

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 891/2004**
(22) Anmeldetag: **21.05.2004**
(43) Veröffentlicht am: **15.07.2006**

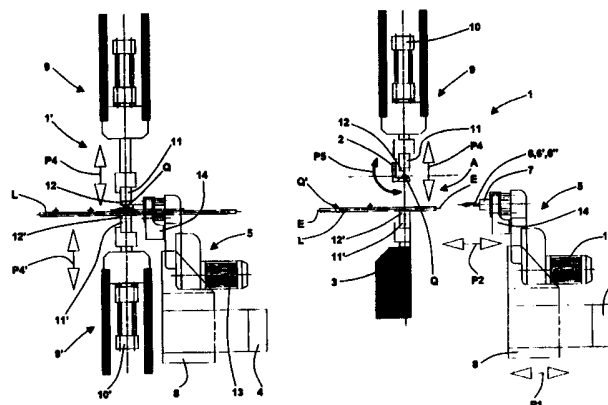
(51) Int. Cl.⁸: **B23K 20/12** (2006.01),
B23K 101/22 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

**EVG ENTWICKLUNGS- UND
VERWERTUNGS-GESELLSCHAFT M.B.H.**
A-8074 RAABA (AT)

(54) **VERFAHREN, VORRICHTUNG UND ANLAGE ZUM VERSCHWEISSEN VON ELEMENTEN
NACH DER REIBRÜHRSCHEISSMETHODE**

(57) Verfahren und Vorrichtung zum Verschweißen von zwei, einander unter einem vorbestimmten Winkel kreuzenden, länglichen Elementen (L,Q) nach der Reibrührschweißmethode, bei welchen die Elemente in einem vorbestimmten Abstand zueinander festgelegt werden und in den von den Elementen gebildeten Öffnungsspalt (A) in einem vorbestimmten Zuführwinkel (Z) zu den Elementen ein Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') eingeführt (P1, P10) wird, das eine Relativbewegung zu den Elementen (L, Q) mit hoher Frequenz ausführt, und wobei zumindest eines der Elemente (L, Q) mit vorbestimmtem Druck an das Reibschweißwerkzeug angepresst (P4, P4') und durch Reibung zumindest die dem Reibschweißwerkzeug benachbarten Bereiche der Elemente auf eine zum Verschweißen notwendige Schmelztemperatur erwärmt werden, wobei nach Erreichen dieser Schmelztemperatur das Reibschweißwerkzeug rasch aus dem Bereich der Elemente herausgezogen (P1, P10) wird, wobei der Anpressdruck kurzzeitig gesteuert reduziert und unmittelbar nach dem Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges in kürzest möglicher Zeit auf einen Maximalwert (M2, S) erhöht wird, und wobei abschließend zum Verschweißen der Elemente diese im Bereich der Kreuzungsstelle (K) mit vorbestimmtem Druck (M2) und mit vorbestimmter Dauer aneinander gepresst werden.



Zusammenfassung:

Verfahren und Vorrichtung zum Verschweißen von zwei, einander unter einem vorbestimmten Winkel kreuzenden, länglichen Elementen (L, Q) nach der Reibrührschweißmethode, bei welchen die Elemente in einem vorbestimmten Abstand zueinander festgelegt werden und in den von den Elementen gebildeten Öffnungsspalt (A) in einem vorbestimmten Zuführwinkel (Z) zu den Elementen ein Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') eingeführt (P1, P10) wird, das eine Relativbewegung zu den Elementen (L, Q) mit hoher Frequenz ausführt, und wobei zumindest eines der Elemente (L, Q) mit vorbestimmtem Druck an das Reibschweißwerkzeug angepresst (P4, P4') und durch Reibung zumindest die dem Reibschweißwerkzeug benachbarten Bereiche der Elemente auf eine zum Verschweißen notwendige Schmelztemperatur erwärmt werden, wobei nach Erreichen dieser Schmelztemperatur das Reibschweißwerkzeug rasch aus dem Bereich der Elemente herausgezogen (P1, P10) wird, wobei der Anpressdruck kurzzeitig gesteuert reduziert und unmittelbar nach dem Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges in kürzest möglicher Zeit auf einen Maximalwert (M2, S) erhöht wird, und wobei abschließend zum Verschweißen der Elemente diese im Bereich der Kreuzungsstelle (K) mit vorbestimmtem Druck (M2) und mit vorbestimmter Dauer aneinander gepresst werden.

(Fig. 1a, 1b)

PATENTANWÄLTE

015390

DIPL.-ING. WALTER HOLZER

DIPL.-ING. OTTO PFEIFER

DIPL.-ING. DR. TECHN. ELISABETH SCHÖBER

A-1010 WIEN, SCHOTTENRING 16, BÖRSEGEBÄUDE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verschweißen von zwei, einander unter einem vorbestimmten Winkel kreuzenden, länglichen Elementen nach der Reibrührschweißmethode, ein Verfahren zum Herstellen von Gitterprodukten aus einander senkrecht kreuzenden und in den Kreuzungspunkten miteinander verschweißten Scharen von Längs- und Querelementen nach der Reibrührschweißmethode, und eine Reibrührschweißvorrichtung sowie eine Reibrührschweißanlage zum Herstellen von derartigen Gitterprodukten.

Aus der AT-B-302 789 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von geschweißten Gittern nach der Reibschweißmethode bekannt. Hierbei werden die Längsdrähte im Bereich einer quer zu ihnen verlaufenden Schweißlinie in gegenseitigem Abstand gehalten und der anzuschweißende Querdraht längs dieser Schweißlinie ausgespannt und in Richtung der Schweißlinie in eine hin- und hergehende Bewegung mit hoher Frequenz und kleiner Amplitude versetzt, wobei an den Kreuzungspunkten des Querdrahtes mit den Längsdrähten Andrückkräfte zur Wirkung gebracht werden, so dass die Längsdrähte und der Querdraht an ihren Berührungspunkten durch Reibungswärme erhitzt werden. Nach Erreichen der Schweißtemperatur wird die Querbewegung des Querdrahtes gestoppt und die Anpresskräfte zwischen dem Querdraht und den Längsdrähten werden erhöht, wodurch der Querdraht mit den Längsdrähten verschweißt wird. Dieses Verfahren und diese Vorrichtung haben den Nachteil,

dass der Querdraht großen mechanischen Belastungen ausgesetzt wird, so dass das Verfahren insbesondere bei dünnen Drahtquerschnitten nicht einsetzbar ist. Ausserdem können mit diesem Verfahren und mit dieser Vorrichtung keine Gitterprodukte mit unterschiedlichen Längsdrahtdurchmessern hergestellt werden.

Aus der DE-A1 198 07 457 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reibschweißen von Eisenbahnschienen bekannt. Hierbei werden die zu verbindenden Schienenenden durch zwei Klemmeinrichtungen in einen gegenseitigen Abstand gebracht, in den ein Zwischenstück eingeführt wird. Zum Verschweißen der beiden Schienenenden wird das Zwischenstück linear oder orbital oszillierend zwischen den zu verbindenden Schienenenden bewegt, wobei die beiden Schienenenden zueinander gepresst werden, um die zum Schweißen notwendige Wärme durch Reibenergie auf den beiden Kontaktflächen zwischen je einem der Schienenenden und je einer Schnittfläche des Zwischenstückes aufzubringen. Da das Zwischenstück mit den Schienenenden verschweißt wird, besteht es aus dem gleichen Material wie die Schienen und weist auch die gleiche Querschnittsform auf. Dieses Verfahren und diese Vorrichtung haben den Nachteil, dass das Zwischenstück in seiner Form genau den zu verbindenden Elementen angepasst sein muss und für jede Verbindung erneuert werden muss.

Aufgabe der Erfindung ist es, die geschilderten Nachteile der bekannten Vorrichtungen zu vermeiden und ein Verfahren und eine Vorrichtung der einleitend angegebenen Art zu schaffen, die es ermöglicht, längliche Elemente durch Reibrührschweißen kraftschlüssig zu verbinden, sowie durch Reibrührschweißen ein

016390

Gitterprodukt aus einander kreuzenden und in den Kreuzungspunkten miteinander verschweißten Scharen von Längs- und Querelementen herzustellen.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat die Merkmale, dass die Elemente in einem vorbestimmten Abstand zueinander festgelegt werden und in den von den Elementen gebildeten Öffnungsspalt ein Reibschweißwerkzeug in einem vorbestimmten Zuführwinkel zu den Elementen eingeführt wird, dass das Reibschweißwerkzeug eine Relativbewegung zu den Elementen mit hoher Frequenz und vorzugsweise mit kleiner Amplitude ausführt und zumindest eines der Elemente mit vorbestimmtem Druck an das Reibschweißwerkzeug angepresst wird, wobei durch Reibung des Reibschweißwerkzeuges an den Elementen mit vorbestimmtem Anpressdruck und vorbestimmter Dauer zumindest die dem Reibschweißwerkzeug benachbarten Bereiche der Elemente auf eine zum Verschweißen der Elemente notwendige Schmelztemperatur erwärmt werden, dass nach Erreichen dieser Schmelztemperatur das Reibschweißwerkzeug rasch aus dem Bereich der Elemente herausgezogen wird, wobei der Anpressdruck zwischen dem Reibschweißwerkzeug und den zu verbindenden Elementen kurzzeitig gesteuert reduziert und unmittelbar nach dem Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges in kürzest möglicher Zeit auf einen Maximalwert erhöht wird, und dass abschließend zum Verschweißen der Elemente die Elemente im Bereich der Kreuzungsstelle mit vorbestimmtem Druck und mit vorbestimmter Dauer aneinander gepresst werden.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Verfahren zum Herstellen von Gitterprodukten aus einander senkrecht kreuzenden und in den Kreuzungspunkten miteinander verschweißten

Scharen von Längs- und Querelementen, wobei sich dieses Verfahren dadurch auszeichnet, dass in jeden von den Längs- und Querelementen gebildeten Öffnungsspalt je ein Reibschweißwerkzeug gleichzeitig eingeführt und aus dem jeweiligen Öffnungsspalt herausgezogen wird, dass zum Verschweißen der Längs- und Querelemente die Längselemente und/oder die Querelemente relativ gegeneinander bewegt werden, und dass nach Erstarrung der Kreuzungsstellen die Längselemente und die mit ihnen verschweißten Querelemente um eine wählbare Länge weitertransportiert werden.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Reibrührschweißvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, mit einer Reibschweißeinrichtung, die ein Reibschweißwerkzeug aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Bilden eines Öffnungsspalt zwischen den Elementen und zumindest eine Fixiereinrichtung zum Festlegen der zu verschweißenden Elemente vorgesehen ist, dass das Reibschweißwerkzeug eine längliche, vorzugsweise rotationssymmetrische Form hat und in der Reibschweißeinrichtung auswechselbar angeordnet ist, dass zumindest eine Vorschubeinrichtung zum Einführen und Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges in und aus dem Öffnungsspalt vorgesehen ist, dass die beim Reiben des Reibschweißwerkzeuges an den Elementen wirksame Wirkungsfläche an die Abmessungen der zu verschweißenden Elemente anpassbar ist, dass zumindest eine ansteuerbare Antriebseinrichtung für die Relativbewegung des Reibschweißwerkzeuges zu den Elementen vorgesehen ist, dass zum Anpressen zumindest eines Elementes gegen das Reibschweißwerkzeug zumindest eine Anpresseinrichtung vorgesehen ist, wo-

016390

bei jede Anpresseinrichtung je ein in zwei Richtungen bewegbares Druckelement aufweist, das zugleich als Schweißstempel dient, und dass zum Ansteuern der Einrichtungen eine Steuereinrichtung vorgesehen ist.

Schließlich ist Gegenstand der Erfindung eine nach der Reibrührschweißmethode arbeitende Schweißanlage zum Herstellen von Gitterprodukten aus einander senkrecht kreuzenden und in den Kreuzungspunkten miteinander verschweißten Scharen von Längs- und Querelementen, mit Einrichtungen zum Vorschieben der Längselemente entlang einer Zuführebene und zum Zuführen der Querelemente in den Bereich der Zuführebene, und mit Einrichtungen zum Bewegen der Längs- und/oder Querelemente relativ zueinander, dadurch gekennzeichnet, dass in der Schweißlinie der Reibrührschweißanlage eine Einrichtung zum Bilden der Öffnungsspalte zwischen den Längselementen und dem zu verschweißenden Querelement sowie zum Festlegen des Querelementes und eine Fixiereinrichtung zum Festlegen der Längselemente vorgesehen sind, dass je Kreuzungspunkt eine Reibschweißeinrichtung vorgesehen ist, wobei alle Reibschweißeinrichtungen auf einer Konsole angeordnet sind und je ein längliches, vorzugsweise rotationssymmetrisches Reibschweißwerkzeug aufweisen, dessen Abmessungen der Wirkungsfläche an die Abmessungen der zu verschweißenden Längs- und Querelemente anpassbar ist, dass zum gemeinsamen Einführen und Herausziehen der Reibschweißwerkzeuge aller Reibschweißeinrichtungen in die und aus den Öffnungsspalten entsprechend vorbestimmten Richtungen eine zentrale Vorschubeinrichtung und/oder einzeln ansteuerbare Vorschubeinrichtungen für die Reibschweißeinrichtungen vorge-

sehen sind, dass zum Erzeugen der Relativbewegung für jedes Reibschweißwerkzeug zumindest eine zentrale, ansteuerbare Antriebseinrichtung und/oder für jedes Reibschweißwerkzeug einzeln ansteuerbare Antriebseinrichtungen vorgesehen sind, dass zum Anpressen der Elemente an die Reibschweißwerkzeuge je Kreuzungspunkt zumindest eine auf das entsprechende Element wirkende Anpresseinrichtung mit Druckelementen vorgesehen ist, dass zum Weitertransport des Gitterproduktes in Richtung eine Auszugseinrichtung vorgesehen ist und dass zum Ansteuern aller Einrichtungen eine Steuereinrichtung vorgesehen ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend an Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1a eine schematische Seitensicht eines Reibrührschweißkopfes zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verschweißen zweier länglicher Elemente in der Ausgangsstellung; Fig. 1b eine schematische Seitenansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Reibrührschweißkopfes in Arbeitsstellung; Fig. 2 einen schematischen Grundriss des Reibrührschweißkopfes nach Fig. 1a; die Fig. 3a, 3b, 3c Ausführungsbeispiele für Reibschweißwerkzeuge; Fig. 4 ein Arbeitsdiagramm, das schematisch den anfänglichen Anpressdruck zwischen dem Reibschweißwerkzeug der Reibschweißeinrichtung und den zu verbindenden Elementen sowie den anschließenden Schweißdruck zwischen den beiden zu verschweißenden Elementen jeweils in Abhängigkeit von der Zeit darstellt; und Fig. 5 eine schematische Draufsicht einer Gitter-Reibrührschweißanlage zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens

016390

und unter Verwendung der Reibrührschweißköpfe gemäß den Fig. 1a, 1b, 2, 3a, 3b, und 3c.

Der in den Fig. 1a, 2, 3a, 3b und 3c schematisch dargestellte Reibrührschweißkopf 1 dient zum Verschweißen von zwei länglichen Elementen L und Q, die unter einem wählbaren Winkel angeordnet und in einem Kreuzungspunkt K miteinander verschweißt werden. Die Elemente L, Q können im Rahmen der Erfindung beliebige Querschnitte aufweisen. Die Elemente L, Q können beispielsweise runde Querschnitte mit glatter oder gerippter Oberfläche aufweisen, wobei die Durchmesser unterschiedlich sein können. Im Rahmen der Erfindung können die Elemente L, Q auch unterschiedliche Querschnittsformen aufweisen, beispielsweise kann das Element L ein flaches Band sein, während das Element Q eine runde oder mehreckige Querschnittsform besitzt. Die zu verbindenden Elemente L, Q können im Rahmen der Erfindung aus gleichen oder unterschiedlichen Werkstoffen bestehen.

Die länglichen Elemente L, Q werden von nicht dargestellten Einrichtungen in die in Fig. 1a dargestellte Position zugeführt und dort in einem gegenseitigen Abstand A, dem sog. Öffnungsspalt, und unter einem wählbaren Winkel positioniert. Die Elemente Q und L werden relativ zueinander mit Hilfe einer Fixiereinrichtung 2 bzw. mit Hilfe eines Schweißambosses 3 festgelegt. Mit Hilfe einer Vorschubeinrichtung 4 wird ausgehend von der in Fig. 1a dargestellten Ausgangsposition 1 eine Reibschweißeinrichtung 5 in der entsprechenden Richtung des Doppelpfeiles P1 so weit vorgeschoben, bis ein Reibschweißwerkzeug 6 der Reibschweißeinrichtung 5 mit seiner Wirkungs-

fläche in den Öffnungsspalt A ragt. Das Reibschweißwerkzeug 6 ist in einer Halterung 7 auswechselbar befestigt. Hierbei ist der Zuführwinkel Z zwischen der Vorschubrichtung P1 und den Elementen L, Q wählbar. Bei gleichen Abmessungen der Elemente L, Q hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Vorschubrichtung P1 der Reibschweißeinrichtung 5 derart zu wählen, dass der Zuführwinkel Z zu den sich kreuzenden Elementen L, Q halb so groß ist wie der Winkel zwischen den Elementen L, Q, d.h. der Winkel zwischen den beiden Elementen L, Q wird durch die Vorschubrichtung P1 halbiert. Die Reibschweißeinrichtung 5 ist auf einer Konsole 8 entsprechend den Richtungen des Doppelpfeiles P1 verschiebbar angeordnet.

Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, das Reibschweißwerkzeug 6 je nach Anwendungsfall unterschiedlich auszugestalten. Das Reibschweißwerkzeug 6 hat vorzugsweise eine rotationssymmetrische Querschnittsfläche und ist, wie in Fig. 3a dargestellt, beispielsweise zylinderförmig ausgeformt, wobei die Längsachse des Reibschweißwerkzeuges 6 mit der Vorschubrichtung P1 coaxial ist. Das Reibschweißwerkzeug 6' kann, wie in Fig. 3b dargestellt, an seinem Ende möglichst lang, vorzugsweise nach innen gewölbt ausgeformt sein. Diese Ausführungsform wird dann gewählt, wenn das Reibschweißwerkzeug 6', wie später beschrieben, beim Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges 6' möglichst lang in Kontakt mit den Elementen L, Q bleiben soll. Das Reibschweißwerkzeug 6'' kann, wie in Fig. 3c dargestellt, an seinem Ende eine abgerundete, vorzugsweise parabolische Form aufweisen. Das Reibschweißwerkzeug kann im Rahmen der Erfindung auch ein Kegelform mit abgerundeter Spit-

ze aufweisen. Bei allen Ausführungsformen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' ist es wesentlich, dass beim später beschriebenen Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' weder Material der zu verschweißenden Elemente L, Q mitgerissen wird, wodurch der Querschnitt der am Kreuzungspunkt K entstandenen Schweißstelle geschwächt werden würde, noch die Zeit zum Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' zu lange dauert, wodurch die Elemente L, Q zu stark abkühlen würden, so dass eine sichere Schweißverbindung nicht mehr möglich wird.

Die Abmessungen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' sind an die Abmessungen der zu verschweißenden Elemente L, Q und an die Abmessungen der am Kreuzungspunkt K entstandenen Schweißstelle der verschweißten Elemente L, Q angepasst. Hierbei sind insbesondere die senkrecht zur Zuführrichtung P1 und parallel zu der von den verschweißten Elementen L, Q gebildeten Elementebene E-E verlaufenden Abmessungen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtung 5 an die Abmessungen der zu verschweißenden Elemente L, Q angepasst, wobei die Abmessungen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' vorzugsweise geringfügig größer als die maximale, senkrecht zur Zuführrichtung P1 und parallel zur Elementebene E-E verlaufenden Abmessung der am Kreuzungspunkt K entstandenen Schweißstelle der verschweißten Elemente L, Q sind. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, bei linearen, oszillierenden Bewegungen P2, P3 (Fig. 2) des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtung 5 die parallel zur Elementebene E-E verlaufenden Wirkungsflächen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' flächig auszubilden, wobei die senkrecht zur Zuführrichtung P1 verlau-

fenden Breiten der Wirkungsflächen an die Abmessungen der zu verbindenden Elemente L, Q anpassbar sind, und diese Breiten des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' vorzugsweise geringfügig größer als die maximale, senkrecht zur Zuführrichtung P1 und parallel zur Elementebene E-E verlaufenden Abmessung der am Kreuzungspunkt K entstandenen Schweißstelle der verschweißten Elemente L, Q sind. Die Oberfläche O des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtung 5 kann im Rahmen der Erfindung beliebig ausgeformt sein. Das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' kann beispielsweise eine aufgeraute Oberfläche aufweisen. Des Weiteren kann das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtung 5 mit mehreren, am Umfang verteilten Längsrillen versehen sein. Das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtung 5 kann im Rahmen der Erfindung auch mehrere quer zu seiner Längsachse verlaufende Rillen aufweisen. Des Weiteren kann das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' im Rahmen der Erfindung schraubenförmige Rillen aufweisen, wobei der Drehsinn der Rillen gegen den Drehrichtung des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' gerichtet ist.

Das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' kann im Rahmen der Erfindung aus verschiedenen Werkstoffen bestehen. Bei der Auswahl des Werkstoffes ist jedoch darauf zu achten, dass der Abrieb beim Reiben des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' an der Oberfläche der zu verbindenden Elemente L, Q so gering wie möglich gehalten wird und der Werkstoff hitzebeständig ist. Als Werkstoff können verschleißfeste, beschichtete Stahlqualitäten oder Keramikmaterial zum Einsatz kommen. Des Weiteren ist es im Rahmen der Erfindung möglich, auch nur die Wirkungs-

flächen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' zu härten und/oder zu beschichten oder mit verschleißfesten, auswechselbaren Einsätzen zu versehen.

Nach dem Einführen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' in den Öffnungsspalt A wird eine Anpresseeinrichtung 9, die ein von einem ansteuerbaren Arbeitszylinder 10 heb- und senkbares Druckelement 11 aufweist, in der entsprechenden Richtung des Doppelpfeiles P4 an das Element Q angelegt. Das Druckelement 11 ist beispielsweise als auswechselbarer Druckstempel ausgebildet, der an seiner dem Element Q zugewandten Ende einen vorzugsweise auswechselbaren Druckeinsatz 12 aus druckfestem, schlecht wärmeleitendem Material aufweist, um beim Erwärmen des Elementes Q durch die Reibung des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' an dem Element Q einen zu großen Wärmeabfluss von dem Element Q zu vermeiden. Der Druckeinsatz 12 weist eine entsprechend geformte Führungsnut auf, die ein seitliches Ausweichen des Elementes Q verhindert. Der Schweißamboss 3 weist ein Druckelement 11' auf, das an seiner dem Element Q zugewandten Ende einen vorzugsweise auswechselbaren Druckeinsatz 12' aus druckfestem, schlecht wärmeleitendem Material aufweist, um beim Erwärmen des Elementes L durch die Reibung des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' an dem Element L einen zu großen Wärmeabfluss von dem Element L zu vermeiden. Der Druckeinsatz 12' weist eine entsprechend geformte Führungsnut auf, die ein seitliches Ausweichen des Elementes L verhindert.

Durch eine weitere Bewegung des Druckelementes 11 der Anpresseeinrichtung 9 in der entsprechenden Richtung des Doppelpfeiles P4 wird das Element Q an das Reibschweißwerkzeug 6,

6', 6'' angespresst, wobei in Folge das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' sich an das Element L anpresst. Diese Arbeitsstellung 1' der Reibschweißeinrichtung 5 ist in Fig. 1b dargestellt. Während dieser Bewegung des Druckelementes 11 wird die Fixiereinrichtung 2 in der entsprechenden Richtung des Doppelpfeiles P5 ansteuerbar über eine eigene Antriebseinrichtung weggeschwenkt oder wird vom Druckelement 11 der Anpresseeinrichtung 9 weggedrückt. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, die Fixiereinrichtung 2 wegzulassen und das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' auf dem unteren Element L in die Reibposition zu bringen und anschließend das obere Element Q auf dem Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' durch die Anpresseeinrichtung 9 zu positionieren.

Unmittelbar vor dem Anpressen der Elemente L, Q an das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' beginnt das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' eine Relativbewegung zu den Elementen L, Q, die sog. Reibbewegung. Die Reibbewegung wird durch zwei Antriebseinrichtungen 13 und 14 erzeugt und kann im Rahmen der Erfindung bereits während der Einführbewegung des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' in den Öffnungsspalt A begonnen werden. Das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtung 5 kann im Rahmen der Erfindung unterschiedliche Reibbewegungen zu den Elementen L, Q ausführen, wobei die Auswahl der Reibbewegungen von den Abmessungen und den Materialeigenschaften der zu verbindenden Elemente L, Q abhängt. Jede Reibbewegung weist vorzugsweise eine hohe Frequenz und eine kleine Amplitude auf. Im Rahmen der Erfindung kann das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtung 5 eine schnell rotierende Bewe-

gung P6 um seine Längsachse ausführen, die durch die Antriebseinrichtung 13 erfolgt. Des Weiteren kann das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' im Rahmen der Erfindung eine oszillierende Drehbewegung P7 um seine Längsachse ausführen, die durch eine entsprechende Ansteuerung der Antriebseinrichtung 13 erfolgt. Ausser diesen Rotationsbewegungen P6, P7 kann das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' im Rahmen der Erfindung auch oszillierende Linearbewegungen ausführen. Dies kann entweder eine oszillierende Bewegung P2 in der Zuführrichtung P1 oder eine oszillierende Bewegung P3 quer zur Zuführrichtung P1 sein, wobei diese Linearbewegungen P2, P3 durch eine entsprechende Ansteuerung der Antriebseinrichtung 14 erfolgen. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, dass die Reibschweißeinrichtung 5 oder nur das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' eine beliebig wählbare Kombination der verschiedenen Bewegungsarten P2, P3, P6 und P7 ausführen.

Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, eine weitere Anpresseeinrichtung 9' vorzusehen, die gleichzeitig mit der ersten Anpresseeinrichtung 9 ansteuerbar ist und das andere Element L mit dem gleichen Anpressdruck, wie er von der Anpresseeinrichtung 8 ausgeübt wird, an das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtung 5 anpresst. Diese Ausführungsform ist vor allem bei unterschiedlichen Abmessungen der zu verschweißenden Elemente L, Q von Vorteil. Das Druckelement 11' ist dann ebenfalls als auswechselbarer Druckstempel ausgebildet, der von einem ansteuerbaren Arbeitszylinder 10' in der entsprechenden Richtung des Doppelpfeiles P4' heb- und senkbar ist.

Der Anpressdruck zwischen dem Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' und den Elementen L, Q ist wählbar und wird in diesem Ausführungsbeispiel stetig bis auf einen vorwählbaren Maximalwert M1 gesteigert. Nach Erreichen des maximalen Anpressdruckes während der Reibbewegung, in Fig. 4 gekennzeichnet durch T1, wird dieser eine wählbare Zeit auf diesem Maximalwert M1 gehalten, bis durch die Reibung des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' an den Elementen L, Q die notwendige Schmelzwärme erzeugt wurde und zumindest die dem Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' benachbarten Bereiche der Elemente L, Q auf die zum Verschweißen der Elemente L, Q notwendige Schmelztemperatur erwärmt sind. Im Rahmen der Erfindung kann der zum Erhitzen der dem Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' zugewandten Bereiche der Elemente L, Q erforderliche Anpressdruck zwischen dem Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' und den Elementen L, Q auch durch Anlegen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' an die zu verschweißenden Elemente L, Q erzeugt werden. Dies wird beispielsweise durch eine kegelförmige Ausbildung des Reibschweißwerkzeuges und entsprechende Ansteuerung der Vorschubeinrichtung 4 erreicht. Diese Ausführungsform ist vorzugsweise nur bei Elementen mit kleinen Abmessungen sinnvoll einsetzbar.

Nach dem Erreichen der zum Schweißen notwendigen Schmelztemperatur in den Elementen L, Q wird durch eine Bewegung der Anpresseinrichtung 9 und gegebenenfalls der zusätzlichen Anpresseinrichtung 9' in der entgegengesetzten Richtung des Doppelpfeiles P4 und gegebenenfalls P4' der Anpressdruck kurzzeitig auf einen Wert erniedrigt, der es ermöglicht, das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' in der entsprechenden Richtung des

Doppelpfeiles P1 aus dem Öffnungsspalt A herauszuziehen. Je nach Anwendungsfall, kann es erforderlich sein, den Anpressdruck kurzzeitig bis auf einen Wert von Null zu reduzieren. Zum Messen der Temperatur kann eine geeignete Temperaturmesseinrichtung vorgesehen sein. Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, aufgrund von Erfahrungswerten eine entsprechende vorprogrammierte Ansteuerung der Anpresseinrichtungen 9, 9' auszuwählen und auszuführen. Während der Entlastung des Anpressdruckes zwischen dem Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' und den Elementen L, Q wird die Reibbewegung bezüglich Geschwindigkeit und Amplitude gesteuert auf Null heruntergefahren, wobei die Absenkung der Reibgeschwindigkeit und/oder die Verminderung der Amplitude von den Materialeigenschaften und den Abmessungen der zu verschweißenden Elementen L, Q abhängig ist. Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, die Reibbewegung auch während des Herausziehens des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' mit voller Geschwindigkeit und voller Amplitude fortzuführen. Diese Vorgangsweise ist dann anzuwenden, wenn durch gute Wärmeleitfähigkeit der zu verschweißenden Elemente L, Q beim Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' die Schmelzwärme zu schnell verloren geht. In diesem Ausführungsbeispiel ist es vorteilhaft, die Spitze des Reibschweißwerkzeuges 6' wie in Fig. 3b dargestellt auszuführen.

Zum Verschweißen der Elemente L und Q nach der Reibrührschweißmethode sind im Rahmen der Erfindung folgende Arbeitsweisen möglich:

Das Druckelement 11 der Anpresseinrichtung 9 des Elementes Q wird als entsprechend den Richtungen des Doppelpfeiles P4

bewegliche Schweißstempel verwendet und wirkt mit dem Druckelement 11' des Schweißambosses 3 des Elementes L zusammen. Bei der zweiten möglichen Arbeitsweise wird das Druckelement 11' der Anpresseinrichtung 9' des Elementes L als entsprechend den Richtungen des Doppelpfeiles P4' bewegliche Schweißstempel verwendet, während nunmehr das Druckelement 11 der Anpresseinrichtung 9 des Elementes Q festgelegt wird und als feststehender Schweißamboss wirkt. Bei der dritten möglichen Arbeitsweise wirken die Druckelemente 11, 11' der beiden Anpresseinrichtungen 9, 9' als entsprechend den Richtungen der Doppelpfeile P4, P4' gegeneinander bewegliche Schweißstempel. Bei allen Arbeitsweisen wird, sobald das Reibschweißwerkzeug 6, 6', 6'' den Öffnungsspalt A verlassen hat, der Anpressdruck zwischen den zu verschweißenden Elementen L, Q, wie in Fig. 4 durch den Punkt T2 gekennzeichnet, in möglichst kurzer Zeit, d.h. schlagartig auf einen vorwählbaren Maximaldruck M2 erhöht und bis zum wählbaren Schweißende, gekennzeichnet durch den Punkt T4 in Fig. 4, auf diesem Maximalwert M2 gehalten. Durch dieses schnelle Erreichen des maximalen Schweißdruckes M2 wird ein Verlust an Schmelzwärme minimiert und die Schweißstelle rasch verschweißt. Während des Haltens des maximalen Schweißdruckes kann es im Rahmen der Erfindung von Vorteil sein, den Schweißdruck mit einer wählbaren, vorzugsweise kleinen Amplitude S um den Maximalwert M2 schwanken zu lassen. Nach Beendigung des Schweißvorganges wird durch eine Bewegung der Anpresseinrichtung 9 und falls vorhanden der Anpresseinrichtung 9' in den entsprechend entgegengesetzten Richtungen der Doppelpfeile P4, P4' der Anpressdruck auf Null erniedrigt, so dass das ver-

schweißte Produkt, gegebenenfalls nach einer zusätzlichen Abkühlphase, dem Reibrührschweißkopf 1 entnommen werden kann.

Die in Fig. 5 schematisch dargestellte Gitter-Reibrührschweißanlage 15 dient zum Verschweißen von Gitterprodukten G, die aus mehreren, mit wählbarem Abstand zueinander angeordneten, parallelen Längselementen L und aus mehreren, diese unter einem wählbaren, vorzugsweise rechten Winkel kreuzenden, ebenfalls mit wählbarem Abstand angeordneten, parallelen Querelementen Q bestehen, wobei die Längs- und Querelemente L; Q an ihren Kreuzungspunkten K verschweißt sind. Die Längs- und Querelemente können im Rahmen der Erfindung beliebige Querschnitte aufweisen. Die Längs- und Querelemente können beispielsweise runde Querschnitte mit glatter oder gerippter Oberfläche aufweisen, wie sie beispielsweise als Drähte von Betonbewehrungsmatten eingesetzt werden. Im Rahmen der Erfindung können innerhalb eines Gitterproduktes jedoch die Längs- und Querelemente unterschiedliche Querschnittsformen aufweisen, wie es beispielsweise bei Gitterrosten der Fall ist, bei denen die Längselemente aus flachen Bändern bestehen, während die Querelemente vorzugsweise runde oder mehreckige Querschnittsformen besitzen.

Die Gitter-Reibrührschweißanlage 15 weist je Längselement L eine Schweißeinheit auf, die entsprechend dem Reibrührschweißkopf 1, 1' aufgebaut ist und nach der gleichen Reibrührschweißmethode die Längselemente L mit den Querelementen Q verschweißt. Für den Aufbau und die Arbeitsweise der Gitter-Reibrührschweißanlage 15 werden im Wesentlichen daher auch die in den Fig. 1a, 1b, 2, 3a, 3b, 3c und 4 beschriebenen Einrich-

tungen verwendet. Die Gitter-Reibrührschweißanlage 15 besteht im Wesentlichen aus einer nicht dargestellten Zuführeinrichtung für die Längselemente L, aus einer sich über die gesamte Arbeitsbreite der Gitter-Reibrührschweißanlage 15 erstreckenden Fixiereinrichtung 16 für die Längselemente L, aus einer Positionier- und Fixiereinrichtung 17 für die Querelemente Q, aus einer Gitterreibschweißeinrichtung 18 mit einer Konsole 19 für mehrere Reibschweißeinrichtungen 5, aus einer Vorschubeinrichtung 20 für die Konsole 19, aus mehreren Anpresseeinrichtungen 9 für das Querelement Q, sowie aus einer Auszugseinrichtung 21 für das Gitterprodukt G.

Mit Hilfe einer nicht dargestellten Zuführeinrichtung werden die Längselemente L mit gegenseitigem Abstand, der sog. Längselementteilung parallel in einer horizontalen Ebene E-E in Zuführrichtung P8 der Fixiereinrichtung 16 zugeführt, die in der quer zur Zuführrichtung P8 verlaufenden Schweißlinie W-W der Gitter-Reibrührschweißanlage 15 angeordnet ist. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, sowohl bereits abgelängte Längselemente L als auch Längselemente L von einem endlosen Materialvorrat zuzuführen. Die Fixiereinrichtung 16 weist eine Halterung 22 auf, die in einem zwei Maschinenständer 23, 23' verbindenden Querträger 24 angeordnet ist. In der Halterung 22 ist eine sich über die gesamte Arbeitsbreite der Gitter-Reibrührschweißanlage 15 erstreckende Druckleiste 25 befestigt, die beim Verschweißen eines Querelementes Q mit den Längselementen L als Schweißamboss dient, in dem sich die Längselemente L beim Anpressen abstützen und die vorzugsweise aus druckfestem, schlecht wärmeleitendem Material besteht, um

beim Erwärmen der Längselemente L durch die Reibung des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' an den Längselementen L einen zu großen Wärmeabfluss von den Längselementen L zu vermeiden. Die Druckleiste 25 weist je Längselement L eine entsprechend geformte Führungsnut auf, die ein seitliches Ausweichen der Längselemente L während der Reibbewegungen P2, P3, P6, P7 und während des Verschweißens mit dem Querelement Q verhindert. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, anstelle der durchgehenden Druckleiste 25 je Längselement L ein Druckelement 11 mit einem Druckeinsatz 12' vorzusehen. Zur Anpassung an unterschiedliche Abstände der Längselemente L sind die Druckelemente 11' entsprechend den Richtungen des Doppelpfeiles P9 entlang der Schweißlinie W-W verschiebbar in der Halterung 22 angeordnet.

Mit Hilfe einer nicht dargestellten Zuführeinrichtung wird ein Querelement Q in den Bereich der Schweißlinie W-W gefördert und dort mit Hilfe der Positionier- und Fixiereinrichtung 17 mit einem wählbaren Abstand A quer zu den Längselementen L und parallel zur Schweißlinie W-W angeordnet und festgelegt. Die Positionier- und Fixiereinrichtung 17 weist zum Festlegen des Querelementes Q mehrere, gleichmäßig entlang der Schweißlinie W-W verteilte, wegschwenkbare Halteelemente 2 auf, die möglichst nahe an den zugehörigen Anpresseinrichtungen 9 angeordnet sind.

Die Gitterreibschweißeinrichtung 18 weist mindestens je Längselement L eine Reibschweißeinrichtung 5 auf. Die Konsole 19 der Gitterreibschweißeinrichtung 18 wird mit Hilfe der zentralen Vorschubeinrichtung 20 entsprechend den Richtungen des

Doppelpfeiles P10 vorgeschoben, bis die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtungen 5 in den Öffnungsspalten A positioniert sind. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, für jede Reibschweißeinrichtung 5 eine eigene, einzeln ansteuerbare Vorschubeinrichtung 4 vorzusehen, um jede Reibschweißeinrichtung 5 individuell entsprechend den Richtungen des Doppelpfeiles P1 vorschieben zu können, wie es für den Reibrührschweißkopf 1, 1' in den Fig. 1a, 1b, 2, 3a, 3b, 3c beschrieben ist. Bei kleinen Längselementteilungen ist der Raum für das Einführen der Reibschweißeinrichtungen 5 sehr beengt, so dass der Zuführwinkel Z im Wesentlichen von der Längselementteilung abhängt, wobei je kleiner die Längselementteilung ist, desto kleiner muss auch der Zuführwinkel Z gewählt werden.

Für jedes Längselement L ist eine Anpresseeinrichtung 9 für das Querelement Q vorgesehen, wobei die Anpresseeinrichtungen 9 entsprechend den Richtungen des Doppelpfeiles P9 entlang der Schweißlinie W-W genau in die Position der Längselemente L positionierbar sind. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, die Druckelemente 11 der Anpresseeinrichtungen 9 als Anpressrolle auszubilden, deren Achse vorzugsweise senkrecht zur Vorschubrichtung P1, P10 der jeweiligen Reibschweißeinrichtung 5 verläuft. Die Anpressrolle ist mit einer Nut versehen, die an die Abmessungen des Querelementes Q angepasst ist, und beispielsweise hyperbolisch geformt ist.

Durch Betätigung der Arbeitszylinder 10 werden die Druckelemente 11 aller Anpresseeinrichtungen 9 in der entsprechenden Richtung des Doppelpfeiles P4 an das Querelement Q angelegt.

Im Rahmen der Erfindung ist es möglich alle Anpresseeinrichtungen 9 gemeinsam oder einzeln anzusteuern. Anschließend werden die Halteelemente 2 in der entsprechenden Richtung des Doppelpfeiles P5 weggeschwenkt und in weiterer Folge wird durch die Weiterbewegung der Druckelemente 11 in gleicher Richtung des Doppelpfeiles P4 das Querelement Q an die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' und anschließend die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' an die Längselemente L angepresst. Durch eine Weiterbewegung der Druckelemente 11 in der gleichen Richtung des Doppelpfeiles P4 wird der zur Reibung notwendige Anpressdruck aufgebaut. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, auch für jedes Längselement L eine ansteuerbare Anpresseeinrichtung 9' vorzusehen, die je Längselement L ein vorzugsweise ansteuerbares Druckelement 11' aufweist, wobei die Druckelemente 11' in den Richtungen des Doppelpfeiles P4' mit Hilfe je eines Druckzylinders 10' bewegbar sind. Die Ansteuerung der Druckzylinder 10' erfolgt gemeinsam oder einzeln. Eine getrennte Ansteuerung der Druckzylinder 10' ist immer dann sinnvoll, wenn die Abmessungen der Längs- und Querelemente L, Q sehr unterschiedlich sind. Die Anpresseeinrichtungen 9' sind zur Anpassung an unterschiedliche Längselementabstände entsprechend den Richtungen des Doppelpfeiles P9 entlang der Schweißlinie W-W verschiebbar. Die Druckeinsätze 12, 12' sowie gegebenenfalls die gesamte Druckleiste 25 oder zumindest die dem Querelement Q bzw. den Längselementen L zugewandte Oberflächen der Druckeinsätze 12, 12' sowie gegebenenfalls der Druckleiste 25 bestehen vorzugsweise aus druckfestem, schlecht wärmeleitendem Material, um nach Beendigung des Erhitzens der Längs- und Querelemente

L, Q durch die Reibung des Reibschweißwerkzeuges 6, 6', 6'' an den Längs- und Querelementen L, Q einen zu großen Wärmeabfluss von den Längs- und Querelementen L, Q zu vermeiden.

Im folgenden Arbeitsschritt werden mit Hilfe der Antriebseinrichtungen 13, 14 die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtungen 5 in eine entsprechende Relativbewegung, der sog. Reibbewegung, zu den Längselementen L und dem Querelement Q versetzt. Hierbei ist diese Reibbewegung von gleicher Art wie die oben beschriebenen Reibbewegungen beim Verschweißen einzelner Elemente L, Q. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, alle Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtungen 5 der Gitter-Reibrührereinrichtung 18 über eine zentrale, auf der Konsole 19 angeordnete Antriebseinrichtung 26 für die Rotations-Reibbewegungen P6, P7 und eine weitere, zentrale, auf der Konsole 19 angeordnete Antriebseinrichtung 27 für die Linear-Reibbewegungen P2, P3 anzutreiben. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, alle Antriebseinrichtungen 13, 14 der Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtungen 5 gemeinsam oder auch einzeln anzusteuern, wobei die gemeinsame Ansteuerung auf die Antriebseinrichtungen 13, 14 und/oder auf die oben genannten zentralen Antriebseinrichtungen 26, 27 wirkt. Eine Einzelansteuerung ist bei unterschiedlichen Abmessungen der Längselemente L von Vorteil. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, dass, wie bei dem Reibrührschweißkopf 1, 1', die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' aller Reibschweißeinrichtungen 5 eine Kombination von verschiedenen Reibbewegungen ausführen.

Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, zuerst die Längselemente L und das Querelement Q mit einem nur kleinen Anpressdruck an die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' anzulegen, und anschließend die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' in die Reibbewegungen zu versetzen. Hierbei kann zur Unterstützung der Reibwirkung durch die Anpresseinrichtungen 9 und/oder 9' ein zusätzlicher Anpressdruck erzeugt werden. Diese Vorgangsweise ist vor allem bei kegelförmig geformten Reibschweißwerkzeugen 6, 6', 6'' von Vorteil, da durch die Kegelform und durch einen gesteuerten Vorschub der Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' in der Zuführrichtung P1 der Anpressdruck zwischen den Reibschweißwerkzeugen 6, 6', 6'' und den Längs- und Querelementen L, Q fein dosiert werden kann.

Die weitere Vorgangsweise zum Aufbringen des Anpressdruckes, zum Herausziehen der Reibschweißeinrichtungen 5, sowie zum Verschweißen des Querelementes Q mit den Längselementen L entspricht der oben geschilderten Vorgangsweise beim Verschweißen der länglichen Elemente L und Q mit Hilfe des Reibrührschweißkopfes 1, 1'. Hierbei wird zum Verschweißen vorzugsweise die erste Arbeitsweise eingesetzt, bei der die Druckelemente 11 der Anpresseinrichtungen 9 für das Querelement Q als entsprechend den Richtungen des Doppelpfeiles P4 bewegliche Schweißstempel verwendet werden und mit der feststehenden Druckleiste 25 oder den Druckelementen 11' des Schweißambosses 16 der Längselemente L zusammenwirken.

Um optimale Schweißergebnisse zu erzielen, ist eine nicht dargestellte Temperaturmesseinrichtung vorgesehen, die zumindest an einem Kreuzungspunkt K die Temperatur des Querelemen-

tes Q und/oder des Längselementes L misst und zur Ansteuerung der zentralen Vorschubeinrichtung 20 für die Konsole 19 der Reibschweißeinrichtungen 5, der einzelnen Vorschubeinrichtungen 4 der Reibschweißeinrichtungen 5, der Anpresseinrichtungen 9 für das Querelement Q, der Anpresseinrichtungen 9' für die Längselemente L, der Antriebseinrichtungen 13, 14 für die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtungen 5, sowie gegebenenfalls der zentralen Antriebseinrichtungen 26, 27 für die Reibbewegungen verwendet wird. Die Temperaturmesseinrichtung arbeitet vorzugsweise berührungslos, beispielsweise nach der Infrarotmessmethode.

Nach Beendigung des Schweißvorganges und gegebenenfalls nach einer Abkühlphase werden die Längselemente L mit dem verschweißten Querelement Q' mit Hilfe der Auszugseinrichtung 21 um eine wählbare Länge, die dem Abstand der Querelemente Q' im herzustellenden Gitterprodukt G, der sog. Querelementteilung entspricht, in der Pfeilrichtung P7' weitertransportiert, um ein neues Querelement Q zuführen und an die Längselemente L anschweißen zu können. Die Auszugseinrichtung 21 weist einen auf zwei Fahrbahnen 28, 28' in der und gegen die Richtung P7' verfahrbaren Wagen 29, der mit mehreren an den Querelementen Q' angreifenden Auszugshaken 30 versehen ist.

Das Anschweißen der Querelemente Q wiederholt sich so lange, bis das Gitterprodukt G fertig geschweißt ist. Bei der Verwendung von endlos zugeführten Längselementen L müssen in einem abschließenden Arbeitsschritt die Längselemente L des fertig geschweißten Gitterproduktes G von den endlosen Materialsträngen abgetrennt werden.

Zum Ansteuern der Positionier- und Fixiereinrichtung 17 für die Querelemente Q, gegebenenfalls der Druckeinsätze 12' für die Längselemente L, der zentralen Vorschubeinrichtung 20 für die Konsole 19, gegebenenfalls der zentralen Antriebseinrichtungen 26, 27 für die Reibbewegungen, der Arbeitszylinder 10, 10' der Druckelemente 11, 11' der Anpresseinrichtung 9 für die Querelemente Q, der Anpresseinrichtung 9' für die Längselemente L, der einzelnen Vorschubeinrichtungen 4 der Reibschweißeinrichtungen 5, der Antriebseinrichtungen 13, 14 für die Reibschweißwerkzeuge 6, 6', 6'' der Reibschweißeinrichtungen 5, sowie der Auszugseinrichtung 21 für das fertig geschweißte Gitterprodukt G ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, die durch das Schweißprogramm programmiert die Bewegungsabläufe der oben genannten Einrichtungen auf einander abstimmt.

Es versteht sich, dass das beschriebene Reibrührschweißverfahren und die dargestellten Ausführungsbeispiele im Rahmen des allgemeinen Erfindungsgedankens verschiedentlich ausgestaltet werden können. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, das Reibschweißwerkzeug nicht als wiederverwendbares Arbeitsmittel einzusetzen, sondern als verlorenes Schweißelement im Kreuzungspunkt K zwischen den verschweißten Elementen L, Q' einzuschweißen. In diesem Anwendungsbeispiel besteht das Reibschweißwerkzeug aus dem gleichen Werkstoff wie die zu verschweißenden Elemente L, Q und weist die gleichen Materialeigenschaften und Abmessungen wie diese auf. Durch die Reibbewegungen des Reibschweißwerkzeuges relativ zu den Elementen L, Q werden sowohl die dem Reibschweißwerkzeug zugewandten Schich-

ten der Elemente L, Q als auch die den Elementen L, Q zugewandten Schichten des Reibschweißwerkzeuges auf Schmelztemperatur erwärmt. Nach dem Erreichen der Schmelztemperatur, im Punkt T2 im Arbeitsdiagramm der Fig. 4, wird der Anpressdruck zwischen dem Reibschweißwerkzeug und den zu verschweißenden Elementen L, Q nicht erniedrigt, sondern bleibt zumindest gleich groß. Das Reibschweißwerkzeug wird bei diesem Verfahren vom Materialstrang des Reibschweißwerkzeuges abgetrennt und verbleibt im Kreuzungspunkt K. Das Abtrennen des Reibschweißwerkzeuges kann im Rahmen der Erfindung durch eine Schneideinrichtung, eine Sollbruchstelle im Materialstrang des Reibschweißwerkzeuges, oder durch kurzzeitiges Erhöhen der Geschwindigkeit oder der Amplitude der Reibbewegung erfolgen. Im Rahmen der Erfindung ist es alternativ möglich, bereits abgelängte Reibschweißwerkzeuge zu verwenden. Mit Hilfe einer Vor- und Klemmeinrichtung 31 (Fig. 3a) wird der Materialstrang des Reibschweißwerkzeuges oder ein neues Reibschweißwerkzeug aus einem Materialvorrat in die Arbeitsstellung in der Reibschweißeinrichtung 5 gebracht. Dieses Reibschweißverfahren und diese Ausführungsform des Reibschweißwerkzeuges wird immer dann vorteilhaft eingesetzt, wenn eine Schwächung der am Kreuzungspunkt K entstandenen Schweißstelle durch einen Materialaustrag beim Zurückziehen des Reibschweißwerkzeuges aus dem Öffnungsspalt vermieden werden muss. Dieses Verfahren und dieses Ausführungsbeispiel ist sowohl beim einzelnen Reibrührschweißkopf 1 als auch bei der Gitter-Reibrührschweißanlage 15 einsetzbar.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Verschweißen von zwei, einander unter einem vorbestimmten Winkel kreuzenden, länglichen Elementen nach der Reibrührschweißmethode, dadurch gekennzeichnet, dass die Elemente (L, Q) in einem vorbestimmten Abstand zueinander festgelegt werden und in den von den Elementen (L, Q) gebildeten Öffnungsspalt (A) ein Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') in einem vorbestimmten Zuführwinkel (Z) zu den Elementen (L, Q) eingeführt (P1, P10) wird, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') eine Relativbewegung (P2, P3, P6, P7) zu den Elementen (L, Q) mit hoher Frequenz und vorzugsweise mit kleiner Amplitude ausführt und zumindest eines der Elemente (L, Q) mit vorbestimmtem Druck an das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') angepresst (P4, P4') wird, wobei durch Reibung des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') an den Elementen (L, Q) mit vorbestimmtem Anpressdruck (M1) und vorbestimmter Dauer zumindest die dem Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') benachbarten Bereiche der Elemente (L, Q) auf eine zum Verschweißen der Elemente (L, Q) notwendige Schmelztemperatur erwärmt werden, dass nach Erreichen dieser Schmelztemperatur das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') rasch aus dem Bereich der Elemente (L, Q) herausgezogen (P1, P10) wird, wobei der Anpressdruck zwischen dem Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') und den zu verbindenden Elementen (L, Q) kurzzeitig gesteuert reduziert und unmittelbar nach dem Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') in kürzest möglicher Zeit auf einen Maximalwert (M2, S) erhöht wird, und dass abschließend zum Verschweißen der Ele-

mente (L, Q) die Elemente (L, Q) im Bereich der Kreuzungsstelle (K) mit vorbestimmtem Druck (M2) und mit vorbestimmter Dauer aneinander gepresst werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') in eine schnell rotierende Bewegung (P6) um seine Längsachse versetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') eine oszillierende Drehbewegung (P7) um seine Längsachse versetzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') eine translatorische, oszillierende Bewegung (P2) in der Zuführrichtung (P1, P10) versetzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') eine translatorische, oszillierende Bewegung (P3) quer zur Zuführrichtung (P1, P10) versetzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') eine beliebig wählbare Kombination der verschiedenen Bewegungsarten (P2, P3, P6, P7) versetzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Anpressdruck zwischen dem Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') und den Elementen (L, Q) während des Einführens der Reibschweißeinrichtung (5) in den Öffnungsspalt (A) wählbar stetig auf einen Maximalwert (M1) erhöht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zum Herausziehen (P1, P10) des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') aus dem Öffnungsspalt (A) der Anpressdruck zwischen dem Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') und den Elementen (L, Q) in wählbarer Zeit, vorzugsweise kurzzeitig auf einen Wert annähernd gleich Null reduziert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Einführen und Zurückziehen (P1, P10) des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') in und aus dem Öffnungsspalt (A) in der von den verschweißten Elementen (L, Q) gebildeten Ebene (E-E) verläuft, wobei der Zuführwinkel (Z) zu den sich kreuzenden Elementen (L, Q) halb so groß ist wie der Winkel zwischen den Elementen (L, Q).

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Anpressdruck der Elemente (L, Q) zueinander während des Schweißens konstant bleibt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Anpressdruck der Elemente (L, Q) zueinander während des Schweißens mit wählbarer, vorzugsweise kleiner Amplitude (S) oszillierend veränderbar ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zu verbindenden Elemente (L, Q) aus vorzugsweise gleichem Werkstoff bestehen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') zum Verschweißen der Elemente (L, Q) in der Kreuzungsstelle (K) verbleibt und dort mit den Elementen (L, Q) verschweißt wird.

14. Verfahren zum Herstellen von Gitterprodukten aus einander senkrecht kreuzenden und in den Kreuzungspunkten miteinander verschweißten Scharen von Längs- und Querelementen, nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in jeden von den Längs- und Querelementen (L, Q) gebildeten Öffnungsspalt (A) je ein Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') gleichzeitig eingeführt und aus dem jeweiligen Öffnungsspalt (A) herausgezogen wird, dass zum Verschweißen der Längs- und Querelemente (L; Q) die Längselemente (L) und/oder die Querelemente (Q) relativ gegeneinander bewegt (P4, P4') werden, und dass nach Erstarrung der Kreuzungsstellen (K) die Längselemente (L) und die mit ihnen verschweißten Querelemente (Q') um eine wählbare Länge weitertransportiert (P8') werden.

15. Reibrührschweißvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, mit einer Reibschweißeinrichtung, die ein Reibschweißwerkzeug aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Bilden eines Öffnungsspalt (A) zwischen den Elementen (L, Q) und zumindest eine Fixiereinrichtung (2, 3) zum Festlegen der zu verschweißenden Elemente (Q, L) vorgesehen ist, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') eine längliche, vorzugsweise rotationssymmetrische Form hat und in der Reibschweißeinrichtung (5) auswechselbar angeordnet ist, dass zumindest eine Vorschubeinrichtung (4) zum Einführen und Herausziehen des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') in und aus dem Öffnungsspalt (A) vorgesehen ist, dass die beim Reiben des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') an den Elementen (L, Q) wirksame Wirkungsfläche an die Abmessungen der zu verschweißenden Elemente (L,

Q) anpassbar ist, dass zumindest eine ansteuerbare Antriebseinrichtung (13, 14) für die Relativbewegung (P2, P3, P6, P7) des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') zu den Elementen (L, Q) vorgesehen ist, dass zum Anpressen zumindest eines Elementes (Q; L) gegen das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') zumindest eine Anpresseinrichtung (9, 9') vorgesehen ist, wobei jede Anpresseinrichtung (9, 9') je ein in zwei Richtungen (P4, P4') bewegbares Druckelement (11, 11') aufweist, das zugleich als Schweißstempel dient, und dass zum Ansteuern der Einrichtungen (2, 4, 9, 9', 13, 14, 31) eine Steuereinrichtung vorgesehen ist.

16. Reibrührschweißvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass zum Verschweißen der Elemente (L, Q) entweder das Druckelement (11) der Anpresseinrichtung (9) für das Element (Q) als heb- und senkbarer (P4) Schweißstempel verwendet wird und mit dem feststehenden Druckelement (11') eines Schweißambosses (3) für das Element (L) zusammenwirkt, oder das Druckelement (11') der Anpresseinrichtung (9') für das Element (L) als heb- und senkbarer (P4') Schweißstempel verwendet wird und mit dem festlegbaren, als feststehender Schweißamboss wirkenden Druckelement (11) der Anpresseinrichtung (9) für das Element (Q) zusammenwirkt, oder beide Druckelemente (11, 11') als heb- und senkbare (P4, P4') Schweißstempel verwendet werden.

17. Reibrührschweißvorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6) eine zylindrische Form aufweist.

18. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6'') an seinem Ende eine abgerundete, vorzugsweise parabolische Form aufweist. (Fig. 3c)

19. Reibrührschweißvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6) der Reibschweißeinrichtung (5) eine Kegelform aufweist.

20. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6') der Reibschweißeinrichtung (5) eine lange, vorzugsweise nach innen gewölbte Spitze aufweist. (Fig. 3b)

21. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Abmessungen der während der Reibbewegungen (P2, P3, P6, P7) wirksamen Wirkungsflächen des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') an die Abmessungen der zu verbindenden Elemente (L, Q) anpassbar sind.

22. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') der Reibschweißeinrichtung (5) eine aufgeraute Oberfläche (O) aufweist.

23. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') der Reibschweißeinrichtung (5) mit mehreren, am Umfang verteilten Längsrillen versehen ist.

24. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') der Reibschweißeinrichtung (5) mehrere quer zu seiner Längsachse verlaufende Rillen aufweist.

25. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') der Reibschweißeinrichtung (5) schraubenförmige Rillen aufweist, wobei der Drehsinn der Rillen gegen die Drehrichtung des Reibschweißwerkzeuges (6, 6', 6'') gerichtet ist.

26. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die Wirkungsflächen des Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') aus verschleißfestem, hitzebeständigem Material, vorzugsweise aus gehärtetem und beschichtetem Stahl oder Keramik bestehen.

27. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6) mit Hilfe einer Vorschubeinrichtung (31) von einem Materialstrang abziehbar, zum Durchführen der Reibbewegungen (P2, P3, P6, P7) mit Hilfe einer Halteeinrichtung (7) festlegbar, und zum Verschweißen mit den Elementen (L, Q) vom Materialstrang abtrennbar ist.

28. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Reibschweißwerkzeug (6) in abgelängter Form von einem Materialvorrat zuführbar, zum Durchführen der Reibbewegungen (P2, P3, P6, P7) mit Hilfe der Halteeinrichtung (7) festlegbar, und mit den Elementen (L, Q) verschweißbar ist.

29. Reibrührschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass zum Messen der Temperatur an zumindest einem Element (L, Q) eine Temperaturmess-

einrichtung vorgesehen ist, deren Messwert der Steuereinrichtung zuführbar ist.

30. Nach der Reibrührschweißmethode arbeitende Schweißanlage zum Herstellen von Gitterprodukten aus einander senkrecht kreuzenden und in den Kreuzungspunkten miteinander verschweißten Scharen von Längs- und Querelementen, mit Einrichtungen zum Verschieben der Längselemente entlang einer Zuführebene und zum Zuführen der Querelemente in den Bereich der Zuführebene, und mit Einrichtungen zum Bewegen der Längs- und/oder Querelemente relativ zueinander, dadurch gekennzeichnet, dass in der Schweißlinie (W-W) der Reibrührschweißanlage (15) eine Einrichtung (17) zum Bilden der Öffnungsspalte (A) zwischen den Längselementen (L) und dem zu verschweißenden Querelement (Q) sowie zum Festlegen des Querelementes (Q) und eine Fixiereinrichtung (16) zum Festlegen der Längselemente (L) vorgesehen sind, dass je Kreuzungspunkt (K) eine Reibschweißeinrichtung (5) vorgesehen ist, wobei alle Reibschweißeinrichtungen (5) auf einer Konsole (19) angeordnet sind und je ein längliches, vorzugsweise rotationssymmetrisches Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') aufweisen, dessen Abmessungen der Wirkungsfläche an die Abmessungen der zu verschweißenden Längs- und Querelemente (L, Q) anpassbar ist, dass zum gemeinsamen Einführen und Herausziehen der Reibschweißwerkzeuge (6, 6', 6'') aller Reibschweißeinrichtungen (5) in die und aus den Öffnungsspalten (A) entsprechend vorbestimmten Richtungen (P10) eine zentrale Vorschubeinrichtung (20) und/oder einzeln ansteuerbare Vorschubeinrichtungen (4) für die Reibschweißeinrichtungen (5) vorgesehen sind, dass zum Erzeugen der Relativbewegung (P3,

P4, P5, P6) für jedes Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') zumindest eine zentrale, ansteuerbare Antriebseinrichtung (26, 27) und/oder für jedes Reibschweißwerkzeug (6, 6', 6'') einzeln ansteuerbare Antriebseinrichtungen (13, 14) vorgesehen sind, dass zum Anpressen der Elemente (L, Q) an die Reibschweißwerkzeuge (6, 6', 6'') je Kreuzungspunkt (K) zumindest eine auf das entsprechende Element (Q; L) wirkende Anpresseeinrichtung (9, 9') mit Druckelementen (11, 11') vorgesehen ist, dass zum Weitertransport des Gitterproduktes (G) in Richtung (P8') eine Auszugseinrichtung (21) vorgesehen ist und dass zum Ansteuern aller Einrichtungen (4, 9, 9', 13, 14, 17, 20, 21, 26, 27, 31) eine Steuereinrichtung vorgesehen ist.

31. Reibrührschweißanlage nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass jede Anpresseeinrichtung (9, 9') heb- und senkbare (P4, P4') Druckelemente (11, 11') aufweist, dass zum Verschweißen eines Querelementes (Q) mit den Längselementen (L) in der Schweißlinie (W-W) je Kreuzungspunkt (K) entweder die Druckelemente (11) der Anpresseeinrichtungen (9) für das Querelement (Q) als heb- und senkbare (P4) Schweißstempel verwendet werden und mit einer sich über die Arbeitsbreite der Schweißanlage (15) erstreckenden, als Schweißamboss wirkenden Druckleiste (25) der Fixiereinrichtung (16) oder mit je Längselement (L) einem alternativ als Schweißamboss wirkenden, verschiebbaren und festlegbaren Druckelement (11') der Fixiereinrichtung (16) zusammenwirken.

32. Reibrührschweißanlage nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckelemente (11') der Anpresseeinrichtung (9') der Längselemente (L) als heb- und senkbare (P4')

Schweißstempel verwendet werden und mit den festlegbaren, als Schweißamboss wirkenden Druckelementen (11) der Anpresseinrichtungen (9) zusammenwirken, oder alle Druckelemente (11, 11') der Anpresseinrichtungen (9) bzw. (9') als heb- und senkbare (P4, P4') Schweißstempel ausgebildet sind.

33. Reibrührschweißanlage nach einem der Ansprüche 30 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionier- und Fixiereinrichtung (17) für die Querelemente (Q) mehrere, gemeinsam wegschwenkbare (P5) Halteelemente (2) aufweist.

34. Reibrührschweißanlage nach einem der Ansprüche 30 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass zur Anpassung an unterschiedliche Längselementteilungen die Druckelemente (11') der Fixiereinrichtung (16) für die Längselemente (L) und die Anpresseinrichtungen (9, 9') entlang der Schweißlinie (W-W) verschiebbar (P9) sind.

35. Reibrührschweißanlage nach einem der Ansprüche 30 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckelemente (11, 11') vorzugsweise auswechselbare Druckeinsätze (12, 12') aufweisen, und dass die Druckeinsätze (12, 12') und die gesamte Druckleiste (25) oder zumindest die den Elementen (L, Q) zugewandten Oberflächen der Druckeinsätze (12, 12') und der Druckleiste (25) aus druckfestem, schlecht wärmeleitendem Material bestehen.

Fig. 1a

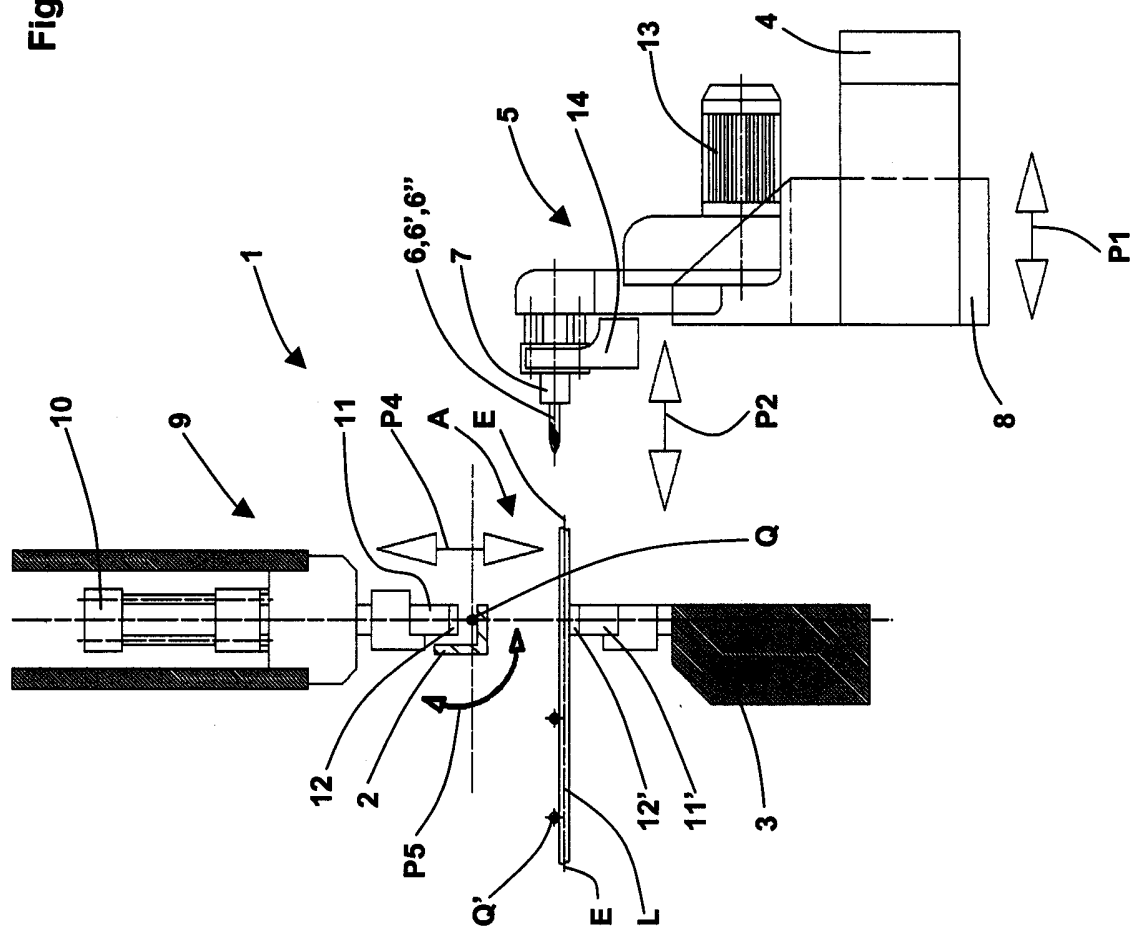
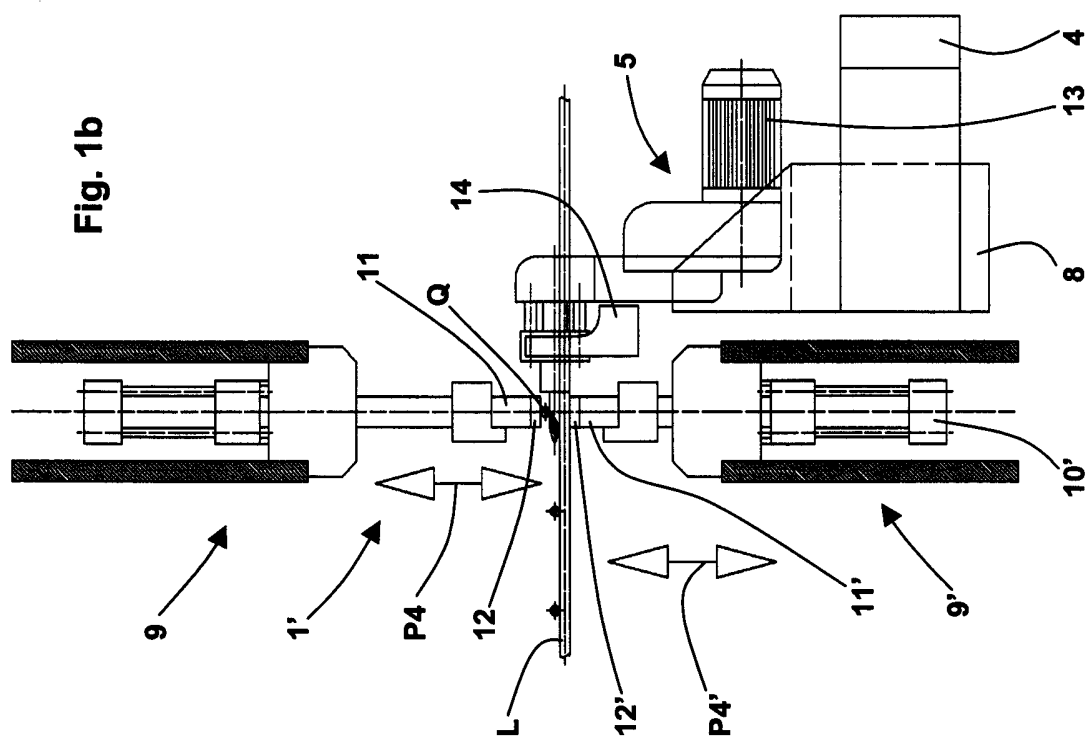


Fig. 1b



018392

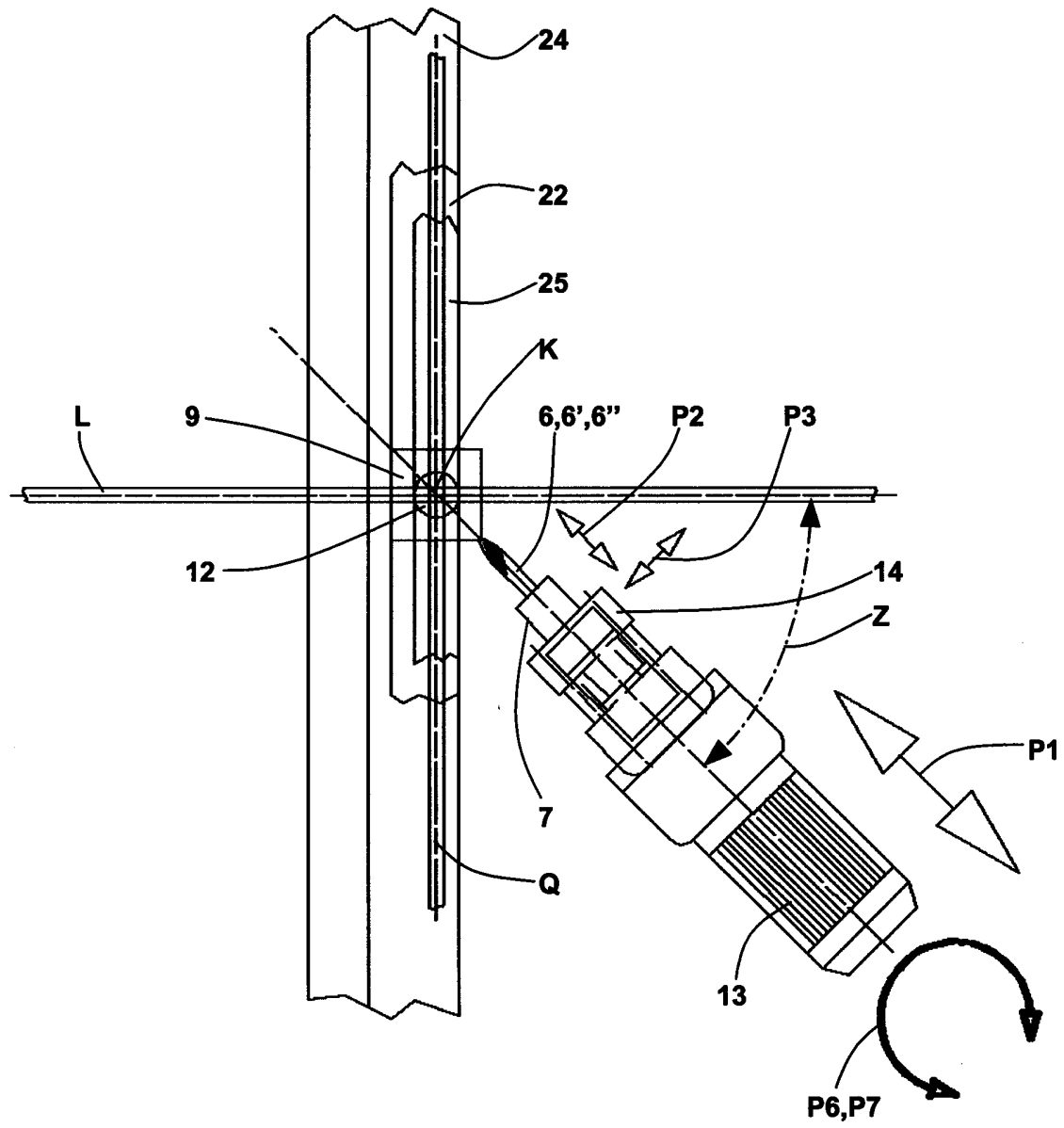


Fig. 2

016392

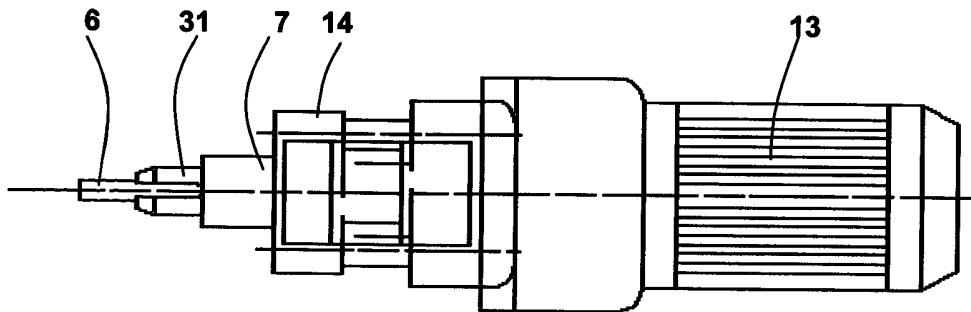


Fig. 3a

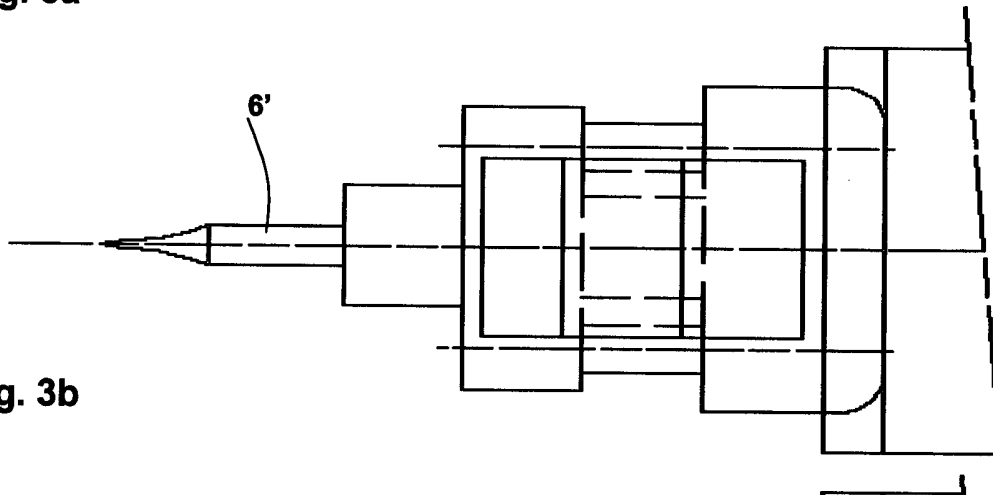


Fig. 3b

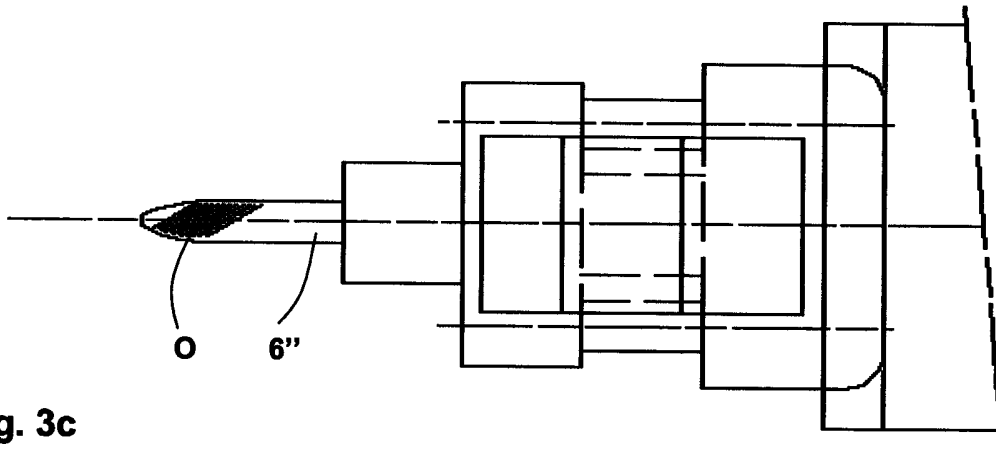


Fig. 3c

016390

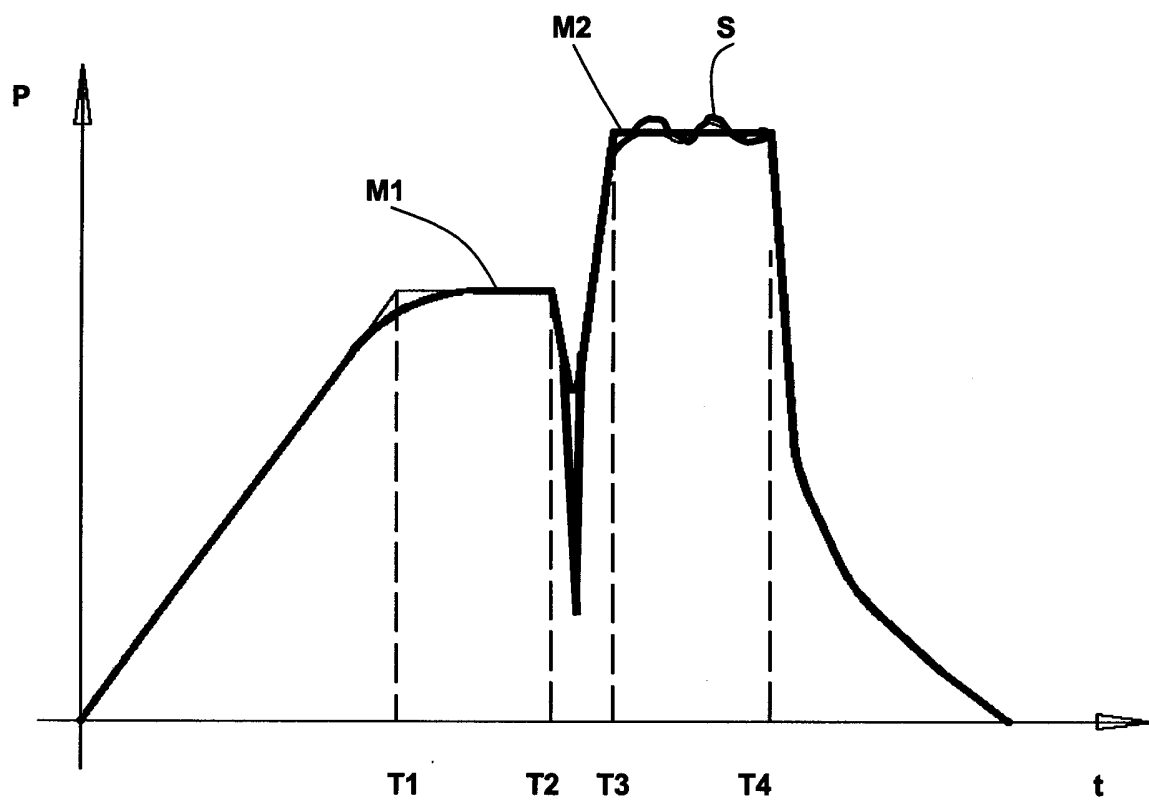


Fig. 4

01002

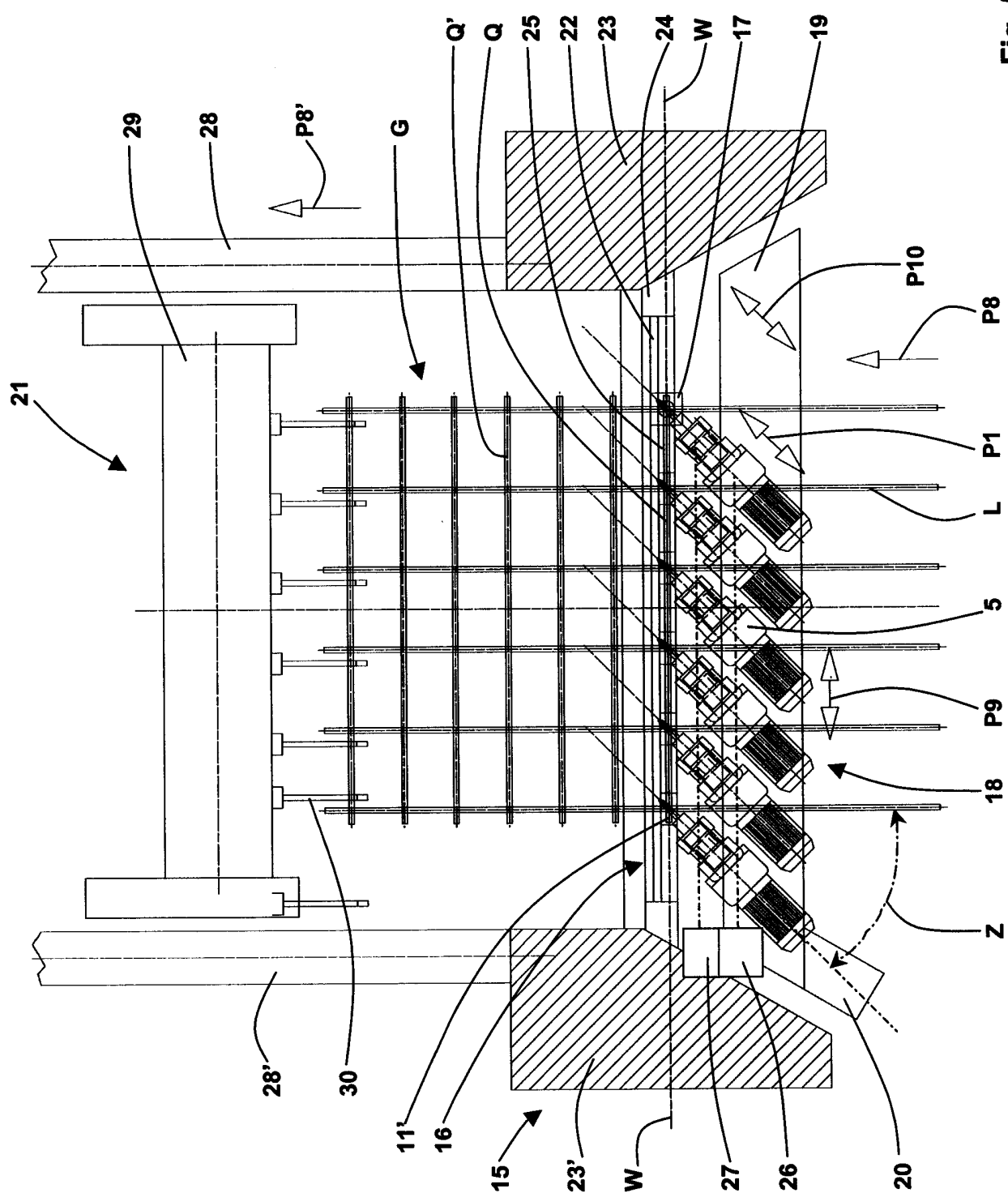


Fig. 5



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : B23K20/12; B23K101/22		
Recherchierter Prüfstoß (Klassifikation): B23K20/12, B23K101/22, B21F27/10, FT: 4E067		
Konsultierte Online-Datenbank: wpi, epodoc, paj		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 21. Mai 2004 eingereichten Ansprüchen erstellt.		
Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	US 6,641,028 B2 (Shinoda et al.) 4. November 2003 (04.11.2003) <i>Zusammenfassung, Fig. 1</i> --	1 - 35
A	JP 6328273 A (Daido Steel Co) 29. November 1994 (29.11.1994) <i>Patent Abstracts of Japan, Vol. 95, No.2, 31.03.1995</i> --	1 - 35
A	US 3,734,383 A (Ritter et al.) 22. Mai 1973 (22.05.1973) <i>Zusammenfassung, Fig. 3</i> --	1 - 35
A	JP 9076082 A (Japan Steel) 25. März 1997 (25.03.1997) <i>Patent Abstracts of Japan, Vol. 97, No. 7, 31.07.1997</i> ----	1 - 35
Datum der Beendigung der Recherche: 29. September 2005		
☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt		Prüfer(in): Dipl.-Ing. PAVDI
⁷ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		