



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 894 548 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
03.02.1999 Patentblatt 1999/05

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B21C 37/29**, B21D 26/02

(21) Anmeldenummer: 98113616.1

(22) Anmeldetag: 22.07.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder:  
**DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT  
70567 Stuttgart (DE)**

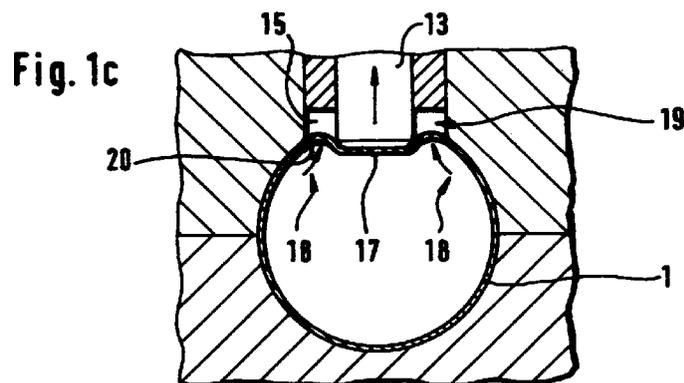
(72) Erfinder: **Birkert, Arndt  
74626 Bretzfeld (DE)**

(30) Priorität: 02.08.1997 DE 19733474

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Nebenformelementen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Nebenformelementen wie Aushaltungen, Ausbauchungen, erhabenen länglichen Flachstellen und dergleichen an länglichen, umfänglich geschlossenen Hohlprofilen (1) mittels Innenhochdruckumformen. Das Nebenformelement wird durch Aufweiten des Hohlprofils mit einem in diesem erzeugten Fluidhochdruck lokal ausgeformt und während des Ausformvorganges von einem mit zunehmender Ausformung nach außen ausweichenden Gegenstempel (13) gesteuert abgestützt. Um eine Erweiterung der Verfahrensgrenzen bei der Herstellung

eines Nebenformelementes hinsichtlich einer Vergrößerung seiner Höhe prozeßsicher und in einfacher Weise zu erreichen wird vorgeschlagen, daß das Hohlprofil an der Stelle des zu erzeugenden Nebenformelementes von dem Gegenstempel eingestülpt wird, wonach das Hohlprofilmaterial im Bereich (16) der Einstülpstelle (17) durch Fluidhochdruck am Stempel umfänglich und stirnseitig angepreßt wird. Nach dem Einstülpvorgang wird das Hohlprofil unter Innenhochdruck durch Zurückziehen des ständig am Hohlprofil anliegenden Stempels ausgestülpt und das Nebenformelement (11) gebildet.



EP 0 894 548 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Nebenformelementen wie Aushalsungen, Ausbauchungen, erhabenen länglichen Flachstellen und dergleichen an länglichen, umfänglich geschlossenen Hohlprofilen mittels Innenhochdruckumformen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 6.

[0002] Ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße Vorrichtung ist aus dem DE 94 07 812.2 U1 bekannt. In diesem wird an einem rohrförmigen Hohlprofil ein Nebenformelement in der Form einer hohlzylindrischen Aushalsung erzeugt, indem das Hohlprofil in ein zweigeteiltes Innenhochdruck-Umformwerkzeug eingelegt und nach dessen Schließen mit einem von einer extern angeordneten Fluidhochdruck erzeugungsanlage erzeugten Fluidhochdruck innenseitig beaufschlagt wird. Die entsprechend dem Verlauf des Hohlprofilrohrlings konturgerecht angepaßte Gravur des Umformwerkzeuges weist einen Abzweig auf, in den das Hohlprofilmaterial unter Einwirkung des Innenhochdruckes gemeinsam mit einer axialer hohlprofilmaterial-nachführenden Stauchbewegung durch stirnseitiges Beaufschlagen des Hohlprofils mittels zweier einander axial gegenüberliegender in der Gravur aufeinanderzu verschobener Druckstempel unter Ausbildung einer Aushalsung hinoverdrängt wird. Um ein frühzeitiges Bersten des Hohlprofilmaterials im Ausformbereich der Aushalsung zu verhindern, ist in dem Abzweig ein Gegenstempel verschiebbar geführt, der während des gesamten Ausformvorganges an dem Hohlprofil anliegt und mit einer entgegen der Kraft des expansiv wirkenden Innenhochdruckes gerichteten Kraft das Hohlprofil beaufschlagt, wobei der Gegenstempel gesteuert nach außen ausweicht, so daß die Aushalsung nicht schlagartig sondern kontrolliert abläuft. Gleichzeitig wird durch den Gegenstempel erreicht, daß sich das Hohlprofilmaterial im Kappenbereich der Aushalsung nicht übermäßig ausdünn, so daß bis zu einer bestimmten Höhe der Aushalsung die Ausformung prozeßsicher ablaufen kann. Diese Höhe der Aushalsung ist abhängig von der Materialausdünnung des Hohlprofils im Mündungsbereich des Abzweiges zur Gravur, da dort - auch bei großem Radius der dortigen Biegekante - eine Abstreckung auftritt, und von der Materialansammlung im erwähnten Kappenbereich. Das beschriebene Verfahren betrifft für einen prozeßsicheren Ablauf der Herstellung ausschließlich kurze Hohlprofile, da bei langen Hohlprofilen im Bereich von etwa 1m und länger die Reibungskräfte zwischen Gravurwandung und Hohlprofil beim gezeigten axialen Nachschieben so groß werden, daß dieses ohne unerwünschte Faltenbildung des Profils und/oder Scherrisse im Profil nicht mehr möglich ist. Bei langen Hohlprofilen kann daher nur durch einen reinen Aufweitprozeß die Aushalsung hergestellt werden, wobei jedoch für diese nur das von vornherein

im Aushalsbereich vorhandene Material zur Verfügung steht und dieses somit dort nur aus der Wandstärke des Hohlprofils heraus bezogen werden kann. Eine deutlich sichtbare längliche Aushalsung ist damit nicht erzielbar.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße Vorrichtung dahingehend weiterzubilden, daß eine Erweiterung der Verfahrensgrenzen bei der Herstellung eines Nebenformelementes hinsichtlich einer Vergrößerung seiner Höhe prozeßsicher und in einfacher Weise erreicht werden kann.

[0004] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 hinsichtlich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 6 hinsichtlich der Vorrichtung gelöst.

[0005] Dank der Erfindung wird durch die innenhochdruckbedingte Anlage des Hohlprofils am Gegenstempel in Einstüplage des Gegenstempels Hohlprofilmaterial in den Abzweigungsbereich vorgelegt, wobei die maximale Werkstoffbeanspruchung in der nachfolgend weniger beanspruchten Faser des Materials erfolgt. Dadurch wird zum einen bei der Ausformung des Nebenformelementes das Hohlprofil im Mündungsbereich des Abzweiges entlastet, da dort durch das in den Abzweigungsbereich vorgelegte Material nach der zuerst zu erfolgenden Ausstülpung des Hohlprofils durch Zurückziehen des Gegenstempels erst erheblich später der übliche Aufweitzug an der Hohlprofilwandung und damit die Materialausdünnung eintritt. Gleichzeitig dünnt sich aufgrund der gesteigerten Materialansammlung im Abzweigungsbereich auch der Kappenbereich des Nebenformelementes wesentlich später aus, so daß insgesamt bei gleichem Ausdünnungszustand des Hohlprofilmaterials an den kritischen Stellen des Nebenformelementes im Mündungsbereich des Abzweiges und im Kappenbereich im Vergleich mit herkömmlichen Verfahren zur Herstellung von Nebenformelementen höhere Höhen des Nebenformelementes bei dessen Ausformung erreichbar sind ohne daß Risse an diesen Stellen und damit ein Bersten des Hohlprofils im Abzweig auftreten. Dadurch werden die Verfahrensgrenzen bei der Herstellung eines Nebenformelementes hinsichtlich einer Vergrößerung seiner Höhe erweitert sowie die Prozeßsicherheit des Ausformvorganges gewährleistet. Damit kann auch die Ausschußrate bei der Herstellung von Hohlprofilen mit Nebenformelementen wesentlich verringert werden. Die Ausbildung der vergrößerten Höhe des Nebenformelementes wird dabei in einfacher Weise ermöglicht, da der durch ständige stützende Anlage am Hohlprofil zum kontrollierten Ausformen des Nebenformelementes ohnehin vorhandene Gegenstempel zum Einstülpfen und damit zur Materialvorlage verwandt wird. Das Nebenformelement wird durch Aufweiten des Hohlprofils mit einem in diesem erzeugten Fluidhochdruck ausgeformt, wobei während des Ausformvorganges der Gegenstempel mit zunehmender Ausformung nach

außen ausweichend das Hohlprofil im Ausformbereich gesteuert abstützt.

**[0006]** Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 a-d den erfindungsgemäßen Ausformprozeß eines Nebenformelementes an einem Hohlprofil in einer Querschnittsdarstellung,

Fig. 2 das erfindungsgemäß ausgeformte Hohlprofil in einer Seitenansicht.

**[0007]** In Fig. 1a-d ist ein Hohlprofil 1 dargestellt, das in der Gravur 2 eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges 3 der erfindungsgemäßen Vorrichtung eingebracht ist. Das Umformwerkzeug 3 ist in ein Oberwerkzeug 4 und ein Unterwerkzeug 5 geteilt, wobei die Trennebene 23 zwischen den beiden Werkzeugteilen 4 und 5 mit der horizontalen Mittenebene des Hohlprofils 1 übereinstimmt. Im Oberwerkzeug 4 ist eine radial auf das eingebrachte Hohlprofil 1 gerichtete Aussparung 6 ausgebildet, die in die Gravur 2 mündet und einen Abzweig der Gravur 2 darstellt. Der Querschnitt des Abzweiges kann kreisförmig, oval, rechteckig oder polygonal, symmetrisch oder unsymmetrisch ausgebildet sein. Die Gravur 2 des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges 3 ist im übrigen mit einer Fluidhochdruckerzeugungsanlage fluidisch verbindbar.

**[0008]** In der Aussparung 6 ist ein Anschlagkörper 7 starr, also unverrückbar angeordnet, wobei er in der Aussparung 6 eingepreßt sein kann oder dauerhaft rückseitig abgestützt ist. Der Anschlagkörper 7 schmiegt sich an die Abzweigwandung 8 konturtreu umlaufend an und liegt mit seiner gravurzugewandten Stirnseite 9 vom Mündungsbereich 10 des Abzweiges zur Gravur 2 um einen bestimmten Abstand in die Aussparung 6 zurückversetzt, der die Höhe des später ausgeformten Nebenformelementes 11 bildet, wobei der Anschlagkörper 7 die Aufweitbewegung des Hohlprofilmaterials beim Umformen als Anschlag begrenzt. Der Anschlagkörper 7 kann auch einstückiger Bestandteil des Oberwerkzeuges 4 sein.

**[0009]** Der Anschlagkörper 7 weist eine zentrale Durchführung 12 auf, in der ein rückseitig mit einem mechanischen oder hydraulischen Antrieb versehener Gegenstempel 13 verschiebbar geführt ist. Der Gegenstempel 13 weist in etwa die gleiche Querschnittsform des Anschlagkörpers 7 auf und besitzt an seiner dem Hohlprofil 1 zugewandten Stirnseite 14 randseitig eine umlaufende Anchrägung. Die Anchrägung ergibt in vorteilhafter Weise ein prozeßsicheres Anlegen des Hohlprofilmaterials am Gegenstempel 13, bei dem eine Einkerbung einer scharfen Kante des Stempels 13 in das Hohlprofilmaterial und damit eine Rißanfälligkeit beim Umformen mittels Innenhochdruck verhindert

wird. Anstelle der Anchrägung kann die Stirnseite 14 randseitig auch abgerundet ausgebildet sein. Eine weitere denkbare Möglichkeit ist, daß der Gegenstempel 13 im Querschnitt die Aussparung 6 der Länge nach ausfüllt.

**[0010]** Nach Fig. 1a wird im geschlossenen Umformwerkzeug 3 der Gegenstempel 13 aus dem Anschlagkörper 7 heraus auf das Hohlprofil 1, das mit geringem Spiel in der Gravur 2 angeordnet ist, verfahren und stülpt dieses mit seiner Stirnseite 14 ein. Solange der Gegenstempel 13 aus dem Anschlagkörper 7 herausgehoben ist, bildet dieser mit der Abzweigwandung 8 durch seine Beabstandung von ihr einen Ringspalt aus, dessen Breite bei geeigneter Dimensionierung - wie im Ausführungsbeispiel gegeben - aus ihm einen Ringraum 15 entstehen läßt.

**[0011]** Steht beim erfindungsgemäßen Verfahren das Hohlprofil 1 während des Einstülpvorganges oder, wie in Fig. 1b gezeigt ist, nach abgeschlossenem Einstülpvorgang unter Innenhochdruck, fließt das Hohlprofilmaterial nicht nur aus dem die Einstülpstelle 17 umgebenden Bereich 16 des Hohlprofils 1 sondern auch aus dem an den Abzweig anschließenden Bereich 18 der Gravur 2 zur Einstülpstelle 17 und legt sich an den Gegenstempel 13 umfänglich und stirnseitig an. Dadurch wird Hohlprofilmaterial zum Mündungsbereich 10 des Abzweiges hin verdichtet, wodurch Material des Hohlprofils 1 für die Ausformung des Nebenformelementes 11 vorgehalten und die Ausformhöhe damit prozeßsicher steigerbar wird.

**[0012]** Durch die Ausbildung eines relativ breiten im Querschnitt länglichen Ringraumes 15 wird Hohlprofilmaterial gleichzeitig mit dem erwähnten Anlegen am in Einstülpung befindlichen Gegenstempel 13 an diesem vorbei auch aus dem Bereich 16 und 18 in den Ringraum 15 hineinverdrängt, so daß Hohlprofilmaterial schon vor der eigentlichen Ausformung des Nebenformelementes 11 im Ausformbereich 19 für die Ausformung vorhanden ist, was gleichbedeutend mit einem zusätzlichen Vorlegen von Hohlprofilmaterial und einer weiteren prozeßsicheren Steigerbarkeit der Ausformhöhe ist.

**[0013]** Durch den beim Einstülpen im Hohlprofil 1 verursachten Zug des Gegenstempels 13 wird der Fluß des Hohlprofilmaterials von der Biegekante 20 zwischen Abzweig und Gravur 2 weg zum Gegenstempel 13 hin gerichtet, wonach das Auftreten einer Ausdünnung des Hohlprofilmaterials durch die beim Aufweiten verfahrensbedingte Abstreckung an der Biegekante 20 aufgrund der Entlastung des Kantenbereiches vermieden wird. Um weiterhin bei der Ausformung des Nebenformelementes 11 die Abstreckung zu reduzieren, ist die Biegekante 20 mit einem großen Radius ausgebildet, wodurch die Gravur 2 sanft in den Abzweig übergeht.

**[0014]** Es ist im übrigen auch denkbar, daß der Einstülpvorgang ohne Innenhochdruck erfolgt. Hierbei wird das Hohlprofil 1 über einen wesentlich weiteren Bereich hinweg von der Biegekante 20 aus gesehen eingebo-

gen, da der der Einbiegung entgegenwirkende Innenhochdruck fehlt. Dadurch kann bei nachträglichem Aufbauen des Innenhochdruckes aus bezüglich des Ausformbereiches 19 viel tiefer liegenden Umfangsbereichen des Hohlprofils 1 Material zum Abzweig hin gefördert werden, da sich das Hohlprofil 1 zum Ausformbereich 19 hin - neben dem üblichen Anlegen des Hohlprofils 1 an die Gravur 2 - streckt. Hierdurch ist somit ein Vorlegen von weiterem Hohlprofilmaterial in Richtung des Ausformbereiches 19 und damit eine zusätzliche prozeßsichere Vergrößerung der Ausformhöhe des Nebenformelementes 11 möglich.

[0015] Nach dem Einstülpen des Hohlprofils 1 und dem Anlegen des Hohlprofilmaterials seitlich an den Gegenstempel 13 unter Innenhochdruck wird bei Beibehaltung dieses Druckes der Gegenstempel 13 zurückgezogen (Fig. 1c). Dabei wird die eingestülpte Stelle 17 kontinuierlich durch den Innenhochdruck wieder ausgestülpt, wobei weiter Hohlprofilmaterial in den noch existierenden Ringraum 15 hineinverdrängt wird.

[0016] Nach dem Ausstülpvorgang, bei dem der Gegenstempel 13 ständig in Anlage am Hohlprofil 1 steht, wird aus dem Hohlprofil 1 das Nebenformelement 11 ausgeformt. Dies kann durch reines Aufweiten erfolgen, was insbesondere bei langen Hohlprofilen, bei denen aufgrund der Reibungsverhältnisse kein axiales Nachschieben mittels an beiden Stirnseiten des Hohlprofils angreifenden Druckstempeln prozeßsicher möglich ist, verwandt werden kann. Ein Nachschieben während des Aufweitens bei relativ kurzen Hohlprofilen ist dagegen ohne weiteres möglich, wodurch auch von den Hohlprofilenden her Material in den Ausformbereich 19 nachgeliefert werden kann, was ebenfalls zur Steigerung der Ausformhöhe des Nebenformelementes 11 beiträgt. Der Gegenstempel 13 fungiert als üblicher das Hohlprofil 1 während des Ausformvorganges im Ausformbereich abstützender Gegenhalter, so daß die Ausformung des Nebenformelementes 11 kontrolliert abläuft.

[0017] In der Endphase des Ausformvorganges legt sich das Hohlprofilmaterial am Anschlagkörper 7 und der Abzweigwandung 8 zumindest in grober Annäherung konturtreu an, wobei der Gegenstempel 13 in den Anschlagkörper 7 hineinversenkt wird, so daß deren beide Stirnseiten 14 und 9 miteinander bündig abschließen (Fig. 1d).

[0018] Weiterhin von Vorteil ist es, wenn die Stirnseite 14 des Gegenstempels 13, die Stirnseite 9 des Anschlagkörpers 7 und die Abzweigwandung 8 die exakte Endform des Nebenformelementes 11 darstellen. Dann kann zum Abschluß des Ausformvorganges bei gegenüber dem Ausformvorgang gesteigertem Innenhochdruck eine Kalibrierung des Nebenformelementes 11 erfolgen, das damit in seine Endform, die in Fig. 2 in der Form einer erhabene länglichen Flachstelle gezeigt ist, konturgerecht gebracht wird.

[0019] Die Nebenformelemente 11 können auch als Aushalsungen oder Ausbauchungen und dergleichen

an länglichen, umfänglich geschlossenen Hohlprofilen 1 ausgebildet sein und können als Flansch- oder Montageflächen dienen. Hierbei können Blechteile und deren Anbringung an ein Hohlprofil eingespart werden, mit denen diese Funktion ebenfalls erreichbar ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Nebenformelementen wie Aushalsungen, Ausbauchungen, erhabenen länglichen Flachstellen und dergleichen an länglichen, umfänglich geschlossenen Hohlprofilen mittels Innenhochdruckumformen, wobei das Nebenformelement durch Aufweiten des Hohlprofils mit einem in diesem erzeugten Fluidhochdruck lokal ausgeformt und während des Ausformvorganges von einem mit zunehmender Ausformung nach außen ausweichenden Gegenstempel gesteuert abgestützt wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß das Hohlprofil (1) an der Stelle des zu erzeugenden Nebenformelementes von dem Gegenstempel (13) eingestülpt wird, wonach das Hohlprofilmaterial im Bereich (16) der Einstülpstelle (17) durch Fluidhochdruck am Stempel (13) umfänglich und stirnseitig angepreßt wird, und daß nach dem Einstülpvorgang durch Zurückziehen des während des gesamten Umformvorganges ständig am Hohlprofil (1) anliegenden Stempels (13) in Zusammenwirkung mit dem Innenhochdruck das Hohlprofil (1) ausgestülpt und das Nebenformelement (11) gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Einstülpung des Hohlprofils (1) unter Atmosphärendruck im Hohlprofil (1) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,** daß die Einstülpung des Hohlprofils (1) unter Innenhochdruck im Hohlprofil (1) erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß in Einstülpung des Stempels (13) durch den Innenhochdruck Hohlprofilmaterial am Stempel (13) vorbei in den Ausformbereich (19) des Nebenformelementes (11) hinein verdrängt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß nach dem Zurückziehen des Stempels (13) das Nebenformelement (11) mit gegenüber dem Ausformvorgang gesteigertem Fluiddruck konturgerecht kalibriert wird.
6. Vorrichtung zur Herstellung von Nebenformele-

menten wie Aushaltungen, Ausbauchungen, erhabenen länglichen Flachstellen und dergleichen an länglichen, umfänglich geschlossenen Hohlprofilen mit einem in ein Ober- und ein Unterwerkzeug geteilten Innenhochdruck-Umformwerkzeug, dessen hohlprofilaufnehmende Gravur zumindest eben 5  
Abzweig aufweist, in dem ein mit einem gesteuerten Antrieb versehener Gegenstempel verschiebbar geführt ist, und mit einer Fluidhochdruckerzeugungsanlage, die mit dem 10  
Innenhochdruck-Umformwerkzeug fluidisch verbindbar ist, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Gegenstempel (13) in einer Durchführung (12) eines im Abzweig starr angeordneten an der Abzweigwandung (8) formgleich. anliegenden Anschlagkörpers (7) derart geführt ist, daß der Gegenstempel (13) zum Einstülpen des mit geringem Spiel in der Gravur (2) des Umformwerkzeuges (3) angeordneten Hohlprofils (1) in die Gravur (2) hineinverschiebbar und zum Ausformen des Nebenformelementes (11) unter Wirkung des Innenhochdruckes in den Anschlagkörper (7) hinein versenkbar ist. 25

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Anschlagkörper (7) und der Gegenstempel (13) mit ihren der Gravur (2) zugewandten Stirnseiten (9,14) gemeinsam mit der Abzweigwandung (8) die Kalibrierkontur des Nebenformelementes (11) bilden. 30

8. Vorrichtung nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Gegenstempel (13) im aus dem Anschlagkörper (7) ausgefahrenen Zustand im Abzweig mit der Abzweigwandung (8) einen Ringraum (15) ausbildet, dessen Breite derart bemessen ist, daß unter der Einwirkung eines Innenhochdruckes Hohlprofilmaterial in den Ringraum (15) hinein verdrängbar ist. 40

9. Vorrichtung nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Stirnseite 14 randseitig umlaufend abgerundet oder angeschrägt ausgebildet ist. 45

50

55

