines längsnahtgeschweißten Rohres aus einer Platine. Aus einer rechteckig geschnittenen Platine (1) wird ein Rohr (2) geformt und mittels einer Schweißnaht (3) entlang der Stoßkante (3) zu einem Rohrprofil (2) geschlossen. Das Rohr (2) weist danach eine zylindrische Form auf. Die Enden (4) sind gerade geschnitten und liegen jeweils innerhalb nur einer Schnittebene.

[0014] Figur 2 zeigt beispielhaft und schematisch Teilschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens. Demnach wird bereits in die Platine (10) an den Stirnseiten (5) ein Beschnitt (6) eingebracht. Dadurch entsteht nach dem Einrollen ein Rohrprofil (20) mit entsprechend geformten dreidimensionalen Konturen (7) in mehreren Schnittebenen im Bereich der Rohrenden (7). Die Rohrenden (7) sind bereits nach dem Längsnahtschweißen der Stoßkante (3) mit einem Aufmaß endkonturnah vorge-schnitten. Erfindungsgemäß werden die Rohrenden (7) in einem weiteren nicht dargestellten Teilschritt später nur noch erwärmt und mittels eines Formdorns maßgetreu auf Länge und Kontur gestaucht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch,**

- induktives Erwärmen der Enden (7) des Rohres (20).

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch,**

- Erwärmen des gesamten Rohres (20) aus einer härtbaren Stahllegierung auf eine Temperatur über den AC₃- Punkt der Legierung und
- Stauchen der Enden (7) des Rohres (20) mittels eines Formdorns maßgetreu auf Länge und Kontur in einem Umform- und/ oder Härte-werkzeug und
- Härten des Rohrprofils (20) in dem Werkzeug.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass es sich bei dem Profil (20) um ein Torsionsprofil für eine Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeugs handelt mit dem zusätzlichen Verfahrensschritt

- Umformen des Rohres zu einem Torsionsprofil vor oder zeitgleich mit dem Stauchen der erwärmten Enden des Rohres auf Länge und Kontur.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung der Enden (7) eines längsnahtgeschweißten Rohres (20) aus Stahl mit einer dreidimensionalen Kontur (7) der Enden (7) in mehreren Schnittebenen mit den Verfahrensschritten

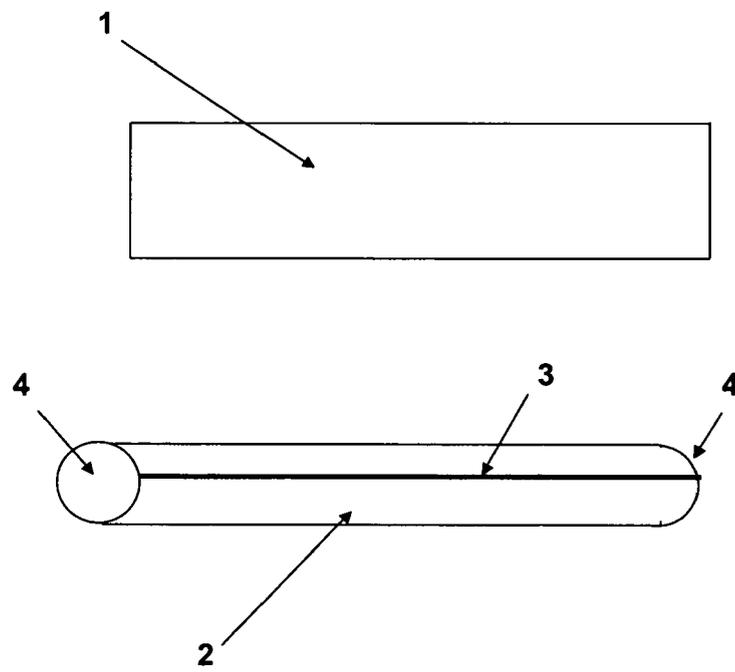
- Platine (10) schneiden, Rohrprofil (20) formen, längsnahtschweißen oder
- Endlosrohr aus einem Band formen, längsnahtschweißen, ablängen,

gekennzeichnet durch,

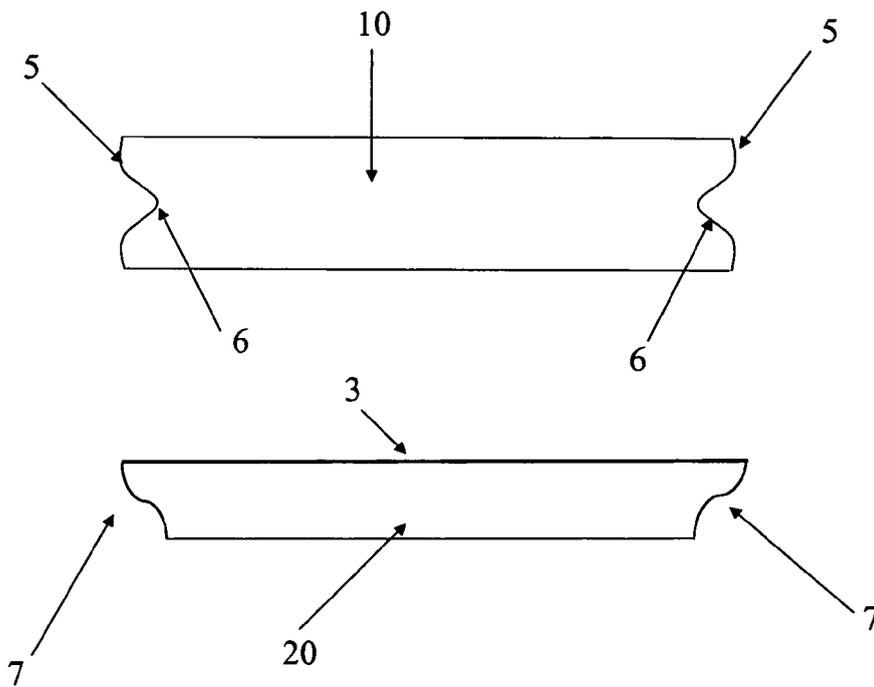
die weiteren Verfahrensschritte

- Einbringen der dreidimensionalen Kontur (7) der Enden (7) mit Aufmass bereits in den abgewickelten Platinenschnitt (6) oder
- Einbringen der dreidimensionalen Kontur (7) der Enden (7) mit Aufmass über ein mechanisches Beschnittwerkzeug in das längsnahtgeschweißte Rohr (2) und
- Erwärmen der Enden (7) des Rohres (20) und
- Stauchen der Enden (7) mittels eines Formdorns maßgetreu auf Länge und Kontur.

Figur 1



Figur 2





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 3 453 720 A (GERARD THOMAS J) 8. Juli 1969 (1969-07-08) * Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 3, Zeile 52; Abbildungen 2-6 * -----	1	INV. B21C37/15 B21J5/08 B21K1/12 B21K21/12 B21D53/90
A	FR 2 579 490 A (FRUEHAUF FRANCE [FR]) 3. Oktober 1986 (1986-10-03) * Seite 2, Zeile 17 - Seite 3, Zeile 6; Abbildungen 1-3 * -----	1,2	
D,A	DE 199 41 993 C1 (BENTELER WERKE AG [DE]) 14. Dezember 2000 (2000-12-14) * das ganze Dokument * -----	1,3,4	
A	EP 1 252 946 A (MUHR & BENDER KG [DE]) 30. Oktober 2002 (2002-10-30) * Ansprüche 1-6; Abbildung 2 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21C B21J B21K B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Juli 2008	Prüfer Ritter, Florian
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 00 8346

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

30-07-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3453720	A	08-07-1969	GB 1135861 A	04-12-1968
FR 2579490	A	03-10-1986	KEINE	
DE 19941993	C1	14-12-2000	AT 300622 T	15-08-2005
			EP 1081237 A2	07-03-2001
			JP 2001123227 A	08-05-2001
			US 6758921 B1	06-07-2004
EP 1252946	A	30-10-2002	AT 322949 T	15-04-2006
			DE 10120392 A1	31-10-2002
			JP 2002321035 A	05-11-2002
			US 2002160844 A1	31-10-2002

EPO FORM P0481

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DD 276043 A1 [0002]
- DE 9116427 U1 [0002]
- DE 10207151 C1 [0003]
- DE 10207151 [0003]
- DE 29720207 U1 [0003] [0005]
- DE 19941993 C1 [0004]
- DE 19604368 C2 [0007]