

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85104660.7

51 Int. Cl.⁴: **B 21 J 1/06**
C 21 D 1/34

22 Anmeldetag: 17.04.85

30 Priorität: 20.04.84 US 602542
23.04.84 US 602914

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.10.85 Patentblatt 85/43

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **PARK-OHIO INDUSTRIES, INC.**
20600 Chagrin Boulevard
Shaker Heights Ohio 44122(US)

72 Erfinder: **Balzer, Norbert Raymond**
1108 Brown Street
Boaz Alabama 35957(US)

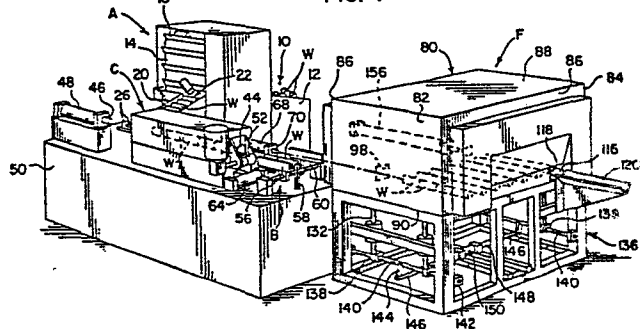
72 Erfinder: **Soworowski, David Robert**
Rt. 8, Box 162 A
Boaz Alabama 35957(US)

74 Vertreter: **Hennicke, Albrecht, Dipl.-Ing. et al,**
Patentanwälte Dipl.-Ing. Buschhoff Dipl.-Ing. Hennicke
Dipl.-Ing. Vollbach Kaiser-Wilhelm-Ring 24 Postfach 190
408
D-5000 Köln 1(DE)

54 Verfahren und Vorrichtung zum Erhitzen von magnetisierbaren Metallwerkstücken.

57 Verfahren und Vorrichtung zum Erhitzen von Werkstücken aus magnetisierbarem Metall auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur, bei dem die Werkstücke zunächst induktiv auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) erhitzt werden, die nicht wesentlich über der Curiepunkt-Temperatur des Metalls liegt, aus dem die Werkstücke hergestellt sind, und daß dann die vorgewärmten Werkstücke in einem hochwirksamen, elektrischen Strahlheizofen (F) auf die vorgewählte erhöhte Endtemperatur (T_2) nacherhitzt werden, die beispielsweise die Schmiedetemperatur sein kann. Zum Vorwärmen werden die Werkstücke (W) schrittweise durch einen von einer Induktionsheizspule (32) umschlossenen Kanal (30) geleitet und von dort in die Heizkammer (92) eines elektrischen Strahlheizofens (F) geführt, durch den sie schrittweise hindurchgeleitet werden und in dem sie auf ihre Endtemperatur (T_2) gebracht werden.

FIG. 1



PATENTANWÄLTE
DIPL.-ING. BUSCHHOFF
DIPL.-ING. HENNICKE
DIPL.-ING. VOLLBACH
KAISER-WILHELM-RING 24
5000 KÖLN 1

0159029

Aktenz.:

Reg.-Nr.

Pr 423 EU

bitte angeben

KÖLN, den 15.4.1985
he/ka

Anm.: Park-Ohio Industries, Inc.
20600 Chagrin Boulevard, Shaker Heights OH 44122 (USA)

Titel: Verfahren und Vorrichtung zum Erhitzen
von magnetisierbaren Metallwerkstücken

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erhitzen von Werkstücken aus einem magnetisierbaren Metall auf eine wählbare, erhöhte Bearbeitungstemperatur, insbesondere auf die Schmiedetemperatur.

Beim Metallschmieden ist es seit vielen Jahren üblich, Knüppel oder Werkstücke aus einem magnetisierbaren Material, wie beispielsweise aus Stahl, auf ihre erhöhte Schmiedetemperatur von etwa 1250° K bei Stahlwerkstücken durch eine induktive Erwärmung zu erhitzen, wobei eine Induktionsheizspule benutzt wird, der von einer elektrischen Hochfrequenzstromquelle Energie zugeführt wird. Hierbei ist es natürlich bekannt, daß ferromagnetische oder sogenannte "magnetische" Metalle, wie Stähle, die gewöhnlich für Metallschmiedestücke verwendet werden, während ihrer Erhitzung auf die erhöhte Schmiedetemperatur von etwa 1250° K einer Umwandlung aus einem magnetischen Zustand in einen paramagnetischen Zustand oder einen im wesentlichen unmagnetischen Zustand bei der Curiepunkt-Temperatur des Metalles ausgesetzt sind, die bei gewöhnlichen Schmiedestählen im allgemeinen bei etwa 776° K liegt. Aus diesem und anderen Gründen wurden bisher bei den Induktionsheizverfahren zum Erhitzen von Stahlknüppeln oder Werkstücken auf ihre Schmiedetemperatur im allgemeinen elektrische Hochfrequenzkraftquellen mit verschiedenen Frequenzen zur Versorgung der Induktionsheizspule

benutzt, um hierdurch den Gesamtwirkungsgrad des Induktionsheizprozesses zu verbessern. Aufgrund ihrer niedrigeren Kosten je Kilowatt wurde zum Vorwärmen der magnetischen Metallknüppel oder -werkstücke bis zu ihrem magnetischen Temperaturbereich und geringfügig darüber hinaus eine Hochfrequenzstromquelle mit vergleichsweise niedriger Frequenz verwendet, wo die Eindringtiefe des Wärmeflusses in die Werkstücke, der von der unter Strom gesetzten Induktionsheizspule ausgeht, den Gesamtwirkungsgrad des Anwärmprozesses nicht beeinflusst. Diese induktive Vorwärmung der magnetischen Metallwerkstücke mit niedriger Frequenz bis zu ihrem nichtmagnetischen Zustand wurde dann mit einer induktiven Nacherhitzung der vorgewärmten Werkstücke mit hoher Frequenz kombiniert, die innerhalb ihres nichtmagnetischen Temperaturzustandsbereiches bis auf die erhöhte Schmiedetemperatur von etwa 1250° K stattfand, um hierdurch den Gesamtwirkungsgrad des ganzen Induktionsheizverfahrens zu verbessern.

Die normalen Gesamtwirkungsgrade von bisher verwendeten Induktionsheizverfahren zum Erhitzen magnetischer Metallknüppel oder -werkstücke auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur, wie beispielsweise auf die Schmiedetemperatur von etwa 1250° K, variieren von einem etwa kleinsten Wirkungsgrad von rund 1250 g/kWh bis zu einem höchsten Wirkungsgrad von etwa 2700 g/kWh. Wenn auch Wirkungsgrade dieser Größenordnung in der Industrie viele Jahre lang akzeptiert wurden, war es doch höchst wünschenswert, den Gesamtwirkungsgrad der Anwärmverfahren zum Erhitzen magnetisierbarer Metallwerkstücke auf eine erhöhte oder Schmiedetemperatur zu verbessern.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung anzugeben, mit denen magnetisierbare Metallwerkstücke auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur, vorzugsweise oberhalb ihrer Curiepunkt-Temperatur, erhitzt wer-

den können ,welche all die obengenannten Probleme und Schwierigkeiten überwinden und mit denen ein Gesamtwirkungsgrad erreicht werden kann, der besser ist als der Gesamtwirkungsgrad der bisher für diesen Zweck angewendeten, ausschließlich induktiv durchgeführten Anwärmmethoden.

Diese Aufgabe wird mit den in den Ansprüchen angegebenen Merkmalen gelöst.

Bei der Erfindung wird eine Induktionsheizspule verwendet, die von einer elektrischen Hochfrequenzstromquelle mit einer verhältnismäßig niedrigen Frequenz gespeist wird, um die magnetisierbaren Metallteile zunächst auf eine Vorwärmtemperatur anzuwärmen, die nicht wesentlich höher ist als die beim Curiepunkt liegende Umwandlungstemperatur des Werkstückmetalles, bei der dieses paramagnetisch oder im wesentlichen unmagnetisch wird. Danach wird ein hochwirksamer, elektrischer Strahlheizofen vom Spalttyp eingesetzt, um die vorgewärmten Werkstücke auf ihre erhöhte Endbearbeitungstemperatur oder auf ihre Schmiedetemperatur nachzuerhitzen. Auf diese Weise wird der Gesamtwirkungsgrad des Anwärmesystems bemerkenswert über den Gesamtwirkungsgrad derjenigen Systeme erhöht, bei denen die Werkstücke vollständig durch induktive Erwärmung auf eine vergleichsweise höhere Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur erhitzt werden.

Das Verfahren und die Vorrichtung nach der Erfindung ist mit Vorteil bei magnetischen oder magnetisierbaren Werkstücken, wie Stahlknüppeln, anwendbar, die als Metallschmiedestücke zunächst auf eine Vorwärmtemperatur mindestens bis zum Curiepunkt oder geringfügig darüber in einer Induktionsheizspule vorgewärmt werden, die von einer elektrischen Stromquelle mit verhältnismäßig niedrigem Hochfrequenzpegel gespeist wird. Die Werkstücke werden dann aus der Induktionsheizspule sofort in einen hochwirksamen, elektrischen Strahlungsheizofen gebracht und dort auf ihre Schmiedetemperatur von etwa 1250° K

nacherhitzt. Hierbei kann die erhöhte, oberhalb des Curiepunktes liegende Bearbeitungstemperatur des Metallwerkstücks frei gewählt werden.

Da die Werkstücke teilweise induktiv vorgewärmt und teilweise in einem hochwirksamen, elektrischen Strahlheizofen nach-erhitzt werden, wird ein hoher Gesamtwirkungsgrad erreicht. Die hierbei verwendete Vorrichtung hat einen verhältnismäßig einfachen Aufbau und ist störunempfindlich.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, in denen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung an Beispielen näher erläutert sind. Es zeigt:

- Fig. 1 eine Vorrichtung zum Erhitzen magnetischer oder magnetisierbarer Metallwerkstücke auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur nach dem Verfahren nach der Erfindung in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig. 2 den Gegenstand der Fig. 1 im Grundriß, wobei Teile des Elektroofens und der Induktionsheizspule teilweise weggebrochen sind, um den Elektroofen und die Induktionsheizspule im Schnitt zu zeigen,
- Fig. 3 einen Vertikalschnitt der Fig. 2 nach Linie 3-3, der den elektrischen Strahlheizofen als Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigt,
- Fig. 4 die Induktionsheizspule der Vorrichtung in einem Vertikalschnitt nach Linie 4-4 der Fig. 2,

- Fig. 5 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, mit der das Verfahren nach der Erfindung durchgeführt werden kann, in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig. 6 die Vorrichtung nach Fig. 5 im Grundriß, wobei ihre Induktionsheizspule teilweise aufgebrochen ist, um die Vorrichtung dort im Schnitt zu zeigen,
- Fig. 7 einen vertikalen Teilquerschnitt der Fig. 6 nach Linie 7-7, welche die Ausgestaltung der Induktionsheizspule zeigt, die bei der Vorrichtung nach den Fig. 5 und 6 verwendet wird,
- Fig. 8 eine dritte Ausführungsform der Vorrichtung nach der Erfindung in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig. 9 den Gegenstand der Fig. 8 im Grundriß und
- Fig. 10 die aufeinanderfolgenden Verfahrensschritte zum Erhitzen der Gegenstände nach der Erfindung in einer schematischen Darstellung.

In den Zeichnungen sind das Verfahren und die Vorrichtung nach der Erfindung zum Erhitzen von Metallwerkstücken aus magnetischem oder magnetisierbarem Material am Beispiel von Knüppeln oder Werkstücken W aus Stahl dargestellt, wie sie gemeinhin für Metallschmiedestücke verwendet werden, die als Vorbereitung auf die Herstellung von Schmiedestücken auf die Schmiedetemperatur der Werkstücke erhitzt werden. Man erkennt jedoch, daß die Erfindung auch zum Erhitzen von Werkstücken aus anderen Metallen auf ihre Schmiedetemperatur oder eine andere erhöhte Bearbeitungstemperatur verwendet werden kann, wo sich eine solche erhöhte Temperatur als

nützlich erweist. Zum Erhitzen von Werkstücken W aus magnetisierbaren Metallen, wie den vorerwähnten, für Metallschmiedestücke gewöhnlich verwendeten Stählen, müssen die Werkstücke auf eine Temperatur von etwa 1250° K gebracht werden, um sie schmiedbar zu machen.

Nach der Erfindung werden die Werkstücke W durch ein Verfahren auf ihre Schmiedetemperatur oder eine andere erhöhte Bearbeitungstemperatur gebracht, bei dem die Wärmeleistungen der induktiven Erwärmung der Metallwerkstücke in ihrem magnetischen Zustand mit den Heizleistungen der Erwärmung der Metallwerkstücke in einem elektrischen Strahlheizofen kombiniert werden, während sich die Metallwerkstücke in ihrem nichtmagnetischen Zustand befinden.

Zu diesem Zweck werden die Werkstücke W, wie dies in Fig. 10 schematisch dargestellt ist, auf ihre Schmiedetemperatur oder eine andere erhöhte Bearbeitungstemperatur dadurch erhitzt, daß diese zunächst in einer Induktionsheizspule C auf eine höhere Vorwärmtemperatur T_1 vorgewärmt werden, die nicht wesentlich höher liegt als die Curiepunkt-Temperatur der Metallwerkstücke, und daß dann die Werkstücke auf ihre wählbare Bearbeitungsendtemperatur T_2 in einem hochwirksamen elektrischen Strahlheizofen F nacherhitzt werden.

Wenn hierbei die Werkstücke W beispielsweise aus einem magnetisierbaren Metall, wie beispielsweise aus Stahl, bestehen, der gewöhnlich für Metallschmiedestücke verwendet wird, werden sie in der Induktionsheizspule C zunächst auf eine Temperatur von etwa 780° K vorgewärmt, die der Curiepunkt-Temperatur des speziellen Werkstückstahles entspricht oder geringfügig darüberliegt. Sie werden dann in dem hochwirksamen elektrischen Strahlheizofen F auf ihre gewählte Schmiedetemperatur von etwa 1250° K durch Strahlungswärme nacherhitzt. Für die Zwecke der Erfindung kann als Elektroofen F jeder geeignete, sogenannte hochwirksame Elektro-Strahlheizofen, bei-

spielsweise vom Spalttyp, verwendet werden, wie er beispielsweise in der US-PS 4 159 415 von Williams dargestellt und beschrieben ist.

Dadurch, daß die Werkstücke W in einer Induktionsheizspule C auf eine vorwärmtemperatur T_1 induktiv vorgewärmt werden, die nicht wesentlich höher liegt als die Curiepunkt-Temperatur - des Werkstückmetalles, und daß dann die so vorgewärmten Werkstücke in einem hochwirksamen Elektrostrahlheizofen F auf ihre gewählte Endbearbeitungstemperatur oder Schmiedetemperatur T_2 nacherhitzt werden, ergibt sich ein Gesamtheizsystem, das einen bemerkenswert höheren Wirkungsgrad hat als die bisher bekannten Anwärmverfahren, bei denen magnetisierbare Metallwerkstücke vollständig durch ein induktives Heizverfahren auf ihre Schmiedetemperatur gebracht wurden. Die normalen Leistungen solcher Verfahren zum induktiven Erwärmen von magnetischen Metallen auf ihre Schmiedetemperaturen von etwa 1250° K schwanken etwa zwischen einem Mindestwert von 1360 g/kWh und einem Maximalwert von etwa 2720 g/kWh. Im Vergleich hierzu erreicht die Gesamtleistung des zweistufigen Anwärmesystems nach der Erfindung, welches ein induktives Vorwärmen der Werkstücke auf eine Vorwärmtemperatur T_1 , die nicht wesentlich höher liegt als die Curiepunkt-Temperatur, mit der Nacherhitzung der Werkstücke auf ihre Schmiedeendtemperatur T_2 in einem elektrischen Strahlheizofen verbindet, 3400 g/kWh. Dies bedeutet einen Leistungszuwachs von mindestens 680 g/kWh, der zu einer Ersparnis von mindestens 25 % an Kosten für die elektrische Energie führt. Dies wird durch die Verwendung des zweistufigen Anwärmprozesses nach der Erfindung erreicht.

Die in den Fig. 1 bis 4 dargestellte, bevorzugte Ausführungsform der Vorrichtung zum Durchführen des neuen, erfindungsgemäßen Verfahrens zum Erhitzen von Werkstücken aus magnetisierbarem Metall, wie beispielsweise aus Stahl, wie er gewöhnlich zur Herstellung von Metallschmiedestücken gebraucht

wird, auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur, wie beispielsweise auf ihre Schmiedetemperatur T_2 , ist eine Zuführeinrichtung A vorgesehen, mit der die Werkstücke W von einem Vorrat oder Haufen 10 in einem Behälter 12 in eine Induktionsheizspule C gefördert werden können. Die magnetischen oder magnetisierbaren Werkstücke W liegen bei dem dargestellten Fall in Form von vergleichsweise kurzen Stahlstäben oder Knüppeln vor.

Die Werkstückzuführeinrichtung A kann einen vertikal umlaufenden, endlosen Fördergurt 14 aufweisen, der kontinuierlich oder intermittierend über ein Untersetzungsgetriebe 16 von einem Elektromotor angetrieben wird, wie dies erforderlich ist, um eine Reihe von Werkstücken W aus dem Behälter 12 während des normalen Betriebes der Vorrichtung in die Spule C zu fördern. Der Gurtförderer 14 hat mehrere, sich horizontal erstreckende Hubtröge 18, die bei ihrer Aufwärtsbewegung den Vorrat 10 an Werkstücken im Behälter durchlaufen und ein oder mehrere Werkstücke aufnehmen und durch Kippen des Troges 18 oder auf andere Weise in eine feststehende, nach unten geneigte Rinne 20 abwerfen. Die Werkstücke werden, wie in Fig. 1 gezeigt, in schiefer Lage in die Rinne 20 abgeworfen, in der sie dann in eine Ruhelage rollen, in der sie an der Reihe 22 der vorher in die Rinne abgeworfenen Werkstücke anliegen. Die Werkstückreihe 22 in der Rinne 20 wird durch Rückhalte- oder Anschlagfinger 24 einer geeigneten Werkstückvorschubeinrichtung in Stellung gehalten, die am unteren Ende der Rinne angeordnet ist und entweder von Hand oder von einem geeigneten Signal, wie beispielsweise einem elektrischen Impuls, betätigt wird, um die Anschläge vorübergehend von der Werkstückreihe in der Rinne zu entfernen und die Werkstücke einzeln vom unteren Ende der Rinne zu lösen.

Jedes Werkstück, das von den Rückhaltefingern 24 aus der Rinne 20 gelöst wird, rollt auf zwei in horizontaler Lage parallel zueinander sich erstreckende Stütz- oder Gleitschie-

nen 26 in eine Stellung, in der es längs ausgerichtet auf diesen Schienen liegt und eine Einführlage direkt gegenüber dem Eintrittsende 28 eines langgestreckten, zylindrischen Werkstückdurchgangskanals 30 in der Induktionsheizspule C einnimmt. Die Gleitschienen 26 erstrecken sich durch den ganzen Spulenkanal 30 und sie halten jedes Werkstück genau axial in einer Flucht mit dem Spulenkanal, wobei das Werkstück auf den Gleitschienen durch den Kanal hindurchgleiten kann.

Wie aus den Fig. 2 und 4 hervorgeht, hat die Induktionsheizspule C mehrere Windungen und einen hohlen elektrischen Leiter, der in mehreren Windungen 32 schraubenlinienförmig um eine geradlinige Spulenachse gewunden und an seinen beiden einander gegenüberliegenden Enden an einen Kühlmittelinlaß 34 und einen Kühlmittelauslaß 36 angeschlossen ist, die ihrerseits an eine nicht näher dargestellte Versorgung mit einem geeigneten Kühlmittel angeschlossen sind. Der Einlaß 34 und der Auslaß 36 bilden im Abstand voneinander angeordnete Leiteranschlüsse, mit denen die volle Spulenlänge über einen elektrischen Stromkreis 38 an eine geeignete Hochfrequenzwechselstromquelle angeschlossen ist, die schematisch als Generator 40 dargestellt ist, der die Spule C im Betrieb der Vorrichtung kontinuierlich mit Strom versorgt. Die Windungen 32 der Heizspule C sind in einem Gehäuse 42 aus feuerfestem Material eingebettet, das einen langgestreckten, zentrischen Werkstückaufnahmekanal 30 aufweist, der coaxial zur Spulenmittelachse verläuft.

Jedes Werkstück W wird, nachdem es von der Rinne 20 auf die Gleitschienen 26 gleitet wurde, längs der Gleitschienen schrittweise in das offene Einführende 28 des Kanals 30 der kontinuierlich mit Strom versorgten Spule C geschoben, wobei das induktive Vorwärmen des Werkstückes beginnt. Beim Einführen in den Spulenkanal 30 stößt das Werkstück gegen das letzte der vorher in den Spulenkanal eingeführten Werkstücke und stößt die gesamte, im Kanal vorhandene Werkstück-

reihe um einen genügenden Abstand vorwärts, der der Länge eines der Werkstücke entspricht, um das vorderste Werkstück in der Werkstückreihe aus dem Auslaßende 44 des Spulenkanales auszustoßen. Dieses ausgestoßene Werkstück wurde zu dieser Zeit auf eine Vorwärmtemperatur T_1 vorgewärmt, die nicht wesentlich höher und vorzugsweise ebenso hoch oder geringfügig über der Curiepunkt-Temperatur des Werkstückmetalles liegt. Die Werkstücke W der in dem Spulenkanal 30 vorhandenen Reihe werden so schrittweise hindurchgeführt und fortschreitend im Kanal von der mit Strom versorgten Spule C vorgewärmt, bis sie ihre Vorwärmtemperatur T_1 am Auslaßende 44 des Kanals 30 zu einem Zeitpunkt erreichen, wo sie dort ausgeworfen werden.

Der gleitende Vorschub eines jeden Werkstückes auf den Gleitschienen 24 im Spulenkanal 30 kann von einer Stoßstange 46 erzeugt werden, die von der Kolbenstange eines Hydraulikzylinders 48 gebildet wird, der am Rahmen oder Bett 50 der Vorrichtung befestigt ist. Die Kolbenstange 46 fluchtet mit dem Werkstück W, das auf den Gleitschienen 26 gegenüber der Einführöffnung 28 des Spulenkanals 30 in Einschubstellung liegt. Der Hydraulikzylinder 48 wird zum Einschieben eines Werkstückes auf den Schienen 26 in den Spulenkanal 30 jedesmal dann betätigt, wenn das vorderste Werkstück der im Spulenkanal vorgewärmten Reihe die Vorwärmtemperatur T_1 erreicht hat und zum Austragen aus dem Kanal bereit ist. Der Hydraulikzylinder 48 kann zu diesem Zeitpunkt beispielsweise durch ein geeignetes elektrisches Signal oder durch einen Impuls betätigt werden, der einem solenoid-betätigten, nicht näher dargestellten Steuerventil der Steuervorrichtung zugeführt wird, die die Betätigung des Zylinders 48 übernimmt. Der Zeitpunkt, an dem das vorderste Werkstück W in der im Spulenkanal 30 befindlichen Werkstückreihe seine Vorwärmtemperatur T_1 erreicht hat und ausstoßbereit ist, kann beispielsweise durch einen nicht näher dargestellten Zeitgeber bestimmt werden, der die Zeitdauer kontrolliert, während der jedes Werkstück durch den Spulenkanal 30 vorgeschoben wird

und hierbei von der kontinuierlich mit Strom versorgten Spule C vorgewärmt wird. Der Zeitgeber überträgt hierbei das vorerwähnte elektrische Signal auf das Steuerventil für den Hydraulikzylinder 48 am Ende eines jeden Zeitabschnittes.

Das aus dem Spulenkanal 30 ausgeworfene, vorgewärmte Werkstück W läuft auf eine sich kontinuierlich drehende, flache, mit einer V-förmigen Umfangsnute versehene Antriebsrolle 52, die von einem Elektromotor mit Untersetzungsgetriebe 54 angetrieben wird. Die Antriebsrolle 52 übt auf das Werkstück W einen nach vorwärts gerichteten Axialdruck aus, um dieses zu veranlassen, auf eine leicht V-förmige, in horizontaler Richtung bewegliche Mulde 56 eines Querschlittens B zu gleiten und gegen einen feststehenden Begrenzungsanschlag 58 zu stoßen. Wie aus den Fig. 1 und 2 hervorgeht, kann die Mulde 56 vorzugsweise zwei vorgewärmte Werkstücke gleichzeitig aufnehmen, die aufeinanderfolgend aus dem Kanal 30 der Induktionsheizspule ausgestoßen werden, wobei das zweite Werkstück von der Antriebsrolle 52 auf die Mulde 56 gefördert wird, bis es mit seiner Stirnseite gegen das erste Werkstück stößt, das sich schon auf der Mulde befindet, so daß die beiden Werkstücke miteinander fluchtend und gegeneinanderstoßend in der Mulde liegen und von dieser getragen werden.

Der Querschlitten B ist auf dem Vorrichtungsrahmen 50 gelagert und mit zwei zueinander parallelen, horizontalen Führungsstäben 60 versehen, die sich quer zur Spulenlängsachse der Induktionsheizspule C erstrecken und auf denen die Mulde in horizontaler Richtung quer zur Spulenachse gleiten kann. Die Mulde bewegt sich hierbei zwischen einer in den Fig. 1 und 2 dargestellten hinteren Stellung, in der sie die aus dem Spulenkanal 30 ausgeworfenen Werkstücke W aufnimmt, und einer vorderen Stellung, in der die beiden in der Mulde 56 liegenden Werkstücke in eine Stellung gebracht werden, in der sie dem Werkstückzuführkanal 62 im Ofen F gegenüberliegen, in den sie eingeführt werden sollen.

Die Hin- und Herbewegung des Muldenwagens 56 auf den Führungsstäben 60 wird beispielsweise von einem Hydraulikzylinder 64 erzeugt, der am Rahmen 50 befestigt ist und dessen Kolbenstange am äußeren Ende der Mulde angeschlossen ist. Der Zylinder 64 wird in zeitlicher Abstimmung mit dem Wirksamwerden des Zylinders 48 betätigt, der die Werkstücke W in die Induktionsheizspule C drückt, so daß die Mulde 56, nachdem sie zwei vorgewärmte Werkstücke aus der Spule C aufgenommen hat, einmal vor- und wieder zurückbewegt wird, bevor das nächstfolgende, in der Spule C erwärmte Werkstück seine Vorwärmtemperatur T_1 erreicht hat und zum Austragen aus der Spule mit Hilfe des Zylinders 48 bereit ist.

Am Ende ihres Vorwärtshubes wird die Mulde 56 in ihrer vorgeschobenen Stellung für eine kurze Zeit angehalten, damit die Werkstücke aus der Mulde in den Führungskanal 62 und von hier in den Ofen F geschoben werden können, bevor der Rückwärtshub der Mulde beginnt. Die Werkstücke werden aus der Mulde 56 von einem Hydraulikzylinder 68 ausgeschoben, der auf dem Vorrichtungsrahmen 50 montiert ist und dessen Kolbenstange 70 gegen die Stirnseite der beiden in der Mulde liegenden Werkstücke stößt, wenn der Zylinder 68 betätigt wird. Die Kolbenstange schiebt hierbei die Werkstücke aus der Mulde in den Führungskanal 62 und in diesem entlang in den Ofen F, in dem die Nacherhitzung der Werkstücke auf ihre vorgewählte Bearbeitungs- oder Schmiedeendtemperatur T_2 beginnt.

Der Ofen F hat ein feuerwiderstandsfähiges Gehäuse 80, das von vertikal angeordneten Vorderwänden 82, Rückwänden 84 und Seitenwänden 86 sowie Deckenwandungen 88 und Bodenwandungen 90 gebildet wird, welche zusammen eine Heiz- oder Wärmekammer 92 bilden, durch welche die aus der Induktionsheizspule C kommenden, vorgewärmten Werkstücke gefördert werden, um ihre Erhitzung auf die gewählte Bearbeitungs- oder Schmiedeendtemperatur T_2 zu steigern.

In der Kammer 92 befinden sich mehrere langgestreckte Stäbe von elektrischen Widerstandsheizelementen 94, beispielsweise aus Silicium-Karbid, die in der Kammer 92 montiert sind, um die Atmosphäre in der Kammer auf die vorerwähnte, ausgewählte Bearbeitungstemperatur T_2 zu erwärmen und auf dieser Temperatur zu halten, beispielsweise auf der Schmiedetemperatur von Stahlknüppeln oder Werkstücken W, die für diese Werkstücke gewöhnlich bei etwa 1250° K liegt. Von diesen Heizelementen 94 sind mehrere, im dargestellten Fall drei in horizontaler Lage und in vertikalem Abstand voneinander sowie im Abstand parallel zur Vorderwand 82 und zur Rückwand 84 des Ofengehäuses 80 angeordnet. Die Heizelemente durchdringen die feuerfest ausgekleideten Seitenwände 86 des Gehäuses und erstrecken sich bis zur Außenseite des Ofens, wo sie über einen Stromkreisleiter 96 (Fig. 2) an eine geeignete, nicht näher dargestellte elektrische Kraftquelle angeschlossen sind, beispielsweise ein Leiter an je eine Phase einer Dreiphasen-60Hz-Stromquelle mit einer geeigneten Spannung von beispielsweise 480 V, wie dies in Fig. 10 durch die drei Phasenleiter ph1, ph2 und ph3 des Stromkreises angedeutet ist.

Nachdem jeweils zwei Werkstücke W von der Gleitmulde 56 mit Hilfe der Kolbenstange 70 des Hydraulikzylinders 68 in und durch den Führungskanal 62 und in den Ofen F geschoben wurden, gelangen die Werkstücke durch eine Einführöffnung 98 (Fig. 2 und 3) von kleinstmöglichem Querschnitt in der Ofenseitenwand 86 auf eine schrittweise arbeitende Werkstücktransportvorrichtung 100 in der Ofenkammer 92, welche die Werkstücke schrittweise durch den Ofen transportiert. Wie insbesondere aus Fig. 3 hervorgeht, weist die Transportvorrichtung 100 mehrere aufeinanderfolgende, parallel nebeneinander angeordnete Tragrinnen 102 auf, die aufeinanderfolgende Reihen 104 von Werkstücken tragen, wobei jede Rinne vier Werkstücke aufnimmt. Jede Werkstückreihe wird von einer Tragrinne zur nächsten weitertransportiert.

Die Tragrinne 102 besteht einerseits aus sich in horizontaler Richtung erstreckenden, vertikal beweglichen und nach hinten geneigten, zueinander parallelen Tragleisten 106 und andererseits aus zwischen benachbarten Tragleisten angeordneten, sich in horizontaler Richtung erstreckenden, nach hinten geneigten, feststehenden, parallelen Anschlagstangen 108. Die Werkstücke W ruhen auf den beweglichen Tragleisten 106 und liegen an den Längsseitenkanten der feststehenden Stäbe 108 an. Alle vertikal beweglichen Tragleisten 106 stützen sich an ihren beiden Enden auf Stützen 110 ab, die auf zwei zueinander parallelen, seitlichen Hubbalken 112 stehen, die sich im unteren Teil der Ofenkammer 92 längs deren Seitenwänden 86 in horizontaler Richtung erstrecken. Die feststehenden Anschlagstäbe 108 werden von Querträgern 114 getragen, die an ihren einander gegenüberliegenden Enden in den Seitenwänden 86 des Ofens verankert sind.

Wenn die Tragleisten 106 von den Hubträgern 112 um einen ausreichenden Betrag angehoben werden, heben sie die Reihen 104 der Werkstücke W in den Rinnen 102 über die Anschlagkanten der feststehenden Anschlagstäbe 108. Die Werkstücke einer jeden Reihe rollen oder gleiten dann auf die Oberseite des jeweiligen feststehenden Anschlagstabes und gegen den Rand der nächstfolgenden beweglichen Tragleiste 106. Beim nachfolgenden Absenken der Tragleisten in ihre niedrige, eine Rinne bildende Lage gleiten oder rollen die Werkstücke dann auf die Oberseite der nächstfolgenden, benachbarten Tragleiste 106 in der von dieser gebildeten Rinne 102. Auf diese Weise werden die Werkstückreihen 104 schrittweise fortschreitend in der Ofenkammer 92 von einer Rinne zur nächsten weitertransportiert.

Aus der letzten Tragrinne 102 im Ofen rollt oder gleitet die hierin liegende Werkstückreihe 104 von dem feststehenden Anschlagstab 108 dieser letzten Rinne in eine horizontal verlaufende, im Querschnitt V-förmige Austragrinne 116, von der aus sie durch eine Austragöffnung 118 (Fig. 1 und 2) von ge-

ringstmöglichem Querschnitt in der Seitenwand 86 des Ofengehäuses 80 aus dem Ofen F ausgetragen und in einen geeigneten Aufnahme- oder Sammeltrug 120 geleitet werden, aus dem sie von einem an der Schmiedepresse arbeitenden Arbeiter entnommen werden können.

Die vertikale Auf- und Abbewegung der Hubträger 112 zum Weitertransportieren der Werkstückreihen 104 von einer Tragleiste 102 zur nächsten wird durch einen geeigneten Hubmechanismus 130 der Werkstückvorschubeinrichtung 100 bewirkt. Wie insbesondere in Fig. 3 dargestellt ist, weist die Hubvorrichtung 130 zwei vertikal angeordnete Hubstangen 132 auf, die an den einander gegenüberliegenden Enden der Hubträger 112 befestigt sind und diese tragen. Die Hubstangen 132 durchdringen die Bodenwand 90 des Ofengehäuses 80 und sind in Gleitlagern 134 vertikal auf- und abbeweglich geführt, die am Tragrahmen 136 des Ofens montiert sind. Die Hubstangen 132 ruhen mit ihren unteren Enden auf Kurvenscheiben 138, die alle die gleiche Kurvenform haben und in gleicher Lage zueinander ausgerichtet an horizontalen, zueinander parallelen Kurvenscheibenwellen 140 befestigt sind, die sich quer zu den Hubträgern 112 erstrecken und an ihren einander gegenüberliegenden Enden in Lagerkonsolen 142 drehbar gelagert sind, die am Ofenrahmen 136 auskragend befestigt sind. Auf jeder Welle 140 sind in gleicher Lage zueinander Antriebshebel 144 von gleicher Form befestigt, die mit ihren äußeren freien Enden an einem Ende von sich in horizontaler Richtung erstreckenden Antriebsstangen 146 angelenkt sind, deren andere Enden an den einander gegenüberliegenden Enden einer sich in horizontaler Richtung erstreckenden, gemeinsamen Kolbenstange 148 gelenkig angeschlossen sind, die sich von einem hydraulischen Zylinder 150 nach beiden Richtungen hin nach außen erstreckt, wobei der Hydraulikzylinder 150 auf dem Ofenrahmen 136 befestigt ist. Durch Betätigung des Zylinders 150 in einer Richtung werden die Kurvenscheiben 138 so gedreht, daß ihre erhabenen Teile die Hubstangen 132 und Hub-

balken 112 gemeinsam anheben, die dann ihrerseits die Tragleisten 106 der Werkstückrinnen 102 in ihre angehobene Stellung bringen, so daß die Werkstücke von den Rinnentragleisten 106 herunter und auf die feststehenden Anschlagstäbe 108 der Rinnen in eine Stellung rollen oder gleiten können, von der aus sie in die nächstvordere Rinne 102 rollen oder gleiten, wenn die Tragleisten 106 durch Betätigung des Zylinders 150 in die entgegengesetzte Richtung wieder in ihre abgesenkte Lage gebracht werden.

Die Betätigung des Zylinders 150 der Transportvorrichtung 100 zum schrittweisen Fördern der Werkstückreihen 104 durch den Ofen F kann entweder von Hand oder automatisch gesteuert werden, beispielsweise in Abhängigkeit von einem elektrischen Signal, das anzeigt, daß die Abförderrinne 116 des Ofens keine Werkstücke mehr enthält. Die Dauer der schrittweisen Vorschubbewegung der Werkstücke durch die Ofenkammer 92 wird so einreguliert, daß die Werkstücke zu der Zeit, wo sie in die Abförderrinne 116 des Ofens gelangen, sich auf der gewählten Bearbeitungstemperatur T_2 befinden, beispielsweise wenn Stahlknüppel W zu Schmiedestücken geformt werden sollen, auf der Schmiedetemperatur von etwa 1250° K. Ferner wird der Arbeitszyklus der Werkstücktransportvorrichtung 100 so gesteuert, daß er zeitlich im wesentlichen auf die Vorwärmung der Werkstücke in der Induktionsheizspule C zum Vorwärmen auf die Temperatur T_1 und auf die anschließende Förderung dieser Werkstücke in den Ofen abgestimmt ist, um hierdurch sicherzustellen, daß die erste der Werkstückrinnen 106, die jetzt von Werkstücken frei ist, in ihre Werkstückaufnahme-position zurückgekehrt ist, in der sie mit der Werkstückzuführöffnung 98 im Ofen fluchtet und bereit ist, die von der Induktionsheizspule kommenden, vorgewärmten Werkstücke aufzunehmen, bevor der nächste Bearbeitungszyklus des hydraulischen Werkstückvorschubzylinders 68 beginnt.

Ferner wird in der dargestellten, besonderen Ausführungsform, bei der die Werkstücktragrinnen 102 im Ofen F jeweils vier axial aneinanderstoßende und miteinander fluchtende Werkstücke aufnehmen, die Werkstücktransportvorrichtung 100 so gesteuert, daß sie die erste Werkstücktragrinne 102 in ihrer Werkstückaufnahmestellung hält, in der sie mit der Zuführöffnung 98 des Ofens fluchtet, bis zwei aufeinanderfolgende Werkstückeinschubvorgänge des hydraulischen Vorschubzylinders 68 beendet sind, der während seiner Arbeitszyklen nur zwei Werkstücke gleichzeitig in den Ofen fördert.

Sobald die fertig erhitzten Werkstücke W, die sich jetzt auf der gewählten Bearbeitungstemperatur T_2 befinden, die Austragrinne 116 erreicht haben, werden sie einzeln durch die Austragöffnung 118 aus der Rinne und aus dem Ofen F ausgetragen und in den Aufnahme- oder Sammeltrug 120 gefördert, aus dem sie von dem Bedienungsmann der Schmiedepresse entnommen werden können. Die auf die Temperatur T_2 fertig erhitzten Werkstücke können mit jeder geeigneten Vorrichtung aus der Austragrinne 116 des Ofens F ausgetragen werden, beispielsweise mit einer Stoßstange 152 (Fig. 2), die mit der Öffnung 154 in der Ofenseitenwand 86 fluchtet und durch diese hin- und herschiebbar ist und die sich in einer Flucht mit der in der Austragrinne 116 liegenden Werkstückreihe 104 befindet. Die Stoßstange 152 kann entweder von Hand oder, wie dargestellt, selbsttätig mit Hilfe eines Hydraulikzylinders 156 betätigt werden, dessen Kolbenstange als Stoßstange 152 dient und die langsam oder in aufeinanderfolgenden Schritten bei ihrem Werkstückausstoßhub vorläuft, um die Werkstücke einzeln aus der Austragrinne 116 auszutragen und in den Sammeltrug 120 zu fördern, wobei diese Abförderung zeitlich auf die Verweilzeit der Werkstücktransportvorrichtung 100 abgestimmt ist.

Man erkennt aus der vorhergehenden Beschreibung, daß die Vorrichtung nach der Erfindung in einer entweder von Hand oder automatisch gesteuerten Weise arbeitet, um einen im wesentlichen gleichmäßigen Vorschub von Werkstücken oder Knüppeln W aus magnetischem Metall zu erreichen, die auf eine Schmiedetemperatur oder eine andere, erhöhte Bearbeitungstemperatur T_2 durch ein hochwirksames, zweistufiges Anwärmverfahren nach der Erfindung erhitzt wurden. Durch Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung steht ein Anwärmsystem zur Verfügung, das einen erheblich höheren Gesamtwirkungsgrad hat und Mindestersparnisse von etwa 25 % an Kosten für elektrische Energie bringt gegenüber den begleitenden Energiekosten der früheren Anwärmssysteme, bei denen magnetische Metallwerkstücke nur durch induktive Heizmethoden auf ihre Schmiedetemperatur erhitzt wurden.

In den Fig. 5 bis 7 ist eine abgewandelte Ausführungsform der Vorrichtung zum Ausführen des zweistufigen Erhitzungsverfahrens nach der Erfindung dargestellt, bei der magnetische Metallwerkstücke W' von etwas größerer Länge als die in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Werkstücke W auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur T_2 erhitzt werden. Diese abgewandelte Vorrichtung unterscheidet sich von der Vorrichtung nach den Fig. 1 bis 4 hauptsächlich durch die Form der Induktionsheizspule C' , die zum Vorwärmen der Werkstücke W auf die Vorwärmtemperatur T_1 verwendet wird und durch die Vorschubeinrichtung zum Vorschieben und Austragen der Werkstücke aus der Heizspule C' und in den Ofen F, in dem die Werkstücke auf ihre Bearbeitungsendtemperatur T_2 gebracht werden.

Bei dieser Ausführungsform hat die Induktionsheizspule C' eine ovale Gestalt mit vielen Windungen, bei der ein hohler elektrischer Leiter in mehreren Windungen 160 von flacher, ovaler Form, wie in Fig. 7 gezeigt, aufgewickelt und, wie die Spule C, an ihren Enden mit einem Kühlmittelinlaß 34 und einem Kühlmittelauslaß 36 versehen ist. Wie bei dem zuvor be-

schriebenen Ausführungsbeispiel bilden der Einlaß 34 und der Auslaß 36 Leiteranschlüsse zum Anschließen der gesamten Spulenlänge mit Hilfe eines elektrischen Stromkreises 38 an eine Hochfrequenzwechselstromquelle 40, die die Spule C' während des Betriebes der Vorrichtung kontinuierlich mit Strom versorgt.

Die Spulenwindungen 160 sind in einem Körper 162 aus feuerfestem Material eingebettet, in dem ein langgestreckter, schlitzförmiger Werkstückaufnahmekanal 164 etwa in der Axialebene P der Spulenwindungen angeordnet ist. Der Kanal 164 durchdringt den feuerfesten Körper 162 von einem Ende der Spulenwindungen zum anderen Ende und ist auf einander gegenüberliegenden Seiten offen, wo er eine Eintrittsöffnung 166 und eine Austrittsöffnung 168 bildet. Die Heizspule C' ist im Vorrichtungsrahmen 50 so montiert, daß sich der Werkstückaufnahmekanal 164 und die Mittelebene P der Spule in einer leicht geneigten oder schrägen Lage befinden, so daß die Werkstücke W' infolge ihrer Schwerkraft in dem geneigten, schlitzförmigen Spulenkanal 164 von dessen oberem Ende 170 zu seinem unteren Ende 172 rollen oder gleiten können.

Die Werkstücke W' werden in den Spulenkanal 164 so eingeführt, daß sie unmittelbar aneinanderliegen und schrittweise im Spulenkanal zu dessen unterem Rand rollen.

Während ihrer schrittweisen Rollbewegung in dem geneigten Spulenkanal 164 werden die Werkstücke von der mit Strom gespeisten Spule C' fortschreitend auf die vorerwähnte Vorwärmtemperatur T_1 erwärmt. Zu diesem Zeitpunkt wird dann jedes so vorgewärmte Werkstück mit einem Ende voran sofort in den Ofen F überführt, in dem die Werkstücke auf ihre erhöhte Bearbeitungs- oder Schmiedeendtemperatur T_2 in der gleichen Weise erhitzt werden, wie dies in den Fig. 1 bis 4 dargestellt worden ist.

Der Längstransport der Werkstücke in den Ofen kann mit einer hin- und herbeweglichen Stoßstange 174 ausgeführt werden, die mit Gleitlagern 176 im Vorrichtungsrahmen 50 mit dem untersten Werkstück im Spulenkanal 164 fluchtend gelagert ist. Die Stoßstange 174 kann mit einem Verbindungsstück 178 an die Kolbenstange 180 eines Hydraulikzylinders 182 angeschlossen sein, der im Vorrichtungsgehäuse 50 derart montiert ist, daß sich die Stoßstange 174 so hin- und herbewegen kann, daß sie gegen die Stirnseite des untersten Werkstückes in dem geneigten Spulenkanal 164 stößt und dieses aus dem Spulenkanal durch die Führungsrinne 62 und die Eingangsöffnung 98 in der Ofenseitenwand 86 in den Ofen F schiebt.

Im normalen Betrieb der in den Fig. 5 bis 7 dargestellten Vorrichtung werden die Werkstücke W' einzeln aufeinanderfolgend vollständig in das obere Ende 170 des schlitzförmigen Spulenkanales 164 durch dessen offene Einführöffnung 166 von der Vorschubvorrichtung A' eingeschoben, die eine geneigte Förderrinne 184 aufweist, in der mehrere Werkstücke W' parallel nebeneinander gehalten werden, so daß sie schrittweise die Rinne herunterrollen können. Die Werkstücke werden intermittierend gelöst, so daß sie die Rinne nacheinander hinunterrollen. Sie werden dann einzeln vom unteren Ende der Rutsche ausgetragen und stoßen gegen einen auf der Rutsche angeordneten Begrenzungsanschlag 186, wo das ausgetragene Werkstück in einer Stellung positioniert wird, in der es in das obere Ende 170 des geneigten Spulenkanales 164 in Längsrichtung hineingleiten kann. Die Werkstücke W' in der Förderrinne 184 werden dort normalerweise von einem geeigneten Auslösemechanismus in Stellung gehalten, der Auslösefinger 188 aufweist, die normalerweise über den Rinnenboden vorstehen und die Werkstücke in der Rinne in Stellung halten. Die Auslösefinger werden periodisch unter die Oberfläche des Rinnenbodens zurückgezogen, um die Werkstücke in der Rinne freizugeben, so daß diese schrittweise die Rinne abwärtsrollen können. Hierbei wird das unterste Werkstück in der Rinne so ge-

löst, daß es sich gegen den Anschlag 186 legt und in eine genau fluchtende Einschublage kommt, in der es mit einem Ende voran in das obere Ende des geneigten Spulenkanales 164 eingeschoben werden kann.

Der Längsvorschub des am Anschlag 186 anliegenden Werkstückes in den Spulenkanal 164 kann mit der Kolbenstange 190 eines Hydraulikzylinders 192 bewirkt werden, der im Vorrichtungsgehäuse 50 montiert ist. Die Kolbenstange 190 stößt gegen das Ende des Werkstückes W', das am Anschlag 186 anliegt, und fluchtet mit diesem Werkstück, so daß die Kolbenstange das Werkstück mit einem Ende voran in das obere Ende des Spulenkanales schieben kann, sobald der Zylinder 192 betätigt wird.

Die Werkstückauswerf- und -einschubzylinder 182 bzw. 192 werden so gesteuert, daß sie zeitlich genau aufeinander und auf den Transport der Werkstücke W' durch den Ofen F mit Hilfe der Transportvorrichtung 100 abgestimmt sind. Zu diesem Zweck wird der Vorschub eines jeden vorgewärmten Werkstückes W', das sich am unteren Ende des Spulenkanales 164 befindet, in den Ofen F von dem Hydraulikzylinder 182 nur dann eingeleitet, nachdem und sobald die Werkstücktransportvorrichtung 100 des Ofens ihren Rückhub vollendet hat, der auf einen ihrer schrittweisen Vorwärtshübe folgt. Hierdurch wird sichergestellt, daß die erste der Werkstücktragrinnen 102 im Ofen von Werkstücken entleert worden ist und sich in ihrer richtigen Werkstückaufnahmestellung gegenüber der Werkstückeinführöffnung 98 des Ofens befindet.

In ähnlicher Weise erfolgt der Vorschub eines Werkstückes in das obere Ende 170 des Spulenkanales 164 mit Hilfe des Hydraulikzylinders 192 nur dann, nachdem der Werkstückvorschubzylinder 182 und die von diesem hin- und herbewegte Stoßstange 174 in ihre zurückgezogene Lage zurückgekehrt sind, die dem Verschieben eines Werkstückes mit Hilfe dieses Zylinders

ders aus dem Spulenkanal 164 in den Ofen folgt. Hierbei können dann einige Werkstücke W' im Spulenkanal bei einem ihrer Vorschubschritte in diesem Kanal abwärtsrollen und hierbei einen werkstückfreien Aufnahmeraum am oberen Ende 170 des Spulenkanales schaffen, so daß das nächste Werkstück von dem Hydraulikzylinder 192 in diesen Spulenkanal eingeführt werden kann.

Um diese oben beschriebene Zeitfolge des Betriebes der Werkstücktransportvorrichtung 100 und der hydraulischen Vorschubzylinder 182 und 192 für das Werkstück sicherzustellen, sind nicht näher dargestellte, geeignete Steuervorrichtungen vorgesehen, die den Fachleuten an sich bekannt sind und hier nicht näher beschrieben werden müssen.

Annähernd sofort nach dem Übergang der auf die Vorwärmtemperatur T_1 erhitzten Werkstücke W' aus der Induktionsheizspule C' in den Ofen F werden diese im Ofen während ihres schrittweisen Durchlaufes durch die Ofenkammer 92 auf ihre gewählte Bearbeitungs- oder Schmiedeendtemperatur T_2 in gleicher Weise nacherhitzt, wie dies in den Fig. 1 bis 4 gezeigt wurde. Sobald sie ihre Endlage oder Austragsposition in der Ofenkammer 92 erreicht haben, in der sie mit der Ofenaustragsöffnung 118 fluchten, haben die nacherhitzten Werkstücke ihre gewählte Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur erreicht und werden mit einem Ende voran aus dem Ofen ausgetragen und in den Sammeltrug 120 ausgeworfen. Ebenso wie bei der Vorrichtung nach den Fig. 1 bis 4 werden die erhitzten Werkstücke von dem Hydraulikzylinder 156 aus dem Ofen ausgetragen, dessen Kolbenstange 152 durch die Ofenöffnung 154 hin- und herfährt und hierbei gegen das stirnseitige Ende des Werkstückes stößt und dieses aus dem Ofen und in den Trog 120 befördert.

Die abgewandelte Form der in den Fig. 8 und 9 gezeigten Vorrichtung zum Ausführen des Werkstückanwärmverfahrens nach der Erfindung ist der in den Fig. 5 bis 7 dargestellten Vorrich-

tung ähnlich, jedoch so ausgebildet, daß sie nur einen ausgewählten Teil L' (Fig. 9) der Gesamtlänge L der Werkstücke W' auf eine erhöhte Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur T_2 erwärmt, wenn nur die so erwärmten Teillängen L' der Werkstücke bearbeitet oder geschmiedet werden sollen. Zu diesem Zweck wird die Hublänge der Kolbenstange 190 des Werkstückvorschubzylinders 192 der Werkstückvorschubeinrichtung A' so gewählt, daß aufeinanderfolgende Werkstücke mit einem Ende voran um den beschriebenen Betrag vorgeschoben werden, um nur die ausgewählte Teillänge L' der Werkstücke in den Kanal 164 der Induktionsheizspule einzuführen und den übrigbleibenden Teil der Gesamtlänge der Werkstücke vollständig außerhalb der wirksamen Induktionsheizzone der Spule C' zu lassen, wie dies in Fig. 9 dargestellt ist. In ähnlicher Weise wird der Vorschubhub der Kolbenstange 180 des Hydraulikzylinders 132 so gewählt, daß aufeinanderfolgende Werkstücke W' aus der Induktionsheizspule C' in den Ofen F um den vorgeschriebenen Abstand gefördert werden, um nur die gewählte Teillänge L' der Werkstücke in die Ofenheizkammer 92 einzuführen, während der übrige Teil der Werkstücklänge vollständig außerhalb der Heizkammer bleibt. Um den schrittweisen Transport der Werkstücke W' durch die Ofenkammer 92 mit der Werkstücktransportvorrichtung 100 zu ermöglichen, ist die Ofenseitenwand 86, die der Spule C' zugewandt ist, anstelle der nur kleinen Werkstückeinführöffnung mit einer sich horizontal erstreckenden, schlitzförmigen Werkstückeinführ- und -transportöffnung von genügender Höhe und horizontaler Länge versehen, um darin die Teile der Werkstücke, die über die Ofenkammer 92 beim Transport der Werkstücke mit der Transportvorrichtung 100 durch den Ofen über die Ofenkammer herausstehen, darin unterbringen zu können. Der Ofen F und die Werkstücktransportvorrichtung 100 sind bei der Vorrichtung nach den Fig. 8 und 9 im wesentlichen die gleichen wie bei der Vorrichtung nach den Fig. 1 bis 7 mit Ausnahme der Transportrichtung der Werkstücke W' durch die Ofenkammer 92, die bei der Vorrichtung nach den Fig. 8 und 9 gegenüber der Vorrichtung nach den Fig. 1 bis 7 umgekehrt ist.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern es sind mehrere Änderungen und Ergänzungen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

A n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Erhitzen von Werkstücken (W) aus einem magnetischen oder magnetisierbaren Metall auf eine wählbare, erhöhte Bearbeitungstemperatur, die erheblich oberhalb der Curiepunkt-Temperatur des Werkstückmetalls liegt, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke (W) in einer Induktionsheizspule (C), die von einer elektrischen Hochfrequenzstromquelle (40) mit vergleichsweise niedrigem Frequenzniveau versorgt wird, zunächst induktiv auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) vorgewärmt werden, die nicht nennenswert höher ist als die Curiepunkt-Temperatur des Werkstückmetalles, und daß die Werkstücke (W) dann sofort in einem elektrischen Hochleistungsstrahlheizofen (F) auf die gewählte Bearbeitungstemperatur (T_2) nacherhitzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück während seiner anfänglichen induktiven Vorwärmung auf eine Vorwärmtemperatur erhitzt wird, die geringfügig über der Curiepunkt-Temperatur des Werkstückmetalles liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück aus Stahl besteht und in dem Ofen auf eine Schmiedetemperatur von etwa 1250° K nacherhitzt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück aus Stahl besteht und induktiv auf eine Vorwärmtemperatur von etwa 776° K vorgewärmt wird.
5. Verfahren zum Erhitzen eines Werkstückes (W) aus magnetischem oder magnetisierbarem Metall auf eine wählbare, erhöhte Bearbeitungstemperatur, die wesentlich über der Temperatur liegt, bei der das Metall in einen nichtmagnetischen Zustand übergeht.

schen Zustand übergeht, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke (W) zunächst induktiv auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) vorgewärmt werden, die annähernd diejenige Temperatur ist, bei der das Metall des Werkstückes in einen nichtmagnetischen Zustand übergeht, und daß dann das vorgewärmte, im nichtmagnetischen Zustand befindliche Werkstück in der Heizkammer eines elektrischen Hochleistungsstrahlheizofens vom Spalttyp auf die erhöhte Bearbeitungstemperatur (T_2) nacherhitzt wird.

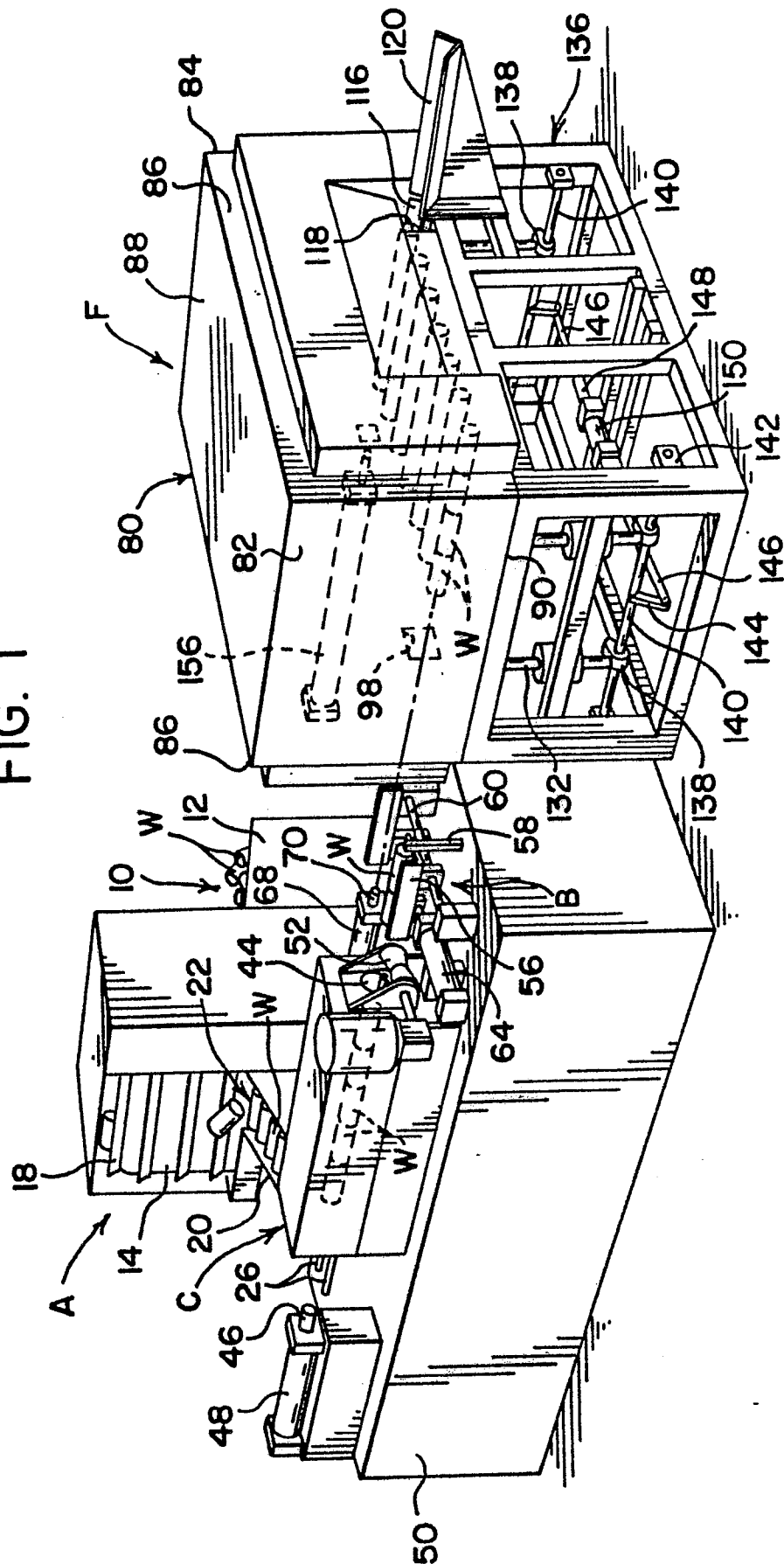
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück während seiner anfänglichen induktiven Vorwärmung auf eine Vorwärmtemperatur erhitzt wird, die geringfügig oberhalb der Temperatur liegt, bei der das Metall des Werkstückes in einen nichtmagnetischen Zustand umgewandelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Induktionsheizspule (C) mehrere Werkstücke (W) nacheinander auf die Vorwärmtemperatur (T_1) induktiv vorgewärmt werden und danach, sobald sie diese Vorwärmtemperatur annähernd erreicht haben, sofort aufeinanderfolgend von der Induktionsheizspule in die Heizkammer des Ofens überführt und dort auf die ausgewählte, erhöhte Bearbeitungstemperatur (T_2) nacherhitzt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß nur eine Teillänge des Werkstückes in einer Induktionsheizspule auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) vorgewärmt wird, die nicht wesentlich höher ist als die Curiepunkt-Temperatur des Werkstückmetalles, und daß dann nur die vorgewärmte Teillänge des Werkstückes in der Heizkammer eines hochwirksamen Elektrostrahlheizofens auf die erhöhte Bearbeitungstemperatur (T_2) nacherhitzt wird.

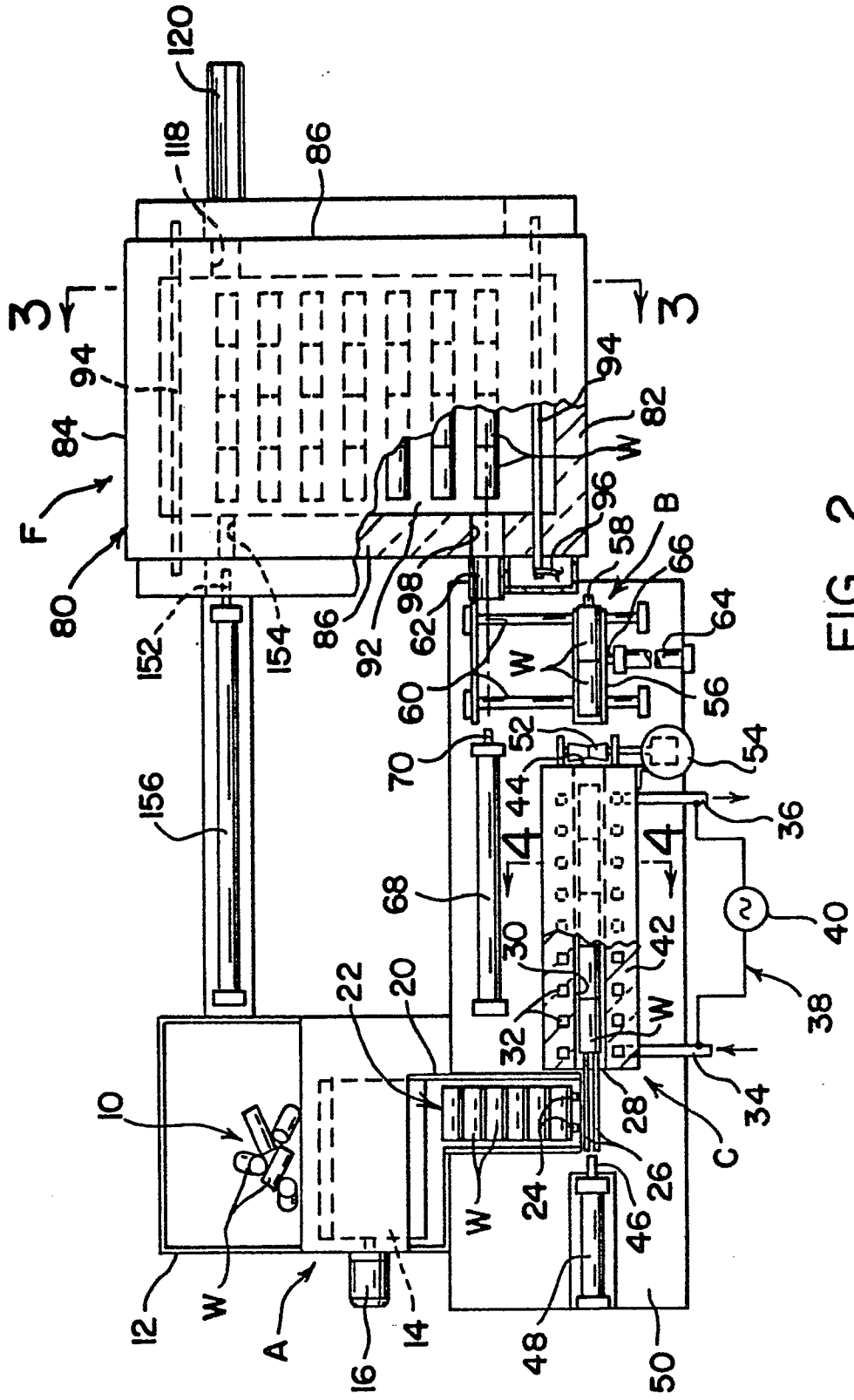
9. Vorrichtung zum Erhitzen von Werkstücken (W bzw. W') aus einem magnetischen bzw. magnetisierbaren Metall auf eine wählbare, erhöhte Bearbeitungstemperatur, die wesentlich oberhalb der Curiepunkt-Temperatur des Metalles liegt, aus dem die Werkstücke hergestellt sind, mit einer elektrischen Induktionsheizvorrichtung, insbesondere zum Ausüben des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Induktionsheizvorrichtung (C) zum Vorwärmen der Werkstücke (W bzw. W') auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) eine Strahlungsheizvorrichtung (F) zum Nacherhitzen der Werkstücke (W bzw. W') auf die gewählte Bearbeitungstemperatur (T_2) nachgeschaltet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktionsheizvorrichtung eine Induktionsheizspule (C) mit einem Werkstückaufnahmekanal (30) zum Durchschieben der Werkstücke (W bzw. W') und eine elektrische Hochfrequenzstromquelle (40) mit verhältnismäßig niedrigem Frequenzpegel für die Stromversorgung der Spule (C) aufweist und daß die Strahlungsheizvorrichtung ein elektrischer Hochleistungsstrahlungsheizofen (F) ist, der elektrische Heizelemente (94) und eine Fördervorrichtung (100) aufweist, die die Werkstücke (W) während ihrer Nacherhitzung durch die Ofenkammer (92) in eine Austragrinne (116 bzw. 120) fördert.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktionsheizvorrichtung eine Vorschubeinrichtung (46, 48 bzw. 190, 192) zum allmählichen Ein- und Durchschieben durch den Werkstückaufnahmekanal (30) aufweist und daß zwischen Induktionsheizvorrichtung und Strahlungsheizvorrichtung Transportmittel (B) zum Überführen der vorgewärmten Werkstücke (W, -W') aus der Induktionsheizvorrichtung in die Strahlungsheizvorrichtung vorgesehen sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlungsheizofen (F) eine Einführöffnung (98) für die Werkstücke (W) aufweist, die nicht viel größer ist als der Querschnitt eines Werkstückes (W).
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Transportmittel (B) eine erste, von einem Hydraulikzylinder (48) betätigte Vorrichtung (46) zum Erfassen und Austragen des vorgewärmten Werkstückes (W) aus dem Spulenkanal (30) sowie einen Kreuzschlitten (56) aufweist, der quer zum Spulenkanal (30) zwischen einer zurückgezogenen Stellung zur Aufnahme des vorgewärmten Werkstückes (W) bei dessen Austrag aus dem Spulenkanal (30) und einer vorgeschobenen Stellung hin- und herschiebbar ist, in der er das vorgewärmte Werkstück (W) in einer Ofeneinschubposition in Stellung bringt, die der Ofeneinlaßöffnung (98) gegenüberliegt und mit dieser fluchtet, und daß Schlittenbetätigungsmittel (64, 66) vorgesehen sind, mit denen der Querschlitten (56) zwischen einer zurückgezogenen und einer vorgeschobenen Stellung hin- und herbewegbar ist, und daß eine zweite, von einem Hydraulikzylinder (68) betätigte Vorrichtung (70) vorgesehen ist, die betätigt werden kann, wenn der Querschlitten (56) sich in seiner vorgeschobenen Lage befindet, um das vorgewärmte Werkstück (W) von dem Querschlitten (56) zu erfassen und durch die Ofeneintrittsöffnung (98) in die Ofenkammer (92) vorzuschieben.
14. Vorrichtung zum Erhitzen einer Teillänge eines langgestreckten Werkstückes (W') aus magnetischem oder magnetisierbarem Metall auf eine wählbare, erhöhte Bearbeitungstemperatur, die wesentlich oberhalb der Curiepunkt-Temperatur des Werkstückmetalles liegt, mit einer Induktionsheizvorrichtung, insbesondere zum Ausüben des

Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktionsheizvorrichtung eine Induktionsheizspule (C') von abgeflachter, ovaler Gestalt aufweist, die einen schlitzförmigen Spulenkanal (164) hat, der an mindestens einem Ende der Spule (C') offen ist und in dem die Werkstücke (W') quer zu ihrer Längsrichtung schrittweise verschiebbar sind und auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) gebracht werden, die nicht wesentlich höher ist als die Curiepunkt-Temperatur, und daß eine Werkstückvorschubeinrichtung (190, 192) zum Längsverschieben der langgestreckten Werkstücke (W') vorgesehen ist, mit der die Werkstücke mit ihren Teillängenenden voran in das offene Ende des Spulenkanals (164) derart eingeschoben werden können, daß sich nur diese Teillängenenden der Werkstücke (W') in dem Spulenkanal (164) befinden, und daß eine elektrische Hochfrequenzstromquelle (40) mit einem verhältnismäßig niedrigen Frequenzpegel zur Stromversorgung der Spule (160) und Transportmittel (174, 180, 182) vorgesehen sind, mit denen nur das vorgewärmte Teillängenende jedes Werkstückes (W') in die Heizkammer (92) eines elektrischen Strahlheizofens (F) eingeführt wird, in der sie auf ihre Bearbeitungstemperatur (T_2) nacherhitzt werden, und daß die Heizkammer (80) des Strahlungsheizofens eine schlitzförmige Einführöffnung (194) aufweist, in der die eingeführten Werkstücke (W') seitlich bewegbar sind, wenn ihre Teillängenenden beim Nacherhitzen auf die Bearbeitungstemperatur (T_2) von einer Fördervorrichtung (100) quer durch die Heizkammer (80) zu einer Werkstückaustragrinne (120) transportiert werden.

FIG. 1





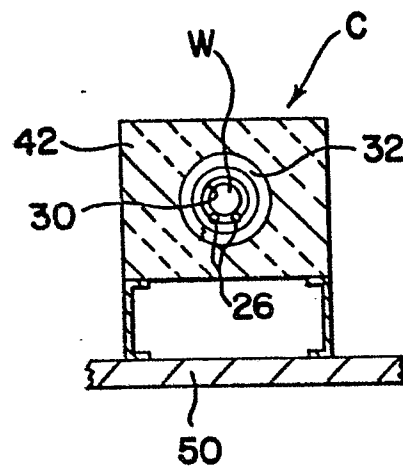


FIG. 4

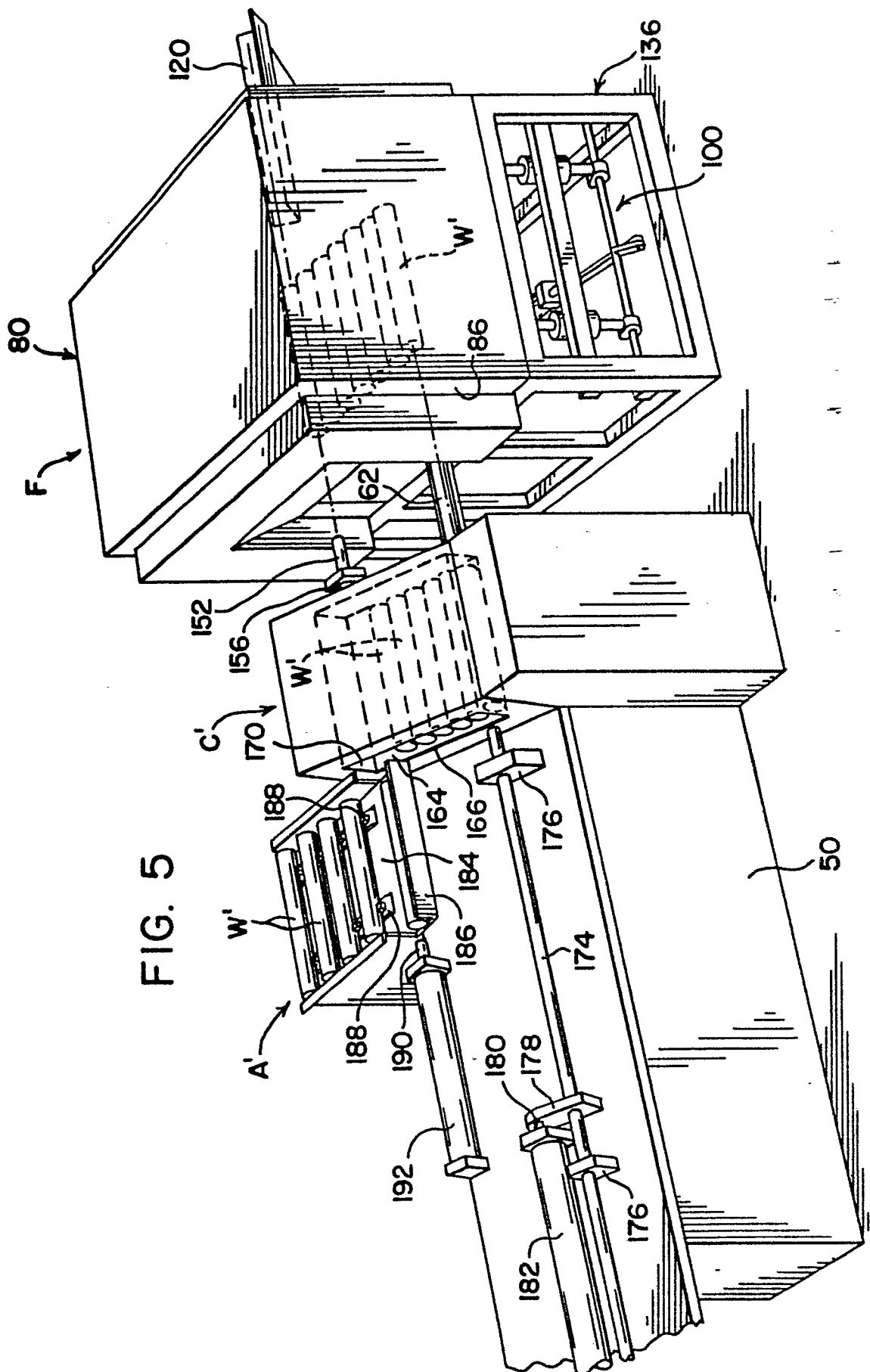


FIG. 5

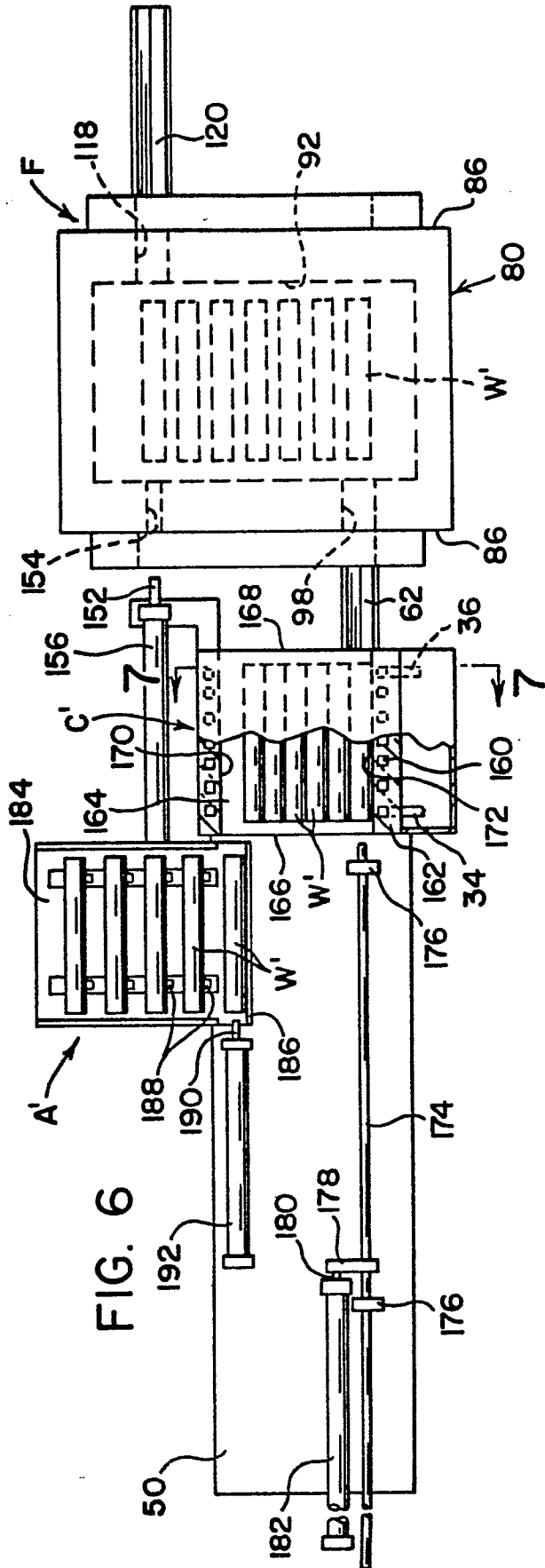


FIG. 6

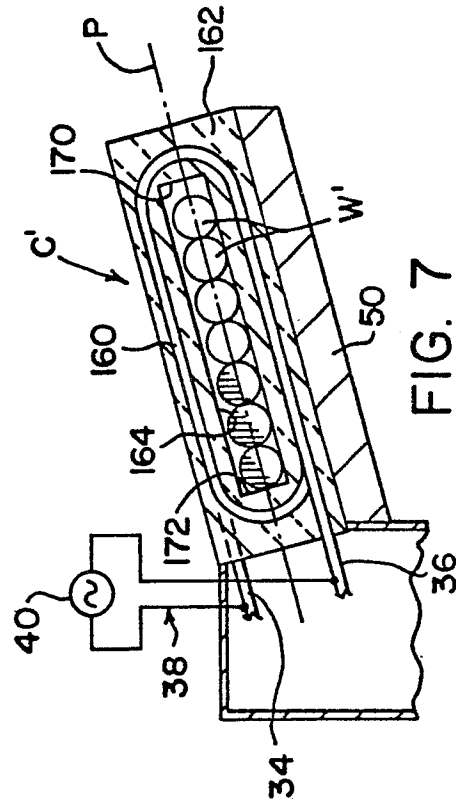
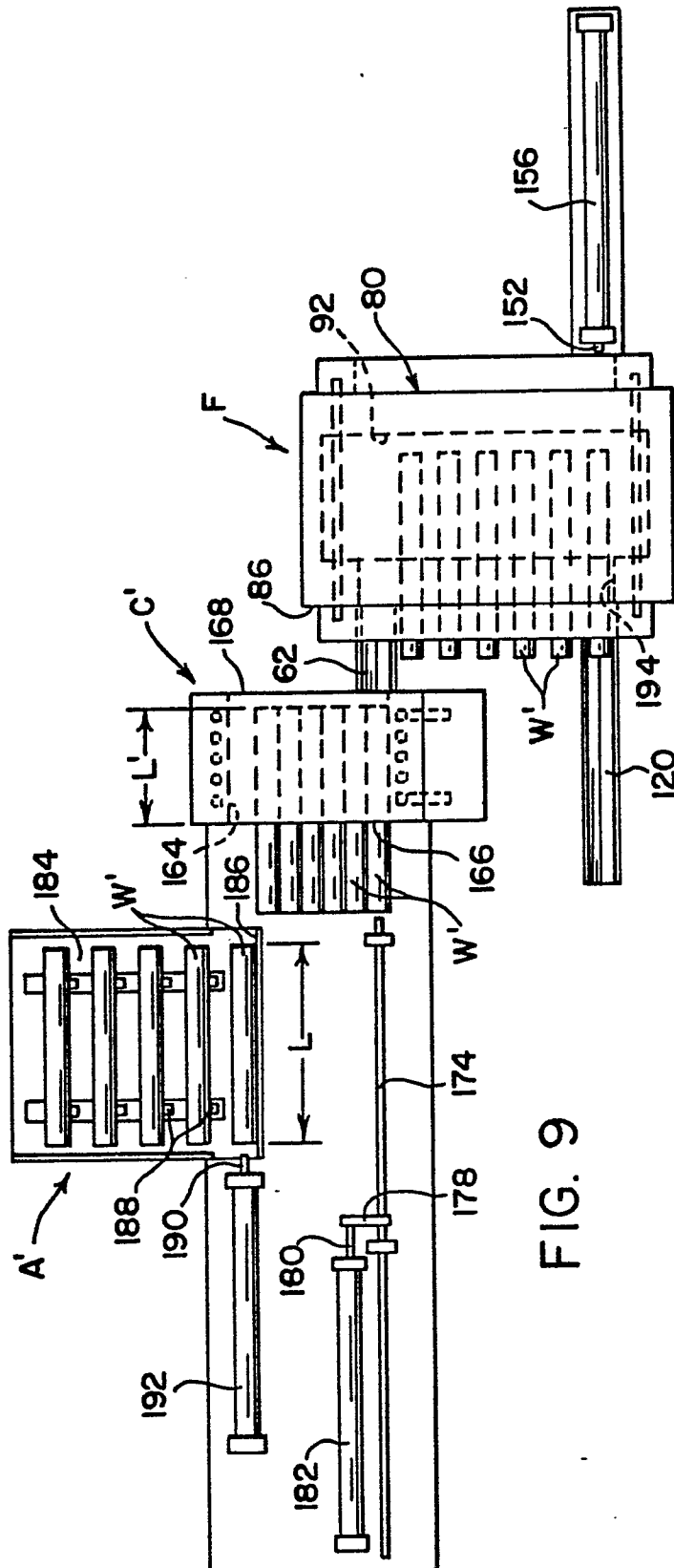


FIG. 7

[illegible]

Pr 40351



୧
୮
୮

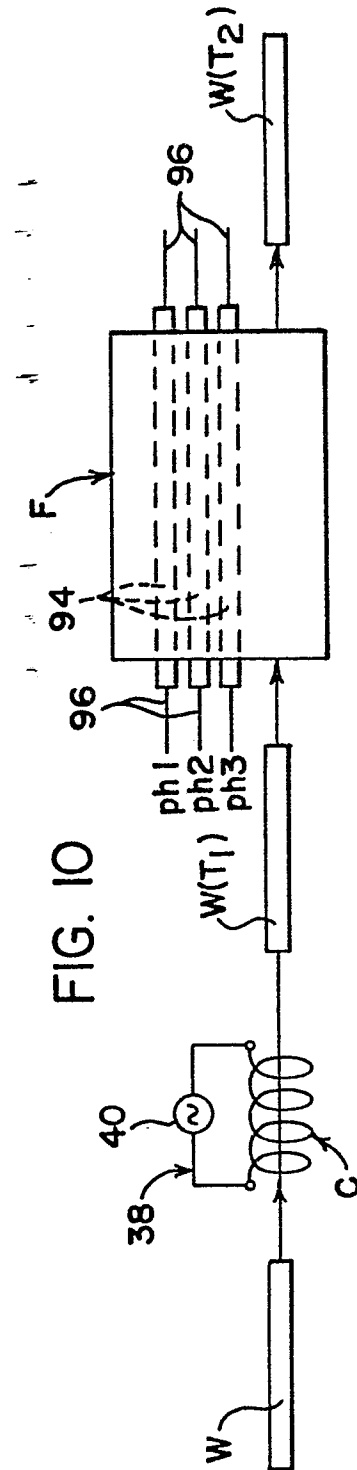


FIG. 10