

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87114449.9

51 Int. Cl.4: **B21B 1/46**

22 Anmeldetag: 03.10.87

30 Priorität: 06.11.86 DE 3637893

71 Anmelder: **SMS SCHLOEMANN-SIEMAG**  
**AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Eduard-Schloemann-Strasse 4**  
**D-4000 Düsseldorf 1(DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 11.05.88 Patentblatt 88/19

72 Erfinder: **Rohde, Wolfgang, Dr.**  
**Heerstrasse 43**  
**D-4047 Dormagen 11(DE)**  
 Erfinder: **Seidel, Jürgen**  
**Feuerdornweg 8**  
**D-5910 Kreuztal(DE)**

64 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

74 Vertreter: **Müller, Gerd et al**  
**Patentanwälte**  
**HEMMERICH-MÜLLER-GROSSE-POLLMEIER--**  
**MEY Hammerstrasse 2**  
**D-5900 Siegen 1(DE)**

54 **Bandgiessanlage mit nachgeordnetem mehrgerüstigen Kontiwalzwerk.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur Herstellung von warmgewalztem Stahlband (7) aus einem bandförmig stranggegossenen Vormaterial (3) in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten, wobei das bandförmige Vormaterial (3) nach Erstarrung auf Warmwalztemperatur gebracht und zum Auswalzen zu Fertigband (7) in ein Walzwerk (6) eingeführt wird, wobei das Auswalzen kontinuierlich in maximal drei oder vier Walzgerüsten (6', 6'', 6''') bei möglichst hohen Stichabnahmen erfolgt. Dabei wird in den ersten zwei Gerüsten (6', 6'') mit in etwa maximalem Walzmoment und großem Arbeitswalzendurchmesser gearbeitet.

EP 0 266 564 A2

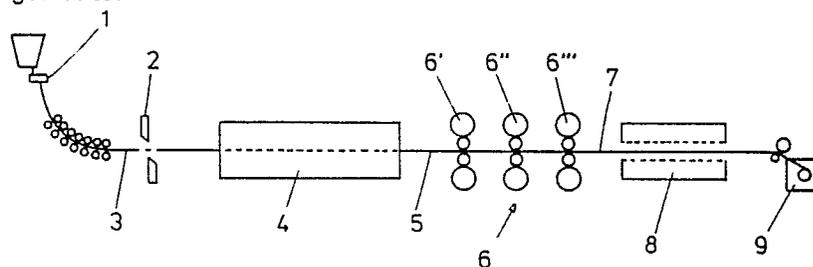


FIG. 1

### Bandgießanlage mit nachgeordnetem mehrgerüstigen Kontiwalzwerk

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur Herstellung von warmgewalztem Stahlband aus einem bandförmig stranggegossenen Vormaterial in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten, wobei das bandförmige Vormaterial nach Erstarrung auf Warmwalztemperatur gebracht und zum Auswalzen zu Fertigband in ein mehrgerüstiges Walzwerk eingeführt wird.

Zwar ist schon früher versucht worden, aus Stranggießanlagen austretendes Vormaterial kontinuierlich weiterzuwalzen. Die dabei jedoch auftretenden Schwierigkeiten ergeben sich vor allem deshalb, weil die maximale Gießgeschwindigkeit, mit der der Gießstrang die Stranggießanlage verläßt, viel geringer ist als die niedrigst mögliche Walzgeschwindigkeit einer herkömmlichen, beispielsweise sieben Walzgerüste umfassenden Walzstraße.

Das als Strang gegossene bandförmige Vormaterial hat im allgemeinen eine Dicke im Bereich zwischen 25 bis 60 mm. Geht man beispielsweise von einer Gießgeschwindigkeit von etwa 0,13 m/s bei einer mittleren Banddicke von 40 mm aus und unterstellt, daß das Band bis auf 2 mm heruntergewalzt werden soll, dann bedeutet das eine zwanzigfache Veränderung. Im Konti-Betrieb unter der Voraussetzung, daß die Gießgeschwindigkeit gleich der Einlaufgeschwindigkeit in das erste Gerüst ist, würde sich bei einer Tandemstraße mit sieben Gerüsten eine Austrittsgeschwindigkeit nach dem letzten Gerüst in Höhe von 2,67 m/s ergeben. Die minimale Austrittsgeschwindigkeit bei einer Endwalzdicke von 2 mm beträgt aber ungefähr 10 m/s, da bei niedrigeren Geschwindigkeiten eine zu große Temperaturabnahme das Walzen unmöglich macht. Zur Lösung dieser Probleme wurden bisher zwei Wege beschritten. Der eine Weg sah vor, daß eine mehrgerüstige Konti-Straße durch eine Hochverformungsmaschine (beispielsweise ein Planetenwalzwerk) ersetzt wird, die mit einer geringen Eintrittsgeschwindigkeit in das Walzgerüst arbeitet und mit der eine hohe Stichabnahme erzielt werden kann (vgl. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 107. Jg., Seite 149). Mit einer derartigen sehr teuren Sonderkonstruktion konnten aber bisher keine befriedigenden Ergebnisse erzielt werden, da insbesondere keine homogene Walzqualität erzeugt werden kann.

Ein aus der deutschen Offenlegungsschrift 32 41 745 bekanntes Verfahren sieht zur Problemlösung vor, daß der bandförmige Gießstrang zu einem Bund aufgewickelt und nach Erwärmung wieder abgewickelt einem Walzwerk zum Auswalzen zu Endquerschnitten zugeführt wird. Das Walzwerk ist dabei als Steckelwalzwerk oder Fertiggerüstgruppe eines Warmbandwalzwerkes ausge-

bildet. Nachteil dieser bekannten Anlage ist in erster Linie der hohe Investitionsaufwand für eine mehrgerüstige Tandem-Straße, deren Kosten sich auf weit über 100 Millionen DM belaufen. Derartig hohe Kosten sind nur zu vertreten, wenn die Konti-Straße voll ausgelastet wird; deshalb wird in der genannten Druckschrift auch vorgeschlagen, der Konti-Straße eine mehradrige Stranggießanlage vorzuordnen. Dadurch erhöht sich aber der Gesamtaufwand und auch das Ausbringvermögen der Gesamtanlage, was in vielen Anwendungsfällen gar nicht benötigt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung von warmgewalztem Stahlband und eine Bandgießanlage mit nachgeordnetem Warmbandwalzwerk vorzustellen, womit die genannten Nachteile vermieden und die Schwierigkeiten ausgeräumt werden können und womit auch bei kleineren Produktionsmengen wirtschaftlich, d.h. mit hoher Auslastung gearbeitet werden kann und insbesondere nur geringe Investitionskosten erforderlich sind.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt für das Verfahren erfindungsgemäß dadurch, daß das Auswalzen zu Fertigband kontinuierlich in maximal drei oder vier Walzgerüsten mit möglichst hohen Stichabnahmen erfolgt, ohne daß zusätzliche Aufwendungen für andere Einrichtungen notwendig werden, wobei mit den dreibis viergerüstigen Straßen die gleiche Abnahme wie mit einer herkömmlichen sechs-bis siebengerüstigen Straße erreicht wird. Die Investitionskosten für die Kontistraße können auf diese Weise sogar erheblich gesenkt werden, bei gleichzeitiger Anpassung der technologisch gegebenen Walzgeschwindigkeit an die Gießgeschwindigkeit.

Die Fachwelt war bisher der Meinung, daß dieser Weg nicht gangbar sei, da befürchtet wurde, daß mit einer Verringerung der Gerüstzahl und der Erhöhung der Abnahme pro Stich die technologischen Randbedingungen nicht mehr erfüllt sein würden. Diese sind im wesentlichen das maximal übertragbare Drehmoment, die maximal übertragbare Walzkraft (Linienbelastung zwischen Stützwalze und Arbeitswalze sowie Gerüstausslegung) und der Greifwinkel im Walzspalt. Infolge der höheren Stichabnahme und der geringeren Wärmeverluste bei verringerter Gerüstzahl kann aber nun gemäß der Erfindung die Walzgeschwindigkeit stark gesenkt werden (von ca. 10-11 auf 4-6 m/s), wodurch sich eine Reduzierung der Gesamtantriebsleistung und eine Verminderung des Anlagenverschleißes ergibt, d.h. eine Senkung der Kosten auf der elektrischen und mechanischen Seite.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß in den ersten zwei Gerüsten mit in etwa maximalem Walzmoment und großem Arbeitswalzendurchmesser gearbeitet wird. Dabei werden die Arbeitswalzen angetrieben. Die Zunahme des Greifwinkels infolge größerer Abnahme wird dabei durch die Vergrößerung des Arbeitswalzendurchmessers und durch die Absenkung der Walzgeschwindigkeit kompensiert, da bekanntermaßen das Greifvermögen mit sinkender Walzgeschwindigkeit ansteigt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung erfolgt bei dem dritten und/oder vierten Gerüst der Antrieb über die Stützwalzen. Insbesondere bei sehr kleinen Endquerschnitten unter 2 mm ist eine derartige Betriebsweise sinnvoll.

Mit Vorteil ist vorgesehen, daß das Vormaterial vor Einführung in die Walzstraße zwischengespeichert wird. Auf diese Weise können die technologisch gegebenen unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Bandgießanlage und des Warmbandwalzwerkes optimal angepaßt werden. Ein solcher Zwischenspeicher kann dabei sowohl als Speicherofen mit Querverschiebung der Bandteillängen oder auch als Durchlaufofen und entsprechend länger ausgebildet sein.

Besonders zweckmäßig und vorteilhaft wird das Verfahren zum Walzen schmaler Fertigbänder zwischen 1000 bis 2000 mm, vorzugsweise 1350 mm Breite und mit großem Erfolg zum Walzen von Fertigbändern niedriger Festigkeit verwendet.

Für eine Bandgießanlage mit nachgeordnetem mehrgerüstigen Kontiwalzwerk wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Walzwerk aus drei oder vier Walzgerüsten besteht. Dabei sind vorteilhaft alle Arbeitswalzen des Walzwerkes mit eigenem Antrieb versehen. Ferner können die Arbeitswalzen der ersten zwei Gerüste mit Antrieb und das dritte und /oder vierte Gerüst mit Stützwalzenantrieb versehen sein, insbesondere wenn kleinste Enddicken gewalzt werden sollen. Besonders zweckmäßig weisen alle Arbeitswalzen des Walzwerkes gleiche Walzendurchmesser auf. Mit dieser Maßnahme können die Kosten für die Lagerhaltung minimiert werden.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung mehrerer in den Zeichnungen - schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze der erfindungsgemäßen Anlage in Seitenansicht,

Fig. 2a-d Prinzipdiagramme für den Walzbetrieb in vier Gerüsten nach dem erfindungsgemäßen Verfahren,

Fig. 3 Walzdiagramm für die Stichabnahme im ersten Gerüst,

Fig. 4 Walzdiagramm für die Stichabnahme im zweiten Gerüst,

Fig. 5 Walzdiagramm für die Stichabnahme im dritten und letzten Gerüst.

In Figur 1 ist mit (1) eine Band-bzw. Stranggießanlage bezeichnet, der eine Querteileinrichtung (2), beispielsweise eine Brennschneidmaschine oder Schere, zum Trennen des gegossenen und die Bandgießanlage (1) verlassenden Bandes (3) in Teilstücke gleicher Länge nachgeschaltet ist. Die einzelnen Teillängen des Bandes (3) werden sodann in einer Speicher- und Wärmereinrichtung (4), beispielsweise einem Rollenherdofen, zwischengespeichert und auf eine homogene Warmwalztemperatur von etwa 1050 bis 1100 Grad Celsius gebracht. Eine den Ofen (4) verlassende Teillänge (5) wird in bekannter Weise entzündet und gegebenenfalls auch auf eine neue Vorbandlänge gebracht (nicht dargestellt). Danach wird das Teilband (5) in einer Walzstraße (6), bestehend aus drei (oder vier) Gerüsten (6', 6'', 6''') vom Ausgangsquerschnitt auf Endwalzdicke fertiggewalzt. Nach Verlassen des letzten Walzgerüstes (6''') der Walzstraße (6) mit einer Auslauftemperatur von etwa 860 Grad Celsius durchläuft das Fertigband (7) die Kühlstrecke (8), um anschließend vom Unterflurhaspel (9) bei einer Temperatur von etwa 560 Grad Celsius aufgewickelt zu werden.

In den Figuren 2a bis 2d sind die Stichabnahmen und Walzparameter in vier Gerüsten - schematisch dargestellt, wobei auf den Abszissen jeweils die Dickenabnahme "dh" des Walzgutes in mm und auf den Ordinaten die Summe des wirksamen Walzmomentes "Ma" in kNm angegeben ist.

In Figur 2a ist für das erste Gerüst eine Eingangsdicke des Bandmaterials von 50 mm angenommen. Das maximal übertragbare Walzmoment (10) bei einem bestimmten Arbeitswalzendurchmesser (13 - 17) schneidet als Horizontale die Kurven (11, 12), wobei die Kurve (11) die Walzmomentgrenze bei Stützwalzenantrieb mit einem Reibwert von  $\mu = 0,15$  und die Kurve (12) die Walzmomentgrenze bei Arbeitswalzenantrieb angibt. Die Linien gleichen Arbeitswalzendurchmessers (13 - 17) steigen beispielsweise von unten nach oben im Bereich von 400 bis 800 mm. Unter Ausnutzung eines nahezu maximalen Walzmomentes bei einem bestimmten und verhältnismäßig großen Arbeitswalzendurchmesser (zwischen den Linien 15 und 16) mit Arbeitswalzenantrieb (12) kann der Arbeitspunkt (18) für das erste Gerüst so gewählt werden, daß die Dickenabnahme beispielsweise 26 mm beträgt, so daß eine Restdicke nach dem ersten Gerüst von  $50 - 26 = 24$  mm verbleibt, die in das zweite Gerüst eingeführt wird. Die bezogene Dicken-bzw. Stichabnahme erreicht dabei einen Wert von 52 %.

In Figur 2b sind mit den Bezugsziffern (23 - 27) wiederum steigende Arbeitswalzendurchmesser in Abhängigkeit von Walzmoment und Dickenabnahme gekennzeichnet. Unter Ausnutzung des maximal übertragbaren Walzmomentes (20) ergibt sich im zweiten Gerüst bei vorzugsweise dem gleichen Arbeitswalzendurchmesser (zwischen 25 und 26) der Arbeitspunkt (28) im Zulässigkeitsbereich oberhalb der Linie für das maximal übertragbare Walzmoment bei Arbeitswalzenantrieb (22) aber außerhalb der Zulässigkeit für Stützwalzenantrieb (21) mit einer Dickenabnahme von beispielsweise 12 mm, so daß von 24 - 12 eine Restdicke = 12 mm verbleibt, entsprechend einer bezogenen Stichabnahme von 50 %. Das zulässige Arbeitsfeld zwischen den Linien (22) und (20) wird bei höchsten Stichabnahmen nach rechts durch die Linie des maximalen Greifwinkels (29) begrenzt.

In Figur 2c sind mit den Bezugsziffern (33 - 37) wiederum steigende Arbeitswalzendurchmesser in Abhängigkeit von Walzmoment und Dickenabnahme bezeichnet. Die eingestellte Dickenabnahme liegt hier beispielsweise bei 6 mm mit einer Restdicke von 6 mm, entsprechend einer bezogenen Höhenabnahme von 50 %. Der gewählte Arbeitspunkt (38) liegt weit unterhalb des maximal übertragbaren Walzmomentes im Zulässigkeitsbereich der Walzmomentlinie für Stützwalzenantrieb (31), so daß die Arbeitswalzen wahlweise selbst (32) oder indirekt über die Stützwalzen (31) angetrieben werden können.

In Figur 2d sind mit den Bezugsziffern (43 - 47) ebenfalls die gleichen steigenden Arbeitswalzendurchmesser in Abhängigkeit von Walzmoment und Dickenabnahme dargestellt. Die gewünschte Dickenabnahme liegt hier beispielsweise bei 3 mm mit einer Enddicke von 3 mm, entsprechend einer bezogenen Höhenabnahme von wiederum 50 %. Der gewählte Arbeitspunkt (48) liegt wie in Fig. 2c weit unterhalb des maximal übertragbaren Walzmomentes im Zulässigkeitsbereich der Walzmomentlinien (41, 42) für Arbeits- und Stützwalzenantrieb, so daß die Arbeitswalzen hier, wie auch schon im dritten Gerüst, wahlweise einen eigenen Antrieb besitzen (42) oder über die Stützwalzen (41) angetrieben werden.

In Figur 3 sind Betriebswerte für die Stichabnahme in einem ersten von drei Gerüsten als Arbeitsdiagramm dargestellt, wobei auf der Abszisse wiederum die Dickenabnahme "dh" des Walzgutes in mm und auf der Ordinate die Summe des wirkenden Walzmomentes "Ma" in kNm angegeben ist. Mit den Bezugsziffern (53 - 57) sind von 400 auf 800 mm steigende Arbeitswalzendurchmesser gekennzeichnet. Unter Ausnutzung des maximal übertragbaren Walzmomentes in Höhe von 1700 kNm (50) ergibt sich hier bei einem Arbeitswalzendurchmesser von 710 mm (zwischen 56 und 57)

der Arbeitspunkt (58) im Zulässigkeitsbereich oberhalb der Linie für das maximal übertragbare Walzmoment bei Arbeitswalzenantrieb (52), außerhalb der Zulässigkeit für Stützwalzenantrieb (51), mit einer Dickenabnahme von 19 mm, so daß von einer Eingangsdicke von 41 mm - 19 eine Restdicke = 22 mm verbleibt, entsprechend einer bezogenen Stichabnahme von 46,34 %. Das zulässige Arbeitsfeld zwischen den Linien (52) und (50) wird durch die Linie des maximalen Greifwinkels (59) nicht begrenzt.

In Figur 4 sind mit den Bezugsziffern (63 - 67) wiederum steigende Arbeitswalzendurchmesser in Abhängigkeit von Walzmoment und Dickenabnahme gekennzeichnet. Unter Ausnutzung eines maximal übertragbaren Walzmomentes von 1700 kNm (60) ergibt sich im zweiten Gerüst bei vorzugsweise dem gleichen Arbeitswalzendurchmesser wie im ersten Gerüst von 710 mm (zwischen 66 und 67) der Arbeitspunkt (68) im Zulässigkeitsbereich oberhalb der Linie für das maximal übertragbare Walzmoment bei Arbeitswalzenantrieb (62) aber außerhalb der Zulässigkeit für Stützwalzenantrieb (61) mit einer Dickenabnahme von 14 mm, so daß von 22 - 14 eine Restdicke = 8 mm verbleibt, entsprechend einer bezogenen Stichabnahme von 63,64 %. Das zulässige Arbeitsfeld zwischen den Linien (62) und (60) wird bei hohen Stichabnahmen nach rechts durch die Linie des maximalen Greifwinkels (69) begrenzt.

In Figur 5 bezeichnen die Ziffern (73 - 77) die Linien steigender Arbeitswalzendurchmesser von 400 auf 800 mm. Die eingestellte Dickenabnahme liegt hier beispielsweise bei 4 mm zur Erzielung einer Restdicke von 4 mm, entsprechend einer bezogenen Höhenabnahme von 50 %. Der gewählte Arbeitspunkt (78) liegt mit 900 kNm bei 4 mm Dickenabnahme weit unterhalb des maximal übertragbaren Walzmomentes im Zulässigkeitsbereich der Walzmomentlinie für Stützwalzenantrieb (nicht dargestellt) und Arbeitswalzenantrieb (72).

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen sind nicht auf das in den Zeichnungsfiguren dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. So können beispielsweise, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen, in den einzelnen Gerüsten Arbeitswalzen mit unterschiedlichen Walzendurchmessern und unterschiedlicher Walzgeometrie zur Optimierung der einzelnen Verformungszustände angeordnet sein, beispielsweise insbesondere in den letzten Gerüsten auch sogenannte gegeneinander verschiebbare Flaschenwalzen zur kontinuierlichen Veränderung des Walzspaltes an den Walzenverschleiß. Die jeweilige konstruktive Ausgestaltung ist in Anpassung an die spätere Verwendung der Vorrichtung dem Fachmann anheimgestellt.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von warmgewalztem Stahlband aus einem bandförmig stranggegossenen Vormaterial in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten, wobei das bandförmige Vormaterial nach Erstarrung auf Warmwalztemperatur gebracht und zum Auswalzen zu Fertigband in ein mehrgerüstiges Walzwerk eingeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswalzen zu Fertigband kontinuierlich in maximal drei oder vier Walzgerüsten mit möglichst hohen Stichabnahmen erfolgt. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den ersten zwei Gerüsten mit in etwa maximalem Walzmoment und großem Arbeitswalzendurchmesser gearbeitet wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem dritten und/oder vierten Gerüst der Antrieb über die Stützwalzen erfolgt. 15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Vormaterial vor Einführung in die Walzstraße zwischengespeichert wird. 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es zum Walzen schmaler Fertigbänder zwischen 1000 bis 2000 mm, vorzugsweise 1350 mm Breite verwendet wird. 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es zum Walzen von Fertigbändern niedriger Festigkeit verwendet wird. 30
7. Bandgießanlage mit nachgeordnetem mehrgerüstigen Kontiwalzwerk zur Herstellung von warmgewalztem Stahlband aus einem bandförmig stranggegossenen Vormaterial in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten, wobei das bandförmige Vormaterial nach Erstarrung auf Warmwalztemperatur gebracht und zum Auswalzen zu Fertigband in das Walzwerk eingeführt wird, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Walzwerk (6) aus drei (6', 6'', 6''') oder vier Walzgerüsten besteht. 35
8. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß alle Arbeitswalzen des Walzwerks (6) mit Antrieb versehen sind. 40
9. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitswalzen der ersten zwei Gerüste (6', 6'') mit Antrieb und das dritte (6''') und/oder vierte Gerüst mit Stützwalzenantrieb versehen sind. 45
10. Anlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß alle Arbeitswalzen des Walzwerks (6) gleiche Walzendurchmesser aufweisen. 50

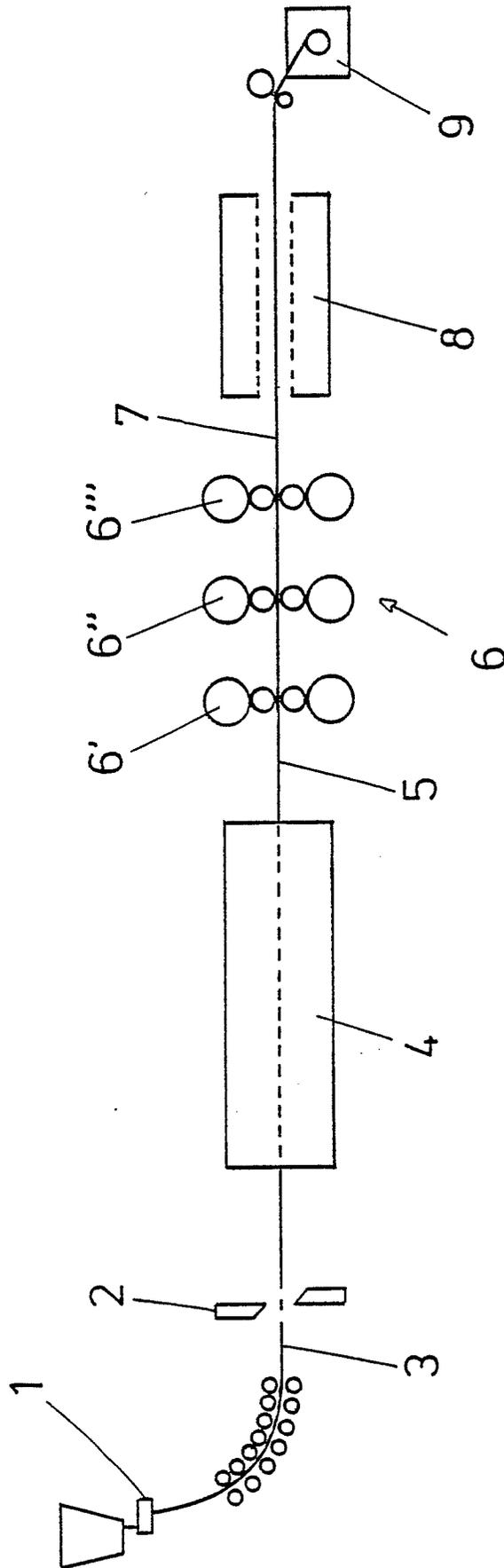


FIG.1

FIG. 2a

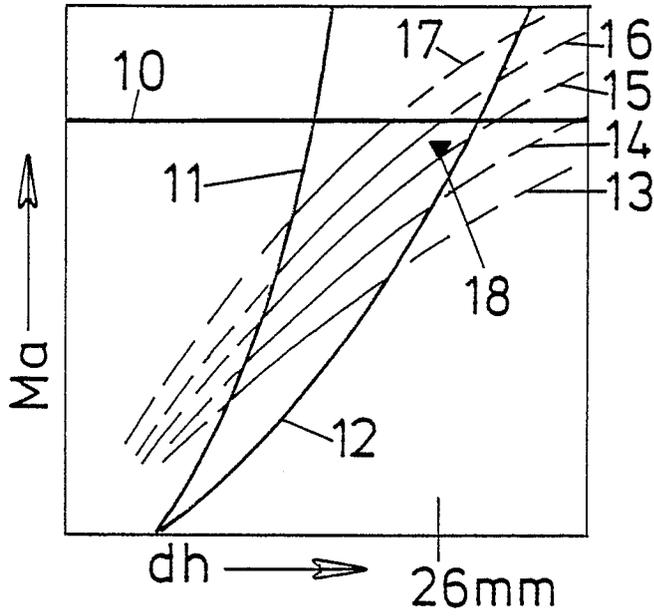


FIG. 2b

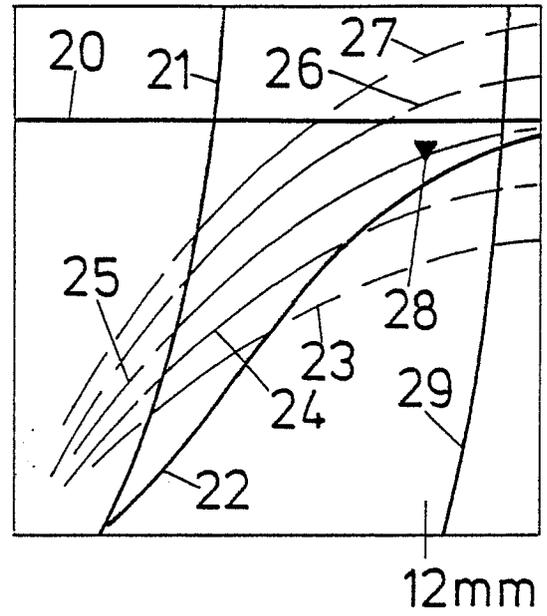


FIG. 2c

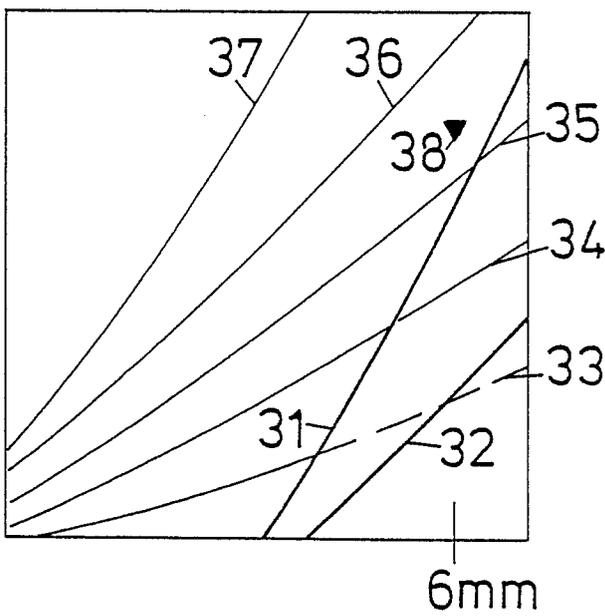
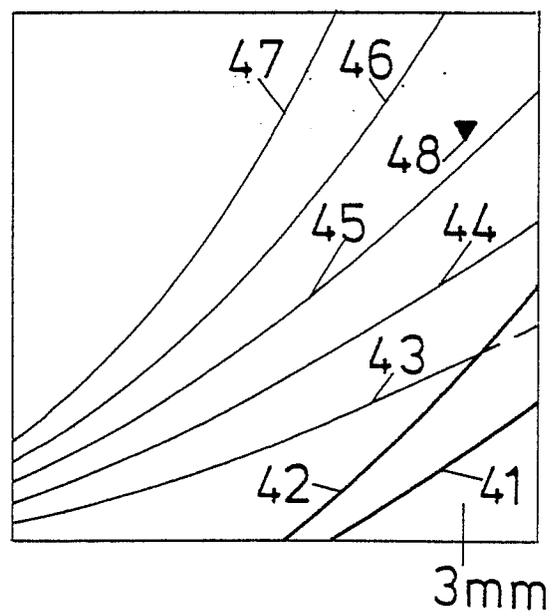


FIG. 2d



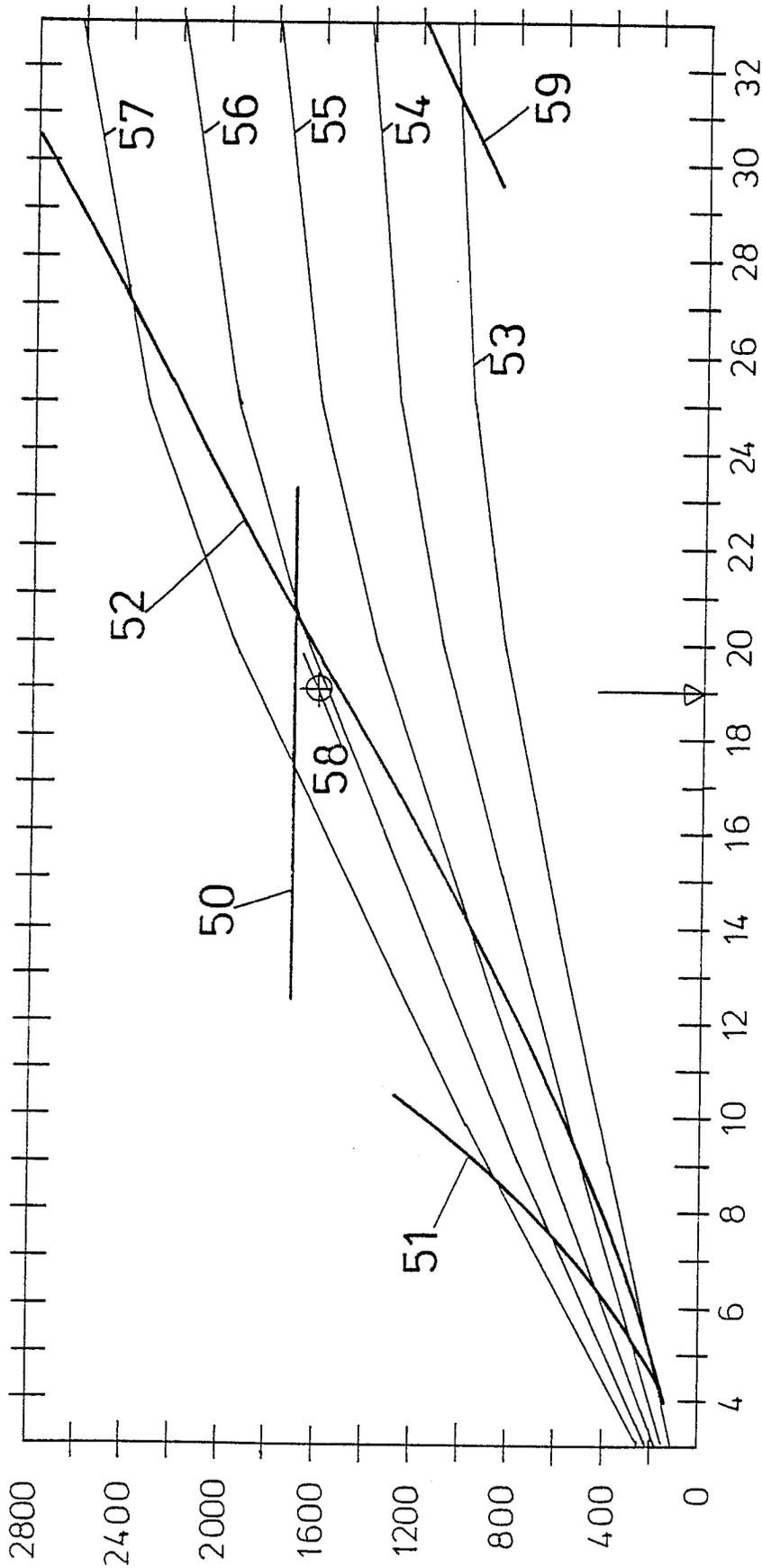


FIG. 3

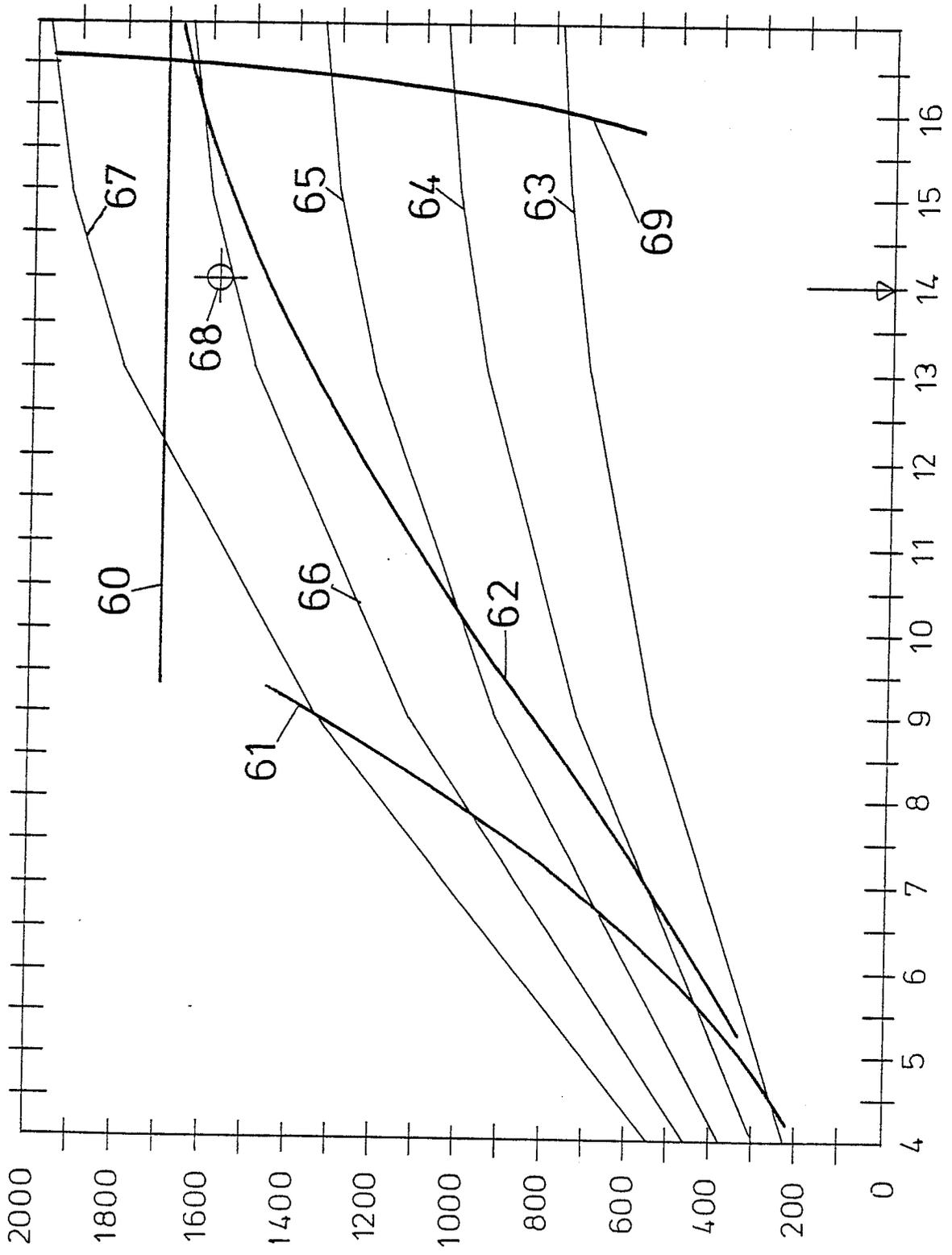


FIG. 4

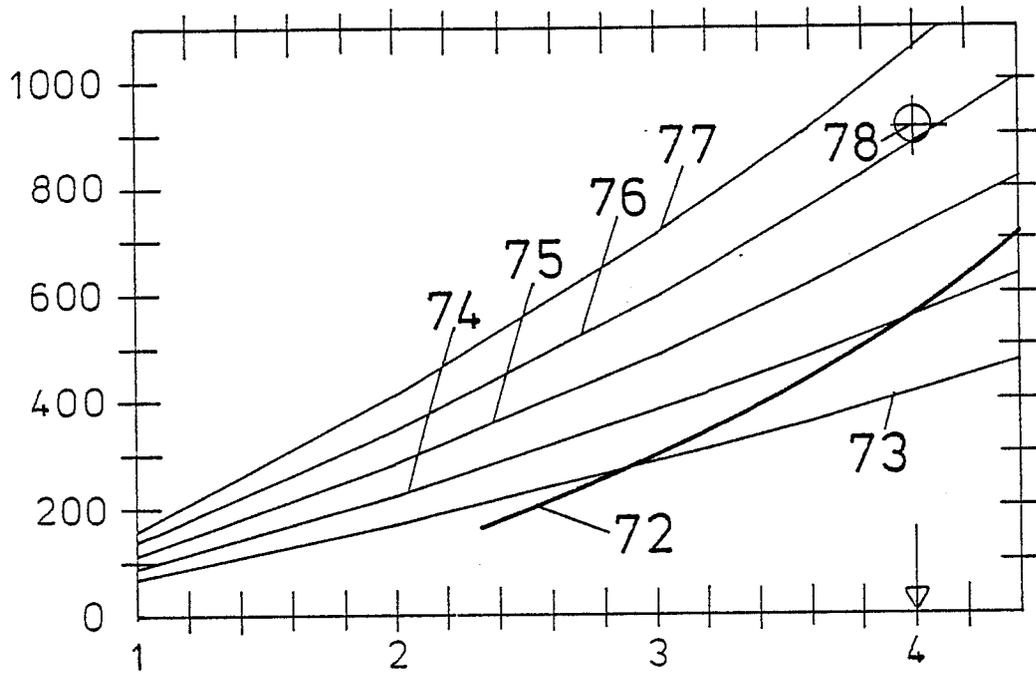


FIG. 5