



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 18 561 T2** 2006.04.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 183 121 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 18 561.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE00/00196**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 906 828.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/58043**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.02.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **05.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **09.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.04.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B22F 3/17** (2006.01)

B22F 5/00 (2006.01)

C21D 8/10 (2006.01)

F41A 21/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

9900905 15.03.1999 SE

(73) Patentinhaber:

Damasteel Aktiebolag, Söderfors, SE

(74) Vertreter:

Müller Schupfner Patentanwälte, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

BILLGREN, Per, S-810 60 Söderfors, SE

(54) Bezeichnung: **ROHLING FÜR GEWEHRLAUF, GEWEHRLAUF UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen aus einem Rohling geformten Gewehrlauf, wobei der Rohling aus einem Stabmetall besteht. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Gewehrlaufes. Der Begriff Gewehrlauf umfasst auch Kanonenläufe. Die Erfindung ist für alle Arten von Schusswaffen anwendbar, z. B. handbetätigte, halb-automatische oder automatische kleine Schusswaffen, Kanonen etc. Sie wurde jedoch in erster Linie für Gewehrläufe für Schrotflinten entwickelt.

Stand der Technik und Probleme

[0002] Bekannte Gewehrläufe, z. B. für Gewehre, Schrotflinten, automatische oder haltautomatische Gewehre und Pistolen etc., werden normalerweise aus einem Rohling hergestellt, der aus einem gewalzten oder geschmiedeten Stabwerkstoff aus Stahl besteht, welcher zur Bildung einer Bohrung gebohrt wird.

[0003] Ein wichtiger Aspekt in Verbindung mit der Herstellung von Gewehrläufen ist die Festigkeit, besonders wenn das Gewehr abgefeuert wird. Daher muss der Gewehrlauf mit einer ausreichenden Wanddicke ausgestattet sein, um den Zugbeanspruchungen zu widerstehen, die bei dem Abfeuern einer gegebenen Ladung auftreten. Die benötigte Wanddicke kann zu einer schwerer Waffe führen, welche dementsprechend teuer und/oder schwierig in der Handhabung sein wird.

[0004] Ein Nachteil von bekannten Gewehrläufen ist, dass sie aus einem Stabwerkstoff hergestellt werden, der nach dem Walzen/Schmieden seine besten mechanischen Eigenschaften in der Längsrichtung des Laufs aufweist. Normalerweise sind die Dauerfestigkeit, der Kerbwert und die Dehnbarkeit in der Längsrichtung um 20–50% höher als in der Querrichtung. Dies liegt im Wesentlichen an der Ausrichtung und der Neigung zur Bruchwirkung von nicht-metallischen Einschlüssen. Wenn der Stabwerkstoff hergestellt wird, wird er im Wesentlichen in der Längsrichtung gestreckt, wodurch die Einschlüsse ebenfalls in der gleichen Richtung gestreckt werden. Dadurch weisen die Einschlüsse eine Fläche auf, die in der Querrichtung wesentlich größer ist als in der Längsrichtung, wodurch die Dauerfestigkeit, der Kerbwert und die Dehnbarkeit in der Querrichtung niedriger sind als in der Längsrichtung.

[0005] Beim Gebrauch eines Gewehrlaufs, d. h. bei der Feuerung des Gewehrlaufes, werden in dem Lauf auf Grund des internen Überdrucks Zugspannungen auftreten, die in der Größenordnung von 3.500 Bar liegen können und im Lauf auftreten. Die Spannungs-

verteilung ist dabei im Wesentlichen gleich wie in einem zylindrischen Druckgefäß, wobei der Unterschied darin liegt, dass die Spannungen in der Längsrichtung durch den Gewehrbolzen und durch die Kugel oder den Schrot aufgenommen werden. Im Lauf selbst werden in der Längsrichtung keine wesentlichen Spannungen auftreten, aber in der Tangentialrichtung um den Lauf werden die Zugspannungen andererseits groß sein. Daher ist es ein schwerwiegender Nachteil von bekannten Gewehrläufen, dass sie in der Quer-/Tangentialrichtung schlechtere mechanische Eigenschaften aufweisen als in der Längsrichtung.

[0006] Das Problem wird dadurch verstärkt, dass auf dem technischen Gebiet angestrebt wird, die Ladung von Schusswaffen erhöhen zu können, wobei gleichzeitig ein verringertes Gewicht gewünscht wird.

[0007] Ein weiterer Nachteil der bekannten Gewehrläufe für Schrotflinten ist, dass die bekannten Gewehrläufe bei weitem zu schlechte Verschleißfestigkeit oder Härte in der Bohrung aufweisen, insbesondere in Anbetracht der Entscheidung einiger Länder, für gewisse Jagdarten von Bleischrot zu Eisenschrot zu wechseln.

Beschreibung der Erfindung

[0008] Gemäß der vorliegenden Erfindung werden die oben genannten Probleme durch ein Verfahren zur Herstellung eines Gewehrlaufs gemäß Anspruch 1 verringert.

[0009] Die Erfindung basiert auf einem Verständnis der oben genannten Probleme und auf der Lösung, welche gemäß Anspruch 1 darin besteht, dass ein Stabstahl wiederholt um seine eigene Längsachse verdreht wird, und zwar in einem oder mehreren Warmformungsschritten und bis zu einem Steigungswinkel von 45–90°. Nach der Wärmebehandlung bildet der verdrehte Stab einen Rohling für einen Gewehrlauf und kann dementsprechend zur Herstellung einer Bohrung gebohrt oder behauen werden und optional nachbehandelt werden.

[0010] Der Stab wird um seine eigene Längsachse um einen Spiralwinkel/Steigungswinkel von 45–90°, vorzugsweise 60–88° und noch stärker bevorzugt 75–87° verdreht. Das Verdrehen kann automatisch oder manuell erfolgen. Durch das erfindungsgemäße Verdrehen werden die Einschlüsse in mehrere kleinere Störungen zerkleinert. Die Einschlüsse, die vor dem Verdrehen hauptsächlich in Längsrichtung des Stabs ausgerichtet sind, sind darüber hinaus stattdessen hauptsächlich tangential um den Stab ausgerichtet, hauptsächlich in seinem äußeren Umfang. Dadurch sind die Einschlüsse nicht so starke Bruchindikatoren bei tangentialen Zugspannungen, die im Zusammenhang mit dem Abfeuern des aus dem

Stab hergestellten Gewehrlaufs auftreten, als wenn sie in Längsrichtung des Stabs ausgerichtet sind. Die Zähigkeit und die Ermüdungsgrenze des Stabs sind dementsprechend in der Tangential- oder Querrichtung erhöht, wenn der Stab gemäß der Erfindung verdreht wird. Die Tatsache, dass die Ausrichtung der Einschlüsse im äußeren Umfang am stärksten tangential wird, ist vorteilhaft, da die Zugspannungen hier am größten sind.

[0011] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann die Bruchfestigkeit des Stabs nach dem erfindungsgemäßen Verdrehen um etwa 1–5% erhöht werden, die Dehnbarkeit (Flächenkontraktion) kann um etwa 29–550% erhöht werden, der Kerbwert kann um 20–300% erhöht werden und die Dauerfestigkeit kann um etwa 30–50%, wobei diese Werte sich auf die Erhöhung in der Querrichtung und auf herkömmliche Vergütungsstähle für Schrotflintenläufe beziehen.

[0012] Die Bruchfestigkeit und die Dehngrenze können zusätzlich durch eine Wärmebehandlung nach dem Verdrehen beeinflusst werden. Eine erhöhte Möglichkeit, den Stahl auf eine höhere Härte und Festigkeit wärmezubehandeln, ohne dass der Werkstoff Tendenzen zur Brüchigkeit aufweist, wird dadurch geschaffen, dass das Verdrehen zu einer erhöhten Zähigkeit führt. Alternativ könnte auch eine härtere und festere Legierung ausgewählt werden. Eine solche Erhöhung der Festigkeit führt zu einer verbesserten Verschleißfestigkeit und kann daher auch dazu verwendet werden, durch eine verringerte Wanddicke bei den hergestellten Gewehrläufen Gewicht einzusparen.

[0013] Ferner ist es generell wahr, dass der Stahl zäher und stärker wird, je größer der Verarbeitungsgrad ist. Durch das erfindungsgemäße Verdrehen wird der Grad an plastischer Bearbeitung erhöht, ohne die Abmessungen des Stabs zu beeinflussen. Die Bearbeitungsrichtung findet auch in der vorteilhaftesten Richtung statt, nämlich in der Richtung in welcher beim Gebrauch der Waffe die größten Belastungen auftreten.

[0014] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird das Verdrehen in zwei oder mehr Wärmebehandlungsschritten durchgeführt, wobei dem Werkstoff erlaubt wird, sich zwischen diesen Schritten zu erholen, damit Rekristallisierung stattfinden kann. Alternativ kann das Verdrehen in einem einzigen Schritt durchgeführt werden, wenn dieser langsam durchgeführt wird. Der Zweck, das Verdrehen in mehreren Schritten durchzuführen, oder es langsam in einem einzigen Schritt durchzuführen, liegt darin, lokale Überhitzung zu vermeiden, welche andernfalls in gewissen Fällen auftreten kann, wenn das Verdrehen in einem einzigen, schnellen Schritt vollzogen wird. Derartige lokale Überhitzung kann in dem Stab Oberflächende-

fekte verursachen, welche bei weiterem Drehen zu Oberflächenrissen anwachsen können. Bei noch weiterem Verdrehen werden die Risse noch weiter wachsen, wodurch der Stab abgedreht wird. Die kritische Grenze zur Bildung von Oberflächendefekten ist bei unterschiedlichen Stahlhärtegraden verschieden.

[0015] Durch die Verwendung der Erfindung wird eine Möglichkeit geschaffen, die Ladung einer Schusswaffe zu erhöhen und/oder das Gewicht der Waffe zu verringern, da der Gewehrlauf mit einer geringeren Wanddicke versehen sein kann als bekannte Gewehrläufe.

[0016] Als Ausgangsmaterial für den Stab kann jeder Stahl oder jede Stahllegierung verwendet werden, die für Gewehrläufe geeignet ist. Vom Standpunkt der Festigkeit ist es besonders vorteilhaft, eine pulvermetallurgische Legierung zu verwenden, vorzugsweise eine sich schnell verfestigende pulvermetallurgische Legierung. Diese Arten von Legierungen sind auf Grund ihrer sehr hohen Festigkeit bei zuverlässigen Metallbearbeitungswerkzeugen sehr verbreitet.

[0017] Die Pulvermetallurgie schafft günstigerweise auch eine Möglichkeit, Verbundwerkstoffe herzustellen, die für diesen Zweck geeignet sind. Als Werkstoff für den Teil, der das Innere der Bohrung im Gewehrlauf bilden soll, kann dementsprechend ein harter und verschleißbeständiger Werkstoff mit einem großen Widerstand gegen die Reibung der Projektile gewählt werden, der jedoch auch eine gute Korrosionsbeständigkeit gegen Schießpulvergase, Spritzer von Schießpulver und Feuchtigkeit aufweist, welche gelöste Gase und Schießpulverspritzer enthalten kann. Als Material, welches die Außenseite des Laufs bilden soll, wird stattdessen vorzugsweise ein Material von großer Zähigkeit und Festigkeit gewählt.

[0018] Gemäß noch einem weiteren Aspekt der Erfindung kann der Gewehrlauf mit einem sehr dekorativen Oberflächenmuster ausgestattet sein, während gleichzeitig günstige Eigenschaften im Stahlwerkstoff erreicht werden, und zwar durch Verwendung der so genannten Damaszen-Technik (engl. damascene technique), welche auf der Pulvermetallurgie basiert. Eine derartige pulvermetallurgische Damaszen-Technik, welche besonders bevorzugt ist, ist in SE-C-9400127-8 beschrieben.

[0019] Bei der pulvermetallurgischen Damaszen-Technik werden wenigstens zwei verschiedene Stahlwerkstoffe verwendet, die wesentlich unterschiedliche Legierungszusammensetzungen aufweisen, z. B. zwei wesentlich verschiedene Arten von rostfreiem Stahl, von denen wenigstens einer aus einem Pulver besteht. Die beiden Stahlwerkstoffe werden zu einem verfestigten Körper durch z. B. isostatisches Heißpressen, so genanntes HIP (hot isostatic

pressing) vereint, bei einem Druck, der 600 Bar übersteigt, und einer Temperatur, die 1000°C übersteigt. Andere denkbare Verfestigungsmethoden sind Strangpressen und schrittweises Schmieden des Pulvers in einer Kapsel. Geeigneterweise wird ein Pulver verwendet, welches durch sogenannte Atomisierung hergestellt wird, was bedeutet, dass ein Strahl aus geschmolzenen Metall durch die Hilfe eines Inertgases in kleine Tröpfchen zersetzt wird, wonach den Tröpfchen erlaubt wird, sich in dem Inertgas zu einem Pulver zu verfestigen. Danach wird das Pulver zu einer Teilchengröße von höchstens 1 mm gesiebt. Das HIP kann durch herkömmliches isostatisches Heißpressen durchgeführt werden. Die beiden zu verbindenden Stahlwerkstoffe, von denen wenigstens einer ein Pulver ist, werden in einer geschlossenen Kapsel angeordnet, aus der die Luft evakuiert wird und die dem isostatischen Heißpressen ausgesetzt wird. Die Kapsel kann, wie dies bei der Pulvermetallurgie üblich ist, aus einer Platte bestehen, z. B. einer Kohlenstoffstahlplatte, es ist aber auch denkbar, dass die Kapsel wenigstens teilweise aus rostfreiem Stahl besteht, der dann einen integrierten Teil des Endproduktes bildet. Auch Kapseln aus nichtmetallischen Werkstoffen sind denkbar, z. B. Glas, Emaille, etc.

[0020] Eine denkbare Prozesskette ist die Herstellung von Pulver durch so genannte Atomisierung, Füllen von zwei oder mehr Pulvergraden, vorzugsweise in vorbestimmten Mustern, in eine Kapsel, vorzugsweise eine Stahlkapsel, Verdichten auf volle Dichte durch isostatisches Heißpressen, Strangpressen oder Schmieden des verfestigten Körpers und danach weitere plastische Verformung in einen Stab, erfindungsgemäßes Verdrehen in einem Warmformungsschritt, und Ätzen in Säure, um die dekorative Wirkung zu entwickeln.

[0021] Um eine dekorative Wirkung zu erreichen, werden Stahlwerkstoffe von ausreichend unterschiedlichen Zusammensetzungen ausgewählt, um nach dem Ätzen einen gewünschten Kontrasteffekt zu erreichen. Wenn z. B. beide Werkstoffe rostfrei sind, kann einer der rostfreien Stähle aus einem Martensit, einem relativ hochkarbonisierten rostfreiem Stahl, bestehen, der eine begrenzte Korrosionsbeständigkeit aufweist, und der dementsprechend schnell geätzt und durch Säure gedunkelt wird, während der andere rostfreie Stahl geeigneterweise aus einem stärker korrosionsbeständigen, niedrigkarbonisierten rostfreiem Stahl besteht, welcher weniger als der hochkarbonisierte rostfreie Martensitstahl geätzt wird, z. B. ein Austenit, Ferrit oder Ferrit-Austenit rostfreier Stahl, oder möglicherweise ein Martensit rostfreier Stahl mit einem wesentlich geringeren Kohlenstoffgehalt als der erstgenannte rostfreie Stahl. Im Prinzip können gemäß der Erfindung auch zwei Qualitäten von rostfreiem Stahl vom gleichen Typ verwendet werden, welche die gleiche Zusammensetzung

aufweisen, mit der Ausnahme, dass einer der Stähle aber nicht der andere mit einer oder mehreren Substanzen legiert ist, oder eine wesentlich größere Menge von dieser oder diesen Substanzen enthält, z. B. Phosphor, was dazu führt, dass dieser Stahl wesentlich stärker geätzt wird als der andere Stahl, alles zu dem Zweck, einen gewünschten Kontrasteffekt zu erzielen.

[0022] Gemäß einem Aspekt können die verschiedenen Stahlwerkstoffe in Schichten angeordnet sein, z. B. wie in SE-C-9400127-8 beschrieben. Dadurch ist es besonders bevorzugt, wie in der oben beschriebenen Verbundtechnik, einen verschleißbeständigen oder harten Stahlwerkstoff als einen homogenen Kern entlang der Längsachse des Stabs anzuordnen und Schichten von zwei oder mehr Stahlwerkstoffen außerhalb dieses Kerns anzuordnen, welche äußeren Stahlwerkstoffe hauptsächlich Festigkeit aufweisen. Es ist auch denkbar, die Schichten der verschiedenen Stahlwerkstoffe als mehr oder weniger konzentrische Ringe anzuordnen. Ferner können die verschiedenen Stahlwerkstoffe in Relation zueinander so angeordnet sein, dass einer oder mehrere Stahlwerkstoffe Adern oder andere Gebiete in dem anderen Stahlwerkstoff bilden. Die verschiedenen Stahlwerkstoffe können ausgewählt werden, um für jede Verwendung die gewünschten Eigenschaften wie Festigkeit, Verschleißbeständigkeit, Härte, Zähigkeit, etc. in den verschiedenen Bereichen des Stahls zu ergeben.

[0023] In Verbindung mit der Damaszen-Technik führt das Verdrehen des Stabes, der einen Rohling für einen Gewehrlauf bilden soll, zu einer zusätzlichen Dimension im Oberflächenmuster des Gewehrlaufs. Dementsprechend können z. B. Gewehrläufe mit einem spiralförmigen Oberflächenmuster hergestellt werden, oder mit einer Kombination aus einem zufälligen oder vorbestimmten Muster und einem spiralförmigen Muster.

Beschreibung der Zeichnungen

[0024] Der verbesserte Effekt in den mechanischen Eigenschaften, der erhalten werden kann, wird im Folgenden als Beispiel mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0025] [Fig. 1](#) zeigt, um wie viele Umdrehungen ein 30 mm runder Stab gedreht werden muss, um einen gegebenen Spiralwinkel zu erreichen;

[0026] [Fig. 2](#) den Anstieg der Dehnbarkeit in der Tangentialrichtung des Stabs der [Fig. 1](#) zeigt;

[0027] [Fig. 3](#) den durch das Verdrehen erreichten Verarbeitungsgrad zeigt.

[0028] Das Beispiel betrifft einen 30 mm runden

Stab aus vergütbarem Stahl, der für Schrotflintenfläufe üblich ist. In [Fig. 1](#) wird gezeigt, wie viele Umdrehungen pro Meter beim Verdrehen notwendig sind, um einen gegebenen gewünschten Steigungswinkel/Spiralwinkel zu erreichen. [Fig. 2](#) zeigt, wie die Dehnbarkeit in der Tangentialrichtung als Funktion des Steigungswinkels ansteigt. Es wird erwartet, dass andere mechanische Eigenschaftsparameter in gleicher Weise ansteigen, jedoch in unterschiedlichem Maße gemäß dem oben gesagten. In [Fig. 3](#) ist der Verarbeitungsgrad, gemessen als die prozentuale tangentielle Streckung am Umfang des Stabs, die der durch das Verdrehen erreicht wird, als eine Funktion des Steigungswinkels angegeben. Dieser erhöhte Verarbeitungsgrad führt zu einer zusätzlichen Streckung der Einschlüsse und dadurch zusätzlich verbesserten Eigenschaften.

[0029] [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zeigen, dass ein großer Teil der Streckung und der Verbesserung in mechanischen Eigenschaften bereits bei einem Steigungswinkel von 45° erreicht wird, aber dass ein zusätzlich erhöhter Steigungswinkel noch bessere Ergebnisse liefert. Bei einem Steigungswinkel von bis 85° wurde der Werkstoff an seinem Umfang um 1000 gestreckt. Dies bedeutet, dass in einem 30 mm Stab, der gemäß der Erfindung um bis zu 85% verdreht wurde, die mechanischen Eigenschaften in Richtung der Spirale den Eigenschaften in der Längsrichtung eines 10 mm Stabs entsprechen.

[0030] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen begrenzt, sondern kann innerhalb des Schutzzumfangs der Ansprüche variiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Gewehrlaufs aus einem Stabstahl, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stabstahl in einem oder mehreren Warmformungsschritten um seine eigene Längsachse bis zu einem Steigungswinkel von 45 – 90° verdreht wird, wonach der Stab entlang seiner Längsachse gebohrt oder behauen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stab um seine eigene Längsachse bis zu einem Steigungswinkel von 60 – 88° und besonders bevorzugt 75 – 87° verdreht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Warmformungsschritte ausgeführt werden, in denen der Stab verdreht wird, wobei der Stabwerkstoff zwischen den Schritten, zumindest teilweise, rekristallisieren kann.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdrehen in einem einzelnen Warmformungsschritt erfolgt, wobei das Verdrehen

langsam erfolgt.

5. Stahlgewehrlauf für eine Schusswaffe mit einer Bohrung entlang seiner Längsachse, dadurch gekennzeichnet, dass er in einem oder mehreren Warmformungsschritten verdreht wurde und zwar um seine eigene Längsachse bis zu einem Steigungswinkel von 45 – 90°, wobei jegliche Einschlüsse in dem Stahl des Gewehrlaufs im Wesentlichen tangential um den Lauf ausgerichtet sind.

6. Lauf nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Lauf aus einem pulvermetallurgisch hergestellten Stahlwerkstoff besteht.

7. Lauf nach einem der Ansprüche 5–6, dadurch gekennzeichnet, dass der Lauf aus einem Verbundwerkstoff besteht, wobei ein erster Stahlwerkstoff um die Mitte des Laufs angeordnet ist und ein zweiter Stahlwerkstoff in einem Bereich außerhalb des Mittelteils des Laufs und/oder im Umfangsbereich des Laufs angeordnet ist.

8. Lauf nach einem der Ansprüche 5–7, dadurch gekennzeichnet, dass der Lauf aus mindestens zwei Stahlwerkstoffen mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung hergestellt ist, von denen wenigstens einer aus einem Pulver besteht, wobei die Stahlwerkstoffe zur Bildung eines verfestigten Körpers behandelt wurden, und dass der verfestigte Körper zur Bildung des Laufs einer plastischen Bearbeitung ausgesetzt wurde, wobei die zwei Stahlwerkstoffe mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung verschiedene Ätzeigenschaften haben.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

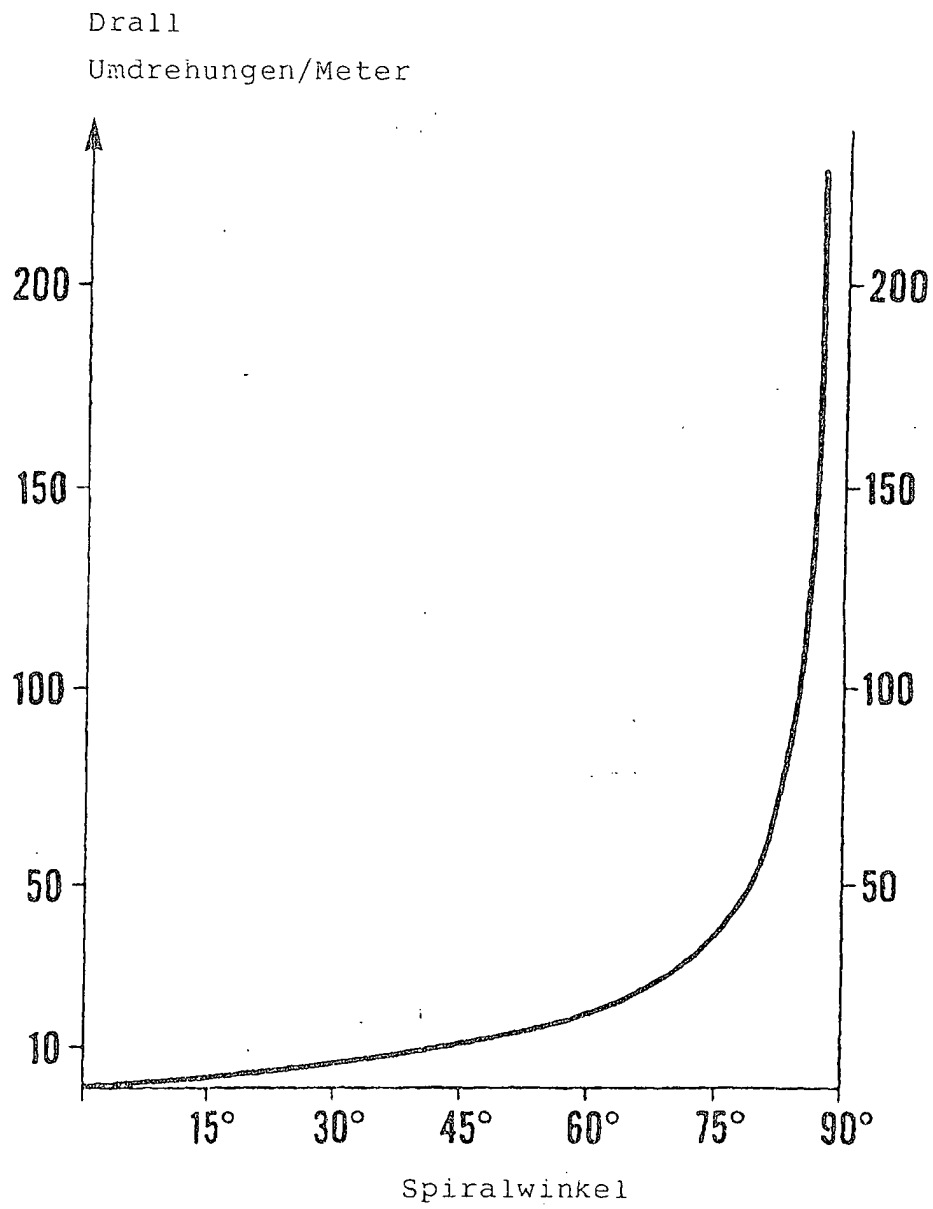


Fig. 1

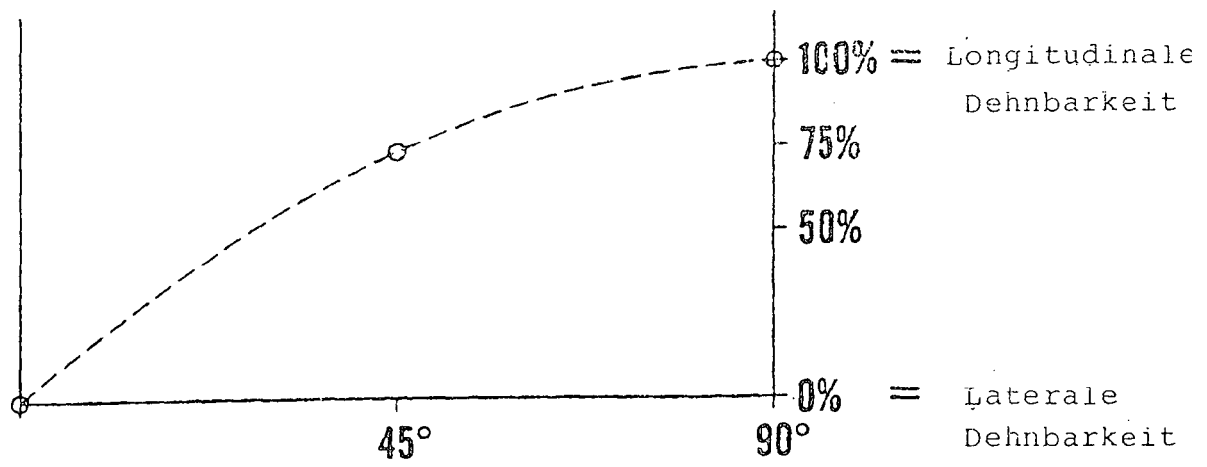


Fig.2

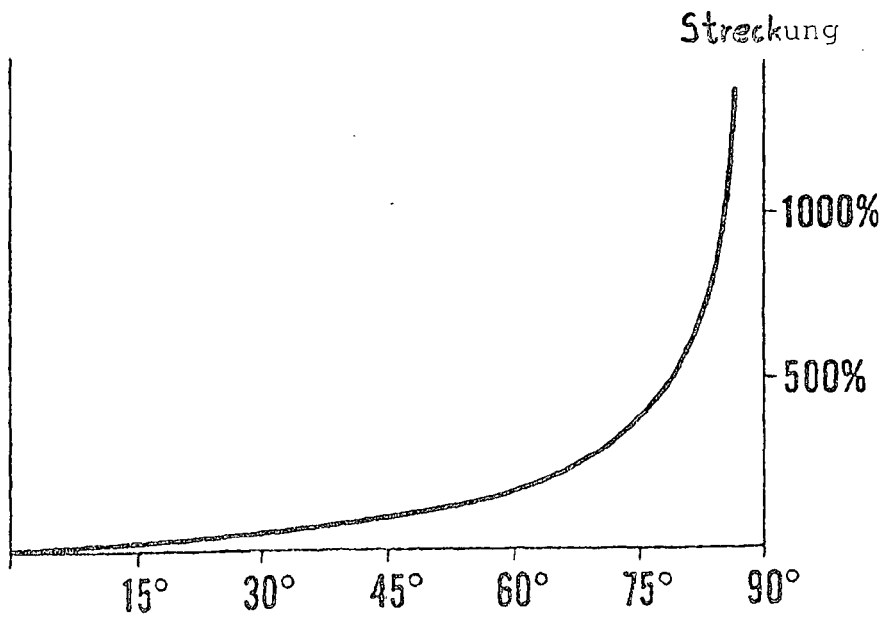


Fig.3