

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 920 936 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.06.1999 Patentblatt 1999/23

(51) Int. Cl.⁶: **B22D 11/04**

(21) Anmeldenummer: **98122281.3**

(22) Anmeldetag: **24.11.1998**

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

(30) Priorität: **03.12.1997 DE 19753537**

(71) Anmelder:
• **SMS SCHLOEMANN-SIEMAG
AKTIENGESELLSCHAFT
40237 Düsseldorf (DE)**
• **Acciai Speciali Terni S.p.A.
05100 Terni (IT)**

(72) Erfinder:
• **Sucker, Jürgen Dr.-Ing.
40545 Düsseldorf (DE)**
• **Capotosti, Romeo Ing.
05020 Narni (IT)**

(74) Vertreter:
**Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte,
Müller-Grosse-
Pollmeier-Valentin-Gihske,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)**

(54) **Kokille zum Stranggießen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kokille zum Stranggießen von Metall mit einem gekühlte Breitseiten- und Schmalseitenwände aufweisenden, trichterförmig in Gießrichtung zum Format des gegossenen Stranges verjüngten Eingießbereich. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß im Trichterbereich die Innenkonturen der Breitseitenwände entlang einer die Kokillenoberkante und den Austritt des Trichterbereiches verbindenden Geraden konvex ausgebildet sind.

EP 0 920 936 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Trichtergeometrie einer Kokille zum Stranggießen von Metall mit einem gekühlte Breitseiten- und Schmalseitenwände aufweisenden, trichterförmig in Gießrichtung zum Format des gegossenen Stranges verjüngten Eingießbereich.

[0002] Die Abmessungen des Eingießbereiches werden im wesentlichen durch den Querschnitt des zu vergießenden Stranges, die Abmessungen des Gießrohres und dessen Eintauchtiefe in die Schmelze bestimmt.

[0003] Aufgrund der trichterförmigen Formgebung der Breitseitenwände findet in Gießrichtung nicht nur eine Verjüngung, sondern auch eine Formänderung des Strangquerschnittes statt. Infolgedessen werden der Strangschale beim Durchlaufen einer Trichterkokille im Gegensatz zu einer herkömmlichen Stranggießkokille mit ebenen Wänden zusätzliche Verformungen aufgezwungen, welche zu Fehlern führen können.

[0004] Es ist bekannt, daß es durch die Ausgestaltung der horizontalen oder vertikalen Kontur des trichterförmigen Eingießbereiches einer Stranggießkokille möglich ist, die dem Strang auferlegten Verformungen günstiger zu verteilen, um somit der Entstehung von Fehlern des Gußproduktes entgegenzuwirken.

[0005] Im Gegensatz zu einer herkömmlichen Kokille mit ebenen Wänden, wo der Schrumpf des Stranges durch die Neigung der Schmalseiten ausgeglichen wird, ist der Verlauf der Verjüngung des Kokillenquerschnitts in Gießrichtung in einer Stranggießkokille mit trichterförmigen Eingießbereich von großer Bedeutung.

[0006] Ist in einem oder mehreren Höhenabschnitten die Verjüngung des Kokillenquerschnitts größer als der Schrumpf des Stranges, so werden dort der Strangschale zusätzliche Verformungen aufgezwungen. Außerdem ist in diesem Fall kein gleichmäßiger Kontakt zwischen Strangschale und Kokillenwand mehr gewährleistet. Es entstehen Bereiche mit übermäßig hoher und tiefer Strangschalentemperatur, was die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Fehlern erhöht.

[0007] Ist die Verjüngung zu klein, so hebt die Strangschale teilweise von der Kokillenwand ab. Durch die starke Wiedererwärmung in diesen Bereichen entstehen hohe thermische Spannungen, die zu Fehlern führen.

[0008] Bei den Fehlern handelt es sich um Risse, Einschnürungen und Gefügestörungen. Diese Fehler sind um gravierender, je stärker ein Stahl zu vergleichsweise hoher Schrumpfung im Verlauf der Erstarrung und Abkühlung der sich bildenden Strangschale neigt.

[0009] Die EP 0 268 910 schlägt vor, die Breitseitenwände im Eingießbereich in einem ersten Abschnitt im wesentlichen parallel zueinander verlaufen zu lassen und in einem sich daran anschließenden Abschnitt auf die Dicke des Gießformates zurückzuführen, wobei der erste Abschnitt bis unterhalb der beim Gießbetrieb einzustellenden Gießspiegelebene in den Bereich der

ersten Strangschalenbildung reicht. Auf diese Weise soll die unterhalb des Gießspiegels noch dünne Strangschale verformungsfrei geführt werden.

[0010] Die EP 0 552 501 offenbart eine Kokille zum Stranggießen von Stahlband, bei der die Breitseitenwände einen trichterförmigen Eingießbereich bilden, der zu den Schmalseitenwänden und in Gießrichtung auf das Format des gegossenen Bandes reduziert ist. Der trichterförmige Eingießbereich ist durch seitliche Kreisbögen und an Tangentialpunkten mit diesen verbundene mittlere Kreisbögen bestimmt. Zur Reibungs- und Verschleißminderung und Reduzierung der Zug- und Biegebeanspruchungen der Strangschale sind die Radien der seitlichen Kreisbögen in einem mindestens 100 mm von der Kokillenoberkante abwärts reichenden Abschnitt gleichbleibend ausgebildet.

[0011] Die DE 39 07 351 A1 offenbart einen Vorschlag, die Kontur der Innenwandung des Eingießtrichters einer Kokille durch drei sich tangential berührende Kreisbögen zu bilden, deren Radien, in Strangdurchlaufrichtung allmählich größer werdend, in die Kontur der Innenwandung der Kokille übergehen. Auf diese Weise wird die Verformung des Metallgießstranges auf eine größtmögliche Streckenlänge verteilt, und Einschnürungen sowie Ribbildungen in der Strangschale des Metallgießstranges werden vermieden. Eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Formänderung der Strangschale in einem derart geformten Eingießbereich wird dadurch erreicht, daß deren Radien in Strangdurchlaufrichtung mit gleichem oder ungleichem Faktor zunehmen.

[0012] Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine weitere Trichtergeometrie einer Kokille anzugeben, durch welche Reibung und Verschleiß zwischen Strangschale und Kokillenwänden noch besser vermindert und insbesondere bei der Strangschalenbildung eines zu vergleichsweise hoher Schrumpfung neigenden Stahles eine noch deutlichere Verringerung des Fehlerbefalls der Brammenoberfläche durch eine dem Schrumpverhalten des Stahles angepaßte Verjüngung des Kokillenquerschnitts verwirklicht wird.

[0013] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei vorgegebener horizontaler Kontur des Trichterbereiches der Verlauf der Verjüngung des Kokillenquerschnitts in Gießrichtung durch die Ausgestaltung der vertikalen Kontur vorgegeben werden kann.

[0014] Die Lösung der Aufgabe gelingt mit der Erfindung dadurch, daß im Trichterbereich die Innenkontur der Breitseitenwände entlang einer die Kokillenoberkante und den Austritt des Eingießbereiches verbindenden Geraden konvex ausgebildet ist.

[0015] Die konvexe Innenkontur kann eine im Verlauf gleichbleibende als auch eine veränderliche Krümmung aufweisen.

[0016] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die konvexe Innenkontur der Breitseitenwände einen kreisbogenförmigen, polygonalen oder trigonome-

trischen Verlauf aufweist.

[0017] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß sich die konvexe Innenkontur des Eingießbereiches bis zum Kokillenaustritt erstreckt.

[0018] Wenn der untere Abschnitt der Kokille einen parallelwandigen Bereich aufweist, wird ein besonders reibungsfreier Übergang zwischen Trichterbereich und anschließendem parallelwandigen Bereich dadurch verwirklicht, daß die konvexe Kontur mit einem endständigen unteren Kreisbogen in den geradlinigen Bereich mit einem stetigen Verlauf übergeht.

[0019] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den nachstehenden Erläuterungen und Darstellungen.

[0020] Es zeigen:

Fig. 1 im Schnitt entlang der Mittelachse vier verschiedene trichterförmige Innenkonturen 4, 4', 4'', 4''' der Breitseitenwand einer Kokille nach der Erfindung,

Fig. 2 die über die Kokillenlänge aufgetragene Längendifferenz von horizontaler Trichterkontur und entsprechender horizontaler parallelwandiger Kontur für die in Fig. 2 aufgeführten Innenkonturen der Breitseitenwand einer Kokille nach der Erfindung und für die beiden geradlinigen Innenkonturen 5 und 6,

Fig. 3 die Verjüngung des Kokillenquerschnitts in Gießrichtung für die in Fig. 1 aufgeführten Innenkonturen der Breitseitenwand einer Kokille nach der Erfindung und für die beiden geradlinigen Innenkonturen 5 und 6,

Fig. 4 fünf verschiedene Verläufe der Verjüngung des Kokillenquerschnitts in Gießrichtung einer Stranggießkokille mit trichterförmigem Eingießbereich,

Fig. 5 die über die Kokillenlänge aufgetragene Längendifferenz von horizontaler Trichterkontur und entsprechender horizontaler parallelwandiger Kontur für die in Fig. 4 aufgeführten Verläufe der Verjüngung des Kokillenquerschnitts in Gießrichtung einer Stranggießkokille mit trichterförmigem Eingießbereich,

Fig. 6 im Schnitt entlang der Mittelachse die konvexen trichterförmigen Innenkonturen für die in Fig. 4 vorgegebenen Verläufe der Verjüngungsgeschwindigkeit des Kokillenquerschnitts in Gießrichtung einer Stranggießkokille mit trichterförmigem Eingießbereich.

[0021] Die in Fig. 1 dargestellten vier unterschiedlichen Trichterkonturen der Breitseitenwand einer Kokille

besitzen einen trichterförmig in Gießrichtung zum Format des gegossenen Stranges verjüngten Eingießbereich A oder einen trichterförmig in Gießrichtung zum Format des gegossenen Stranges verjüngten Eingießbereich B und einen sich anschließenden im wesentlichen parallelwandigen Bereich C. Dieser Kokillenbergbereich bzw. der Kokillenaustritt muß nicht parallele Austrittsflächen bzw. Austrittskanten haben. Der untere Kokillenbergbereich bzw. der untere Kokillenaustritt kann im mittleren Bereich durchaus eine kleine Wölbung von 1 bis 15 mm pro Breitseitenwand aufweisen.

[0022] Im Trichterbereich A sind die Trichterkonturen der Breitseitenwände 4 entlang der einer die Kokillenoberkante 1 und die Kokillenunterkante 3 verbindenden Geraden konvex ausgebildet.

[0023] Im Trichterbereich B sind die Trichterkonturen der Breitseitenwände 4' bzw. 4'' oder 4''' entlang einer die Kokillenoberkante 1 und den Beginn des parallelwandigen Bereiches 2 verbindenden Geraden konvex ausgebildet. Dabei ist ersichtlich, daß die Innenkonturen der Breitseitenwände über die Abschnitte a', a'' und a''' jeweils einen kreisbogenförmigen, einen sinusförmigen und einen polinomen Verlauf aufweisen.

[0024] Fig. 1 zeigt außerdem, daß die konvexen Abschnitte a', a'' und a''' mit einem stetigen Verlauf in den die jeweiligen parallelwandigen Bereiche b', b'' und c''' übergehen.

[0025] Erfindungswesentlich für die Trichtergeometrie ist die Maßnahme, daß jeder konvexe Abschnitt A, a', a'' und a''' sowohl eine in dessen Verlauf gleichbleibende als auch eine veränderliche Krümmung aufweisen kann.

[0026] Fig. 2 zeigt für die in Fig. 1 dargestellten vertikalen Innenkonturen die Verjüngung des Kokillenquerschnitts in Gießrichtung einer Stranggießkokille mit folgenden Parametern:

950 mm Trichterbreite, 45 mm Trichtertiefe an der Oberkante der Kokillenplatte, 900 mm Trichtertiefe, sinusförmige horizontale Kontur.

[0027] Auf Fig. 2 und Fig. 3 sind die Auswirkungen unterschiedlicher konvexer vertikaler Innenkonturen des Trichterbereiches und Längendifferenz und Verjüngung des Kokillenquerschnittes zu sehen.

[0028] Fig. 1 bis 3 weisen auf das erfindungswesentliche Merkmal hin, daß bei unveränderlichen Parametern des Eingießbereiches die Einführung einer konvexen vertikalen Innenkontur des Eingießbereiches zu einer größeren Verjüngung im oberen Kokillenbergbereich und einer geringeren Verjüngung im unteren Kokillenbergbereich führt.

[0029] Deshalb sieht die Erfindung unter anderem eine Verwendung der beanspruchten Kokille für das Stranggießen von vergleichsweise zu extrem hoher Schrumpfung neigenden peritektischen Kohlenstoffstählen und austenitischen nichtrostenden Stählen vor.

[0030] Als Ausführungsbeispiel zeigt Fig. 6 verschie-

dene vertikale konvexe Trichterkonturen für eine Stranggießkokille mit den bereits oben genannten Parametern. Diesen Trichterkonturen liegen die in Fig. 4 vorgegebenen Schrumpfungsverläufe bzw. die in Fig. 5 dargestellten entsprechenden Längenänderungen zugrunde. Jeder der vorgegebenen Schrumpfungsverläufe entspricht einer bestimmten Kombination von Stahleigenschaften und Gießparametern und kann durch theoretische Betrachtungen und praktische Erfahrungen ermittelt werden.

[0031] Die in Fig. 1 bis Fig. 6 dargestellten Zusammenhänge verdeutlichen, daß unabhängig von der horizontalen Kontur des Eingießbereiches die Verjüngung des Kokillenquerschnitts in Gießrichtung in weiten Grenzen variabel einstellbar ist und demzufolge an den Schrumpfverlauf des Stranges angepaßt werden kann, welcher im allgemeinen nicht nur von den Eigenschaften des zu vergießenden Stahles abhängt, sondern auch von anderen Gießparametern, wie z. B. der Gießgeschwindigkeit.

Patentansprüche

1. Kokille zum Stranggießen von Metall mit einem gekühlte Breitseiten- und Schmalseitenwände aufweisenden, trichterförmig in Gießrichtung zum Format des gegossenen Stranges verjüngten Eingießbereich,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Trichterbereich die Innenkonturen der Breitseitenwände entlang einer die Kokillenoberkante (1) und den Austritt des Trichterbereiches (2) verbindenden Geraden konvex ausgebildet sind. 25
2. Kokille nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Trichterbereich die Innenkonturen der Breitseitenwände entlang einer die Kokillenoberkante (1) und den Beginn eines unteren vertikalen Abschnittes (2) verbindenden Geraden konvex ausgebildet sind. 35 40
3. Kokille nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Trichterbereich die Innenkonturen der Breitseitenwände entlang einer die Kokillenoberkante (1) und die Kokillenunterkante (3) verbindenden Geraden konvex ausgebildet sind. 45
4. Kokille nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Innenkonturen der Breitseitenwände nicht parallel zueinander verlaufen. 50
5. Kokille nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Innenkonturen der Breitseitenwände über einen oder mehrere Teilbereiche einen kreisbogenförmigen, einen polinomen oder einen trigonometrischen Verlauf aufweisen. 55
6. Kokille nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Innenkonturen der Breitseitenwände sowohl eine in deren Verlauf gleichbleibende, als auch eine veränderliche Krümmung aufweisen. 10
7. Kokille nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die konvexe Innenkontur der Breitseitenwände mit einem endständigen Kreisbogen in den unteren, vorzugsweise parallelwandigen Abschnitt mit einem stetigen Verlauf übergeht. 15
8. Verwendung der Kokille mit einer Trichtergeometrie nach den Ansprüchen 1 bis 7 für das Stranggießen von vergleichsweise zu extrem hoher Schrumpfung neigenden peritektischen Kohlenstoffstählen und austenitischen nichtrostenden Stählen. 20

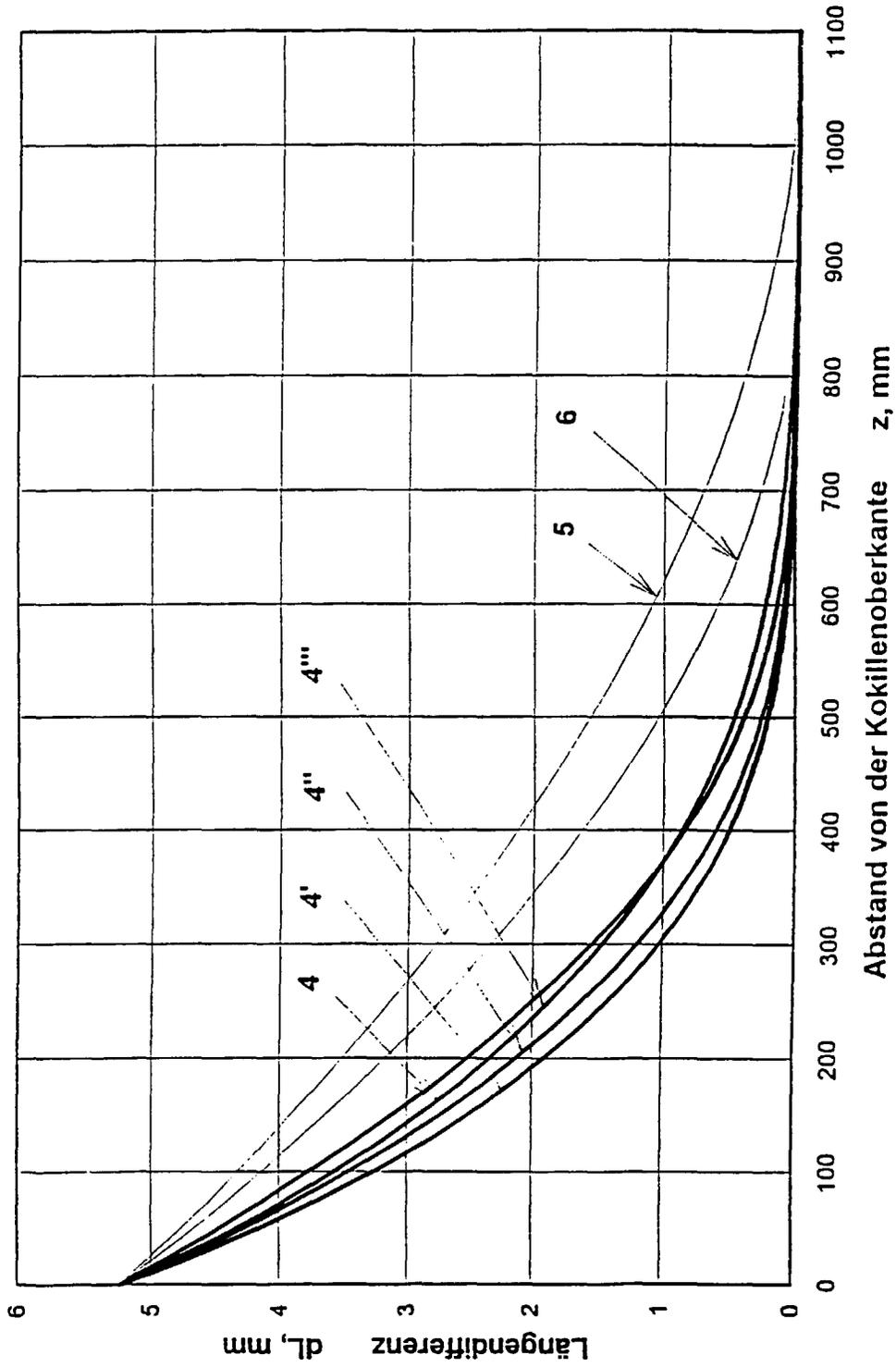


Fig. 2

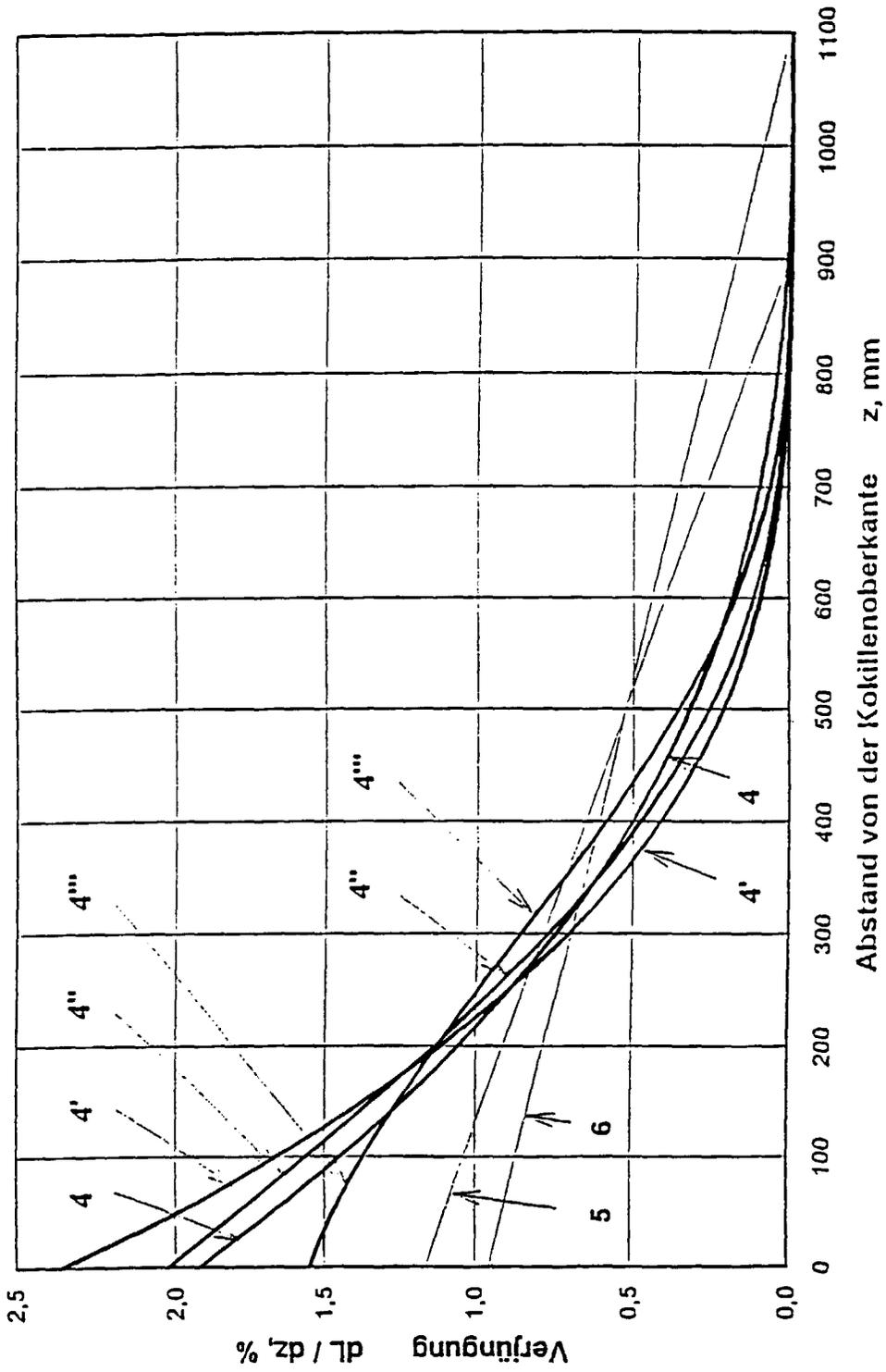


Fig. 3

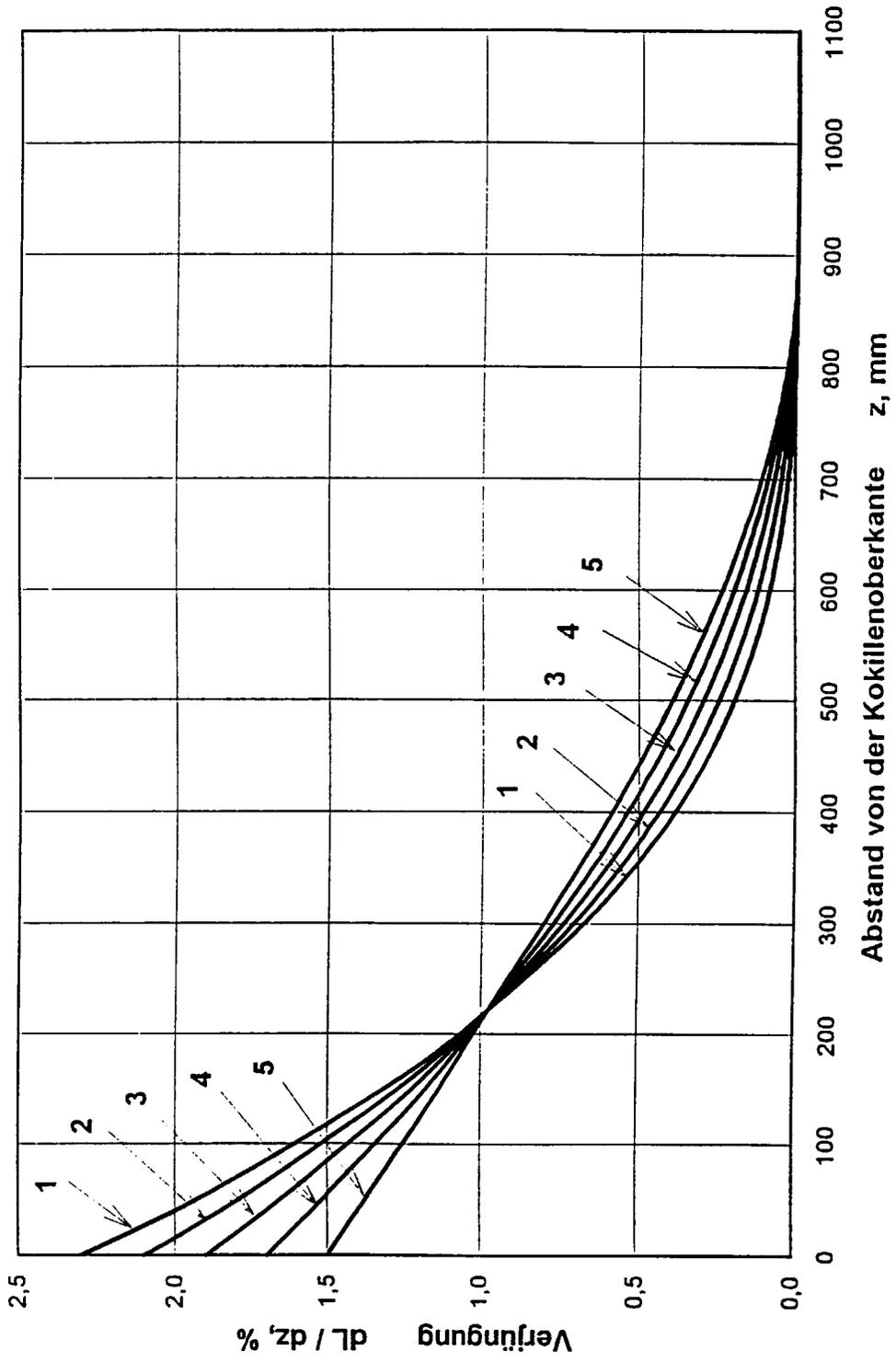


Fig. 4

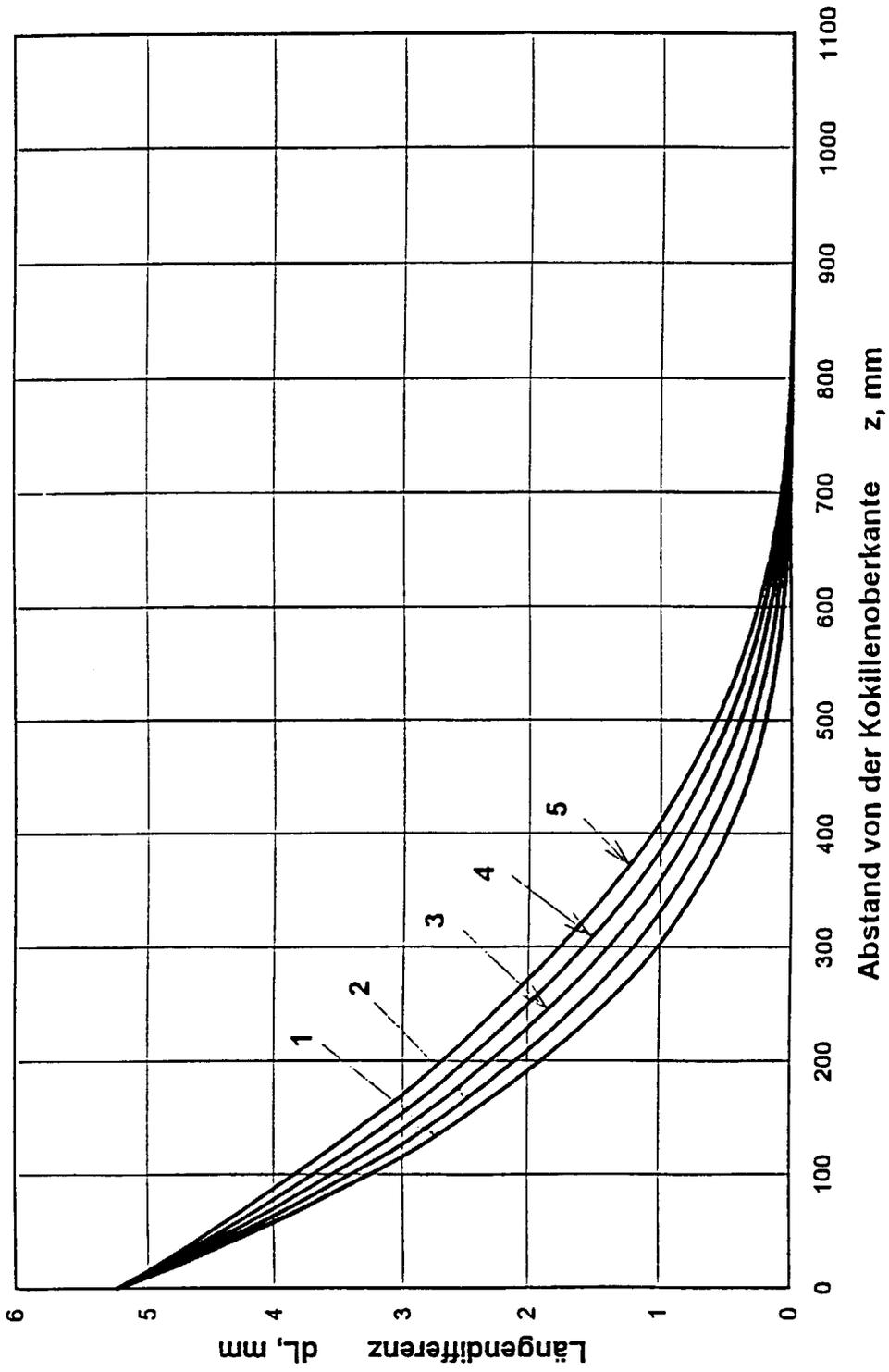


Fig. 5

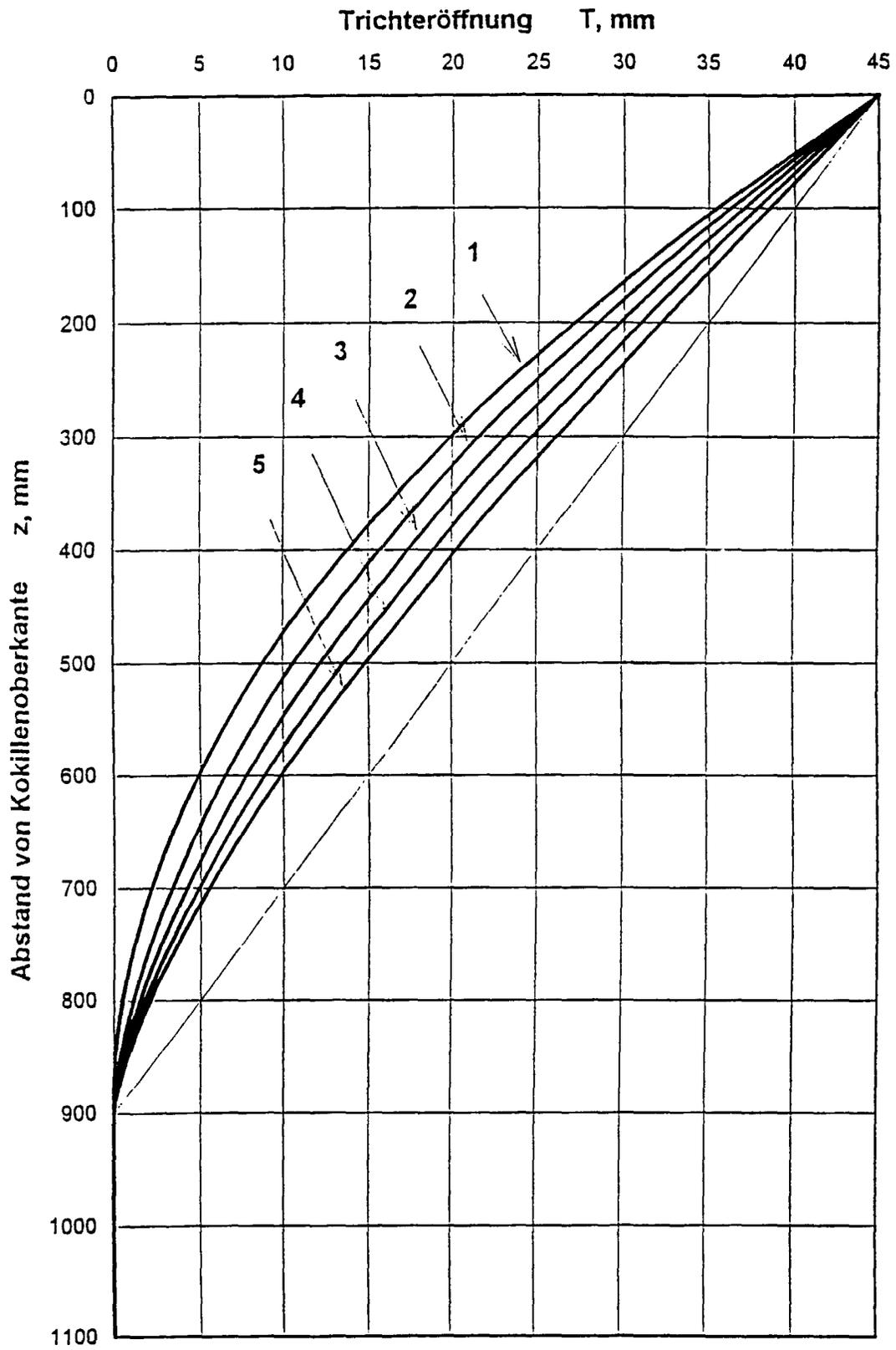


Fig. 6