



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.12.2003 Patentblatt 2003/50

(51) Int Cl.7: **B22D 11/12**, B22D 11/128,
B22D 11/20

(21) Anmeldenummer: **03005763.2**

(22) Anmeldetag: 14.03.2003

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

(72) Erfinder:

- **Jung, Wolfram**
57080 Siegen (DE)
- **Schubert, Ingo, Dr.**
53721 Siegburg (DE)

(30) Priorität: 31.05.2002 DE 10224533

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard**
Patentanwälte
Grosse-Valentin-Gihske
, Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(71) Anmelder: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren zur Ermittlung der Position der Sumpfspitze eines Stranggussproduktes durch Aufbringen einer Oszillation**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Reibkraft zwischen wenigstens zwei Elementen eines mechanischen Systems, wobei eines der Elemente einer erzwungenen Bewegung, insbesondere einer Schwingung, ausgesetzt ist, beispielsweise zwischen einer oszillierenden Kokille und einer Strangschale oder zwischen der oszillierenden Strangschale und dem flüssigen Kern des Gussproduktes, vornehmlich zur Ermittlung der Sumpfspitze im Innern des Gussstranges nach dessen Austritt aus der Kokille mit einem Kern aus flüssigem Metall umgehenden Strangschale, die infolge zunehmender Wärmeabgabe

mit wachsender Dicke bis zum Solidus-Punkt der Sumpfspitze reicht, und dann ein durchgestarrtes Stranggussprodukt, insbesondere eine Stranggussbramme ausbildet. Dem Stranggussprodukt wird mit Hilfe eines Elementes, beispielsweise eines Rollengerüsts der Stranggussanlage, eine Oszillation aufgezungen. Die dabei aufgebrauchte mechanische Leistung bzw. Arbeit wird in einem Koordinatensystem anteilig in Schein- (P_S), Wirk- (P_W) und Blindleistung bzw. Arbeit (P_B) zerlegt, und aus einem daraus herleitbaren Phasenwinkel (φ) des Koordinatensystems wird nach Maßgabe dieser Anteile die Position der Sumpfspitze ermittelt wird.

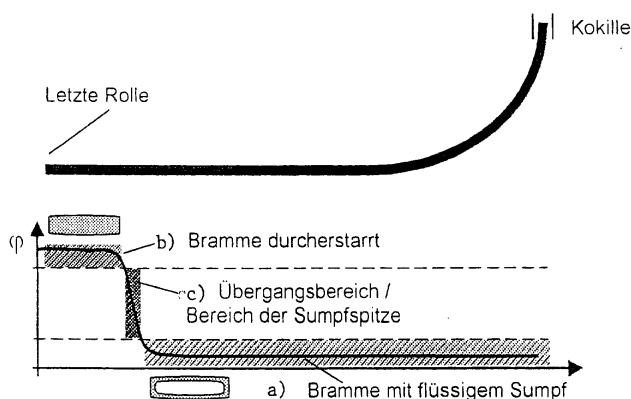


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Reibkraft zwischen wenigstens zwei Elementen eines mechanischen Systems, wobei eines der Elemente einer erzwungenen Bewegung, insbesondere einer Schwingung, ausgesetzt ist, beispielsweise zwischen einer oszillierenden Kokille und einer Strangschale oder zwischen der oszillierenden Schale und dem flüssigen Kern des Gussproduktes, vornehmlich zur Ermittlung der Sumpfspitze im Innern eines Gussstranges nach dessen Austritt aus der Kokille mit einem Kern aus flüssigem Metall umgehenden Strangschale, die infolge zunehmender Wärmeabgabe mit wachsender Dicke bis zum Solidus-Punkt der Sumpfspitze reicht, und dann ein durcherstarrtes Stranggussprodukt, insbesondere eine Stranggussbramme ausbildet.

[0002] Bei der Erzeugung von Brammen werden üblicherweise Stranggießanlagen mit Plattenkokillen verwendet, aus welchen der Gussstrang die Kokille mit von einer erstarrten Strangschale zunehmender Dicke umschlossener Flüssigschmelze verlässt. Ein Rollengerüst dient dabei dem Zweck, den noch nicht völlig durcherstarrten Strang zu stützen und zu formen. Dabei ist es aus wirtschaftlichen Gründen von Vorteil, möglichst eine so große Gießgeschwindigkeit einzustellen, dass die Durcherstarrung des Stranges idealerweise "an der letzten Rolle" vollendet ist.

[0003] Ist die Gießgeschwindigkeit zu gering, dann wird die Länge der Anlage nicht ausreichend genutzt, es geht Produktivität verloren; ist die Gießgeschwindigkeit zu hoch, kann sich ein sogenannter "Walfisch" bilden, wobei die Bramme völlig die Form verliert und ein sofortiger Gießabbruch die Folge wäre.

[0004] Daraus ergibt sich für den Gießbetrieb die Forderung, möglichst exakt festzustellen, an welcher Stelle innerhalb einer Bramme die Sumpfspitze liegt bzw. wo die Position der beginnenden Durcherstarrung sich befindet.

[0005] Hierzu gibt es einerseits gewisse Erfahrungswerte der Anlagenbetreiber und andererseits seit einiger Zeit auch Rechenmodelle, mit welchen zum Teil online die Lage der Sumpfspitze mittels aktueller Randbedingungen errechenbar ist. Es hat sich jedoch gezeigt, dass auch leistungsfähige, z. B. Thermal Trekking-Programme, nicht in der Lage sind, ohne äußerst aufwendige Optimierungen die Lage der Sumpfspitze mit zufriedenstellender Genauigkeit und Spontaneität zu ermitteln.

[0006] Bekannt ist aus dem Dokument EP 0 980 295 B1 ein Verfahren zum Erzeugen von Brammen aus Stahl, wobei die Führung eines Stranges mit Hilfe von Führungsrollen stufenlos eingestellt wird. Dabei wird die Maulweite der Führungsrollen mit einer vorgebbaren Amplitude oszillierend um eine Mittellinie beim Ausziehen des Stranges in der Weise geändert, dass die dynamischen Einflüsse auf die Führungsrollen und die

Strangschale vernachlässigbar klein sind und keine plastische Verformung der Strangschale auftritt; es wird die aktuelle Maulweite erfasst; gleichzeitig wird die Stellkraft der Verstellelemente sowie die Amplitude der Stellkraft ermittelt, und bei steigender Amplitude der Stellkraft wird die Maulweite auf ein vorgebbares Maß eingestellt und/oder über mindestens ein Verstellelement druckgeregelt geführt. Der Verlauf der Stellkraft besitzt in zweiter Näherung die Form einer Hysterese, wobei die Ausbreitung der Stellkraft, bezogen auf eine zugehörige Maulweite als Maß der Viskosität des in der Bramme befindlichen flüssigen Sumpfes, und in Abhängigkeit der ermittelten Viskosität Rückschlüsse auf die Position der Sumpfspitze gezogen werden, sowie die Maulweitenverstellung angepasst wird.

[0007] Das Dokument EP 0 350 431 B1 beschreibt ein Verfahren zum Stranggießen von Brammen mit einer gegenüber dem Gusszustand verringerten Dicke, wobei ein teilweise erstarrter Strang zwischen Rollenpaaren geführt, mittels angetriebener Rollen abgezogen und einzelne Rollen gegenüber dem Strang verformbar wirkend anstellbar sind. Zur Herstellung eines Produktes mit hohem Anteil an Walzgefüge, das coilfähig ist, werden die Drehzahl, die Stromaufnahme der angetriebenen Rollen und deren Anpressdruck erfasst und je einem Regler zugeführt. Jeder die Drehzahl einzelner angetriebener Rollen bestimmende Regler ist über einen übergeordneten Regler derart einstellbar, dass durch mindestens ein, gegen Anschläge anstellbares, die Dicke des Stranges bestimmendes, auf einen bereits durcherstarrten Teil des Stranges verformend einwirkendes Rollenpaar das Endmaß und die Abzugsgeschwindigkeit des Stranges bestimmt wird. Vorgeordnete bzw. nachgeordnete Rollen werden in der Drehzahl und der Stromaufnahme ihrer Antriebe in Abhängigkeit von der durch die Rollen erzeugten Formänderung des Stranges eingestellt, wobei aus den Messwerten Stromaufnahme, Reaktionskraft des Stranges und der Rollenabstand die Lage der Sumpfspitze ermittelt und die Anpressdrücke der Rollen derart eingestellt werden, dass die Sumpfspitze vor wenigstens einem gegen Anschläge auf einen vorbestimmbaren Abstand einstellbaren Rollenpaar liegt.

[0008] Das Dokument DE-OS 25 30 032 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der auf einen Stranggusskörper während seiner Verfestigung einwirkenden Kräfte, bei dem der Gusskörper aus einer Kokille austritt und zwischen mehreren Walzenpaaren durchläuft und in einer Ebene mit Abstand unterhalb der Kokille über seinen ganzen Querschnitt erstarrt. Die Ebene der vollständigen Verfestigung wird durch Messen an einer Vielzahl von Walzenpaaren auftretender Druckkräfte und Vergleichen der Messwerte an verschiedenen Walzenpaaren zur Bestimmung desjenigen Walzenpaares ermittelt, jenseits dessen kein weiterer Anstieg der Belastung erfolgt.

[0009] Das Dokument DE-OS 34 23 977 A1 beschreibt ein Verfahren zur berührungslosen Messung

der erstarrten Randschicht eines Gussteils aus Metall mit nicht erstarrtem Innenkern. An das Gussteil wird ein magnetisches Wechselfeld angelegt, wodurch die Stärke der im Gussteil erzeugten Wirbelströme durch eine Messspuleneinrichtung berührungslos gemessen wird. Die Dicke einer erstarrten Randschicht wird aus der Stärke der Wirbelströme gemäß dem Unterschied des spezifischen elektrischen Widerstands zwischen einem nicht erstarrten geschmolzenen Teil und einem erstarrten Teil des Gussstücks bestimmt.

[0010] Das Dokument JP 11083814 A beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung des Erstarrungszustandes eines Gussstücks. Es besteht darin, ein mit elektromagnetischem Überschall auf ein Gussstück einwirkendes Element im Zusammenwirken mit einem das Überschallsignal empfangenden Schaltsystem vorzusehen, welches die Intensität der sich ausbreitenden Ultraschallwellen erfasst, auswertet und miteinander vergleicht.

[0011] Das Dokument JP 63174770 beschreibt ein anderes Verfahren zur Ermittlung des nicht erstarrten Endes eines Gussstranges. Eine Vielzahl von Rollen sind beim horizontalen Bereich einer Stranggießanlage vorgesehen und mit einer Anzahl von Drucksensoren in axialer Richtung der Oberflächen von diesen Rollen versehen. Dadurch wird beim Stranggießprozess der seitliche Druck im Strang durch in der Rolle vorhandene Sensoren erfasst. In einem Bereich, in dem ein noch flüssiger Teil des Stranges in dessen Innern existiert, wird die seitliche Druckkraft infolge geringer Dehnung erfasst. Auf diese Weise wird die Position und die Form des nicht erstarrten Teils im Gussstrang aufgespürt.

1. Die Bramme ist durcherstarrt.

Der Strang verhält sich dabei in erster Näherung wie eine Stahlfeder. Durch die Oszillation wird nur in sehr geringem Maße Energie in das System eingebracht und damit auch praktisch keine Wirkleistung benötigt, der Phasenwinkel (φ) ist vergleichsweise groß.

2. Die Bramme enthält flüssigen Sumpf.

Dieser Bereich ist geprägt durch einen hohen Anteil an flüssigem Metall. Durch die Oszillation erfolgt im flüssigen Bereich keine elastische Verformung. Für diese nicht elastische Verformung wird im Gegensatz zur Durcherstarrung Wirkleistung benötigt, z. B. für das Hin- und Herpumpen der flüssigen Schmelze.

Der Phasenwinkel (φ) ist vergleichsweise klein.

3. Übergangsbereich zur Sumpfspitze.

Da hier sowohl elastische als auch nicht elastische Verformung stattfindet, bewegt sich der Phasenwinkel (φ) im mittleren Bereich.

[0012] Somit lässt sich aus dem Phasenwinkel (φ) die Lage der Sumpfspitze ableiten.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend anhand des in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0014] Es zeigen:

Figur 1 den Phasenwinkel (φ) der Scheinleistung im Koordinatensystem in Abhängigkeit von der Wirkleistung P_W der Abszisse, und der Blindleistung P_B der Ordinate,

[0015] Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren aufzuzeigen, durch welches die mechanischen bzw. dynamischen Eigenschaften eines aufgezogenen oszillatorisch bewegten Systems gemessen und zur direkten Ermittlung des Systemzustandes eines Gussstranges herangezogen werden, um die Lage der Sumpfspitze genau festzulegen.

[0016] Zur Lösung der Aufgabe wird bei einem Verfahren der im Oberbegriff von Anspruch 1 genannten Art erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass dem Stranggussprodukt mit Hilfe eines Elementes, beispielsweise eines Rollengerüsts der Stranggussanlage, eine Oszillation aufgezwungen wird und dabei die aufgebrachte mechanische Leistung bzw. Arbeit in einem Koordinatensystem anteilig in Schein- (P_S), Wirk- (P_W) und Blindleistung (P_B) bzw. Arbeit zerlegt, und aus einem daraus herleitbaren Phasenwinkel (φ) nach Maßgabe dieser Anteile die Position der Sumpfspitze ermittelt wird.

[0017] Dabei macht sich die Erfindung zu Nutze, dass sich die mechanischen bzw. dynamischen Eigenschaften einer gegossenen Bramme in Abhängigkeit von deren Konsistenz, z. B. fest oder flüssig bzw. der Mischungen, in der Entfernung von dem Kokillen-Auslauf bis zum Sumpfende ändern.

[0018] Dabei ändert sich das Verhältnis von Wirkleistung (-arbeit), Blindleistung (-arbeit) bzw. Scheinleistung (-arbeit) und kann zur Bestimmung des Phasenwinkels (φ) ausgewertet werden. Dieser charakterisiert dann den jeweils aktuellen Zustand der Konsistenz des Systems bzw. der Bramme. Dabei wird der ermittelte Phasenwinkel als signifikantes Merkmal des mechanischen Systems ausgewertet und zur Bestimmung der Position der Sumpfspitze herangezogen.

[0019] Zwingt man der Bramme z. B. mit Hilfe eines Rollengerüsts eine Oszillation auf, so können drei Zustände unterschieden werden:

Figur 2 den Phasenwinkel (φ) in Abhängigkeit von der Durcherstarrung einer Bramme unterhalb einer Kokille.

[0020] In der Figur 1 lässt das Koordinatensystem erkennen, dass bei maximaler Blindleistung P_B , wobei der Winkel von P_S gegen 90° geht, die Wirkleistung P_W gegen Null abnimmt, wogegen bei tendenzieller Abnahme der Blindleistung P_B gegen Null die Wirkleistung P_W gegen ein Maximum tendiert.

[0021] In der Figur 2 sind die Systemzustände

- a) Bramme mit flüssigem Sumpf,
- b) Bramme durcherstarrt, und
- c) Übergangsbereich zur Sumpfspitze

bei entsprechenden Positionen der Bramme unterhalb der Kokille, sowie die Position der letzten Rolle des Rollengerüsts dargestellt. Das Diagramm zeigt deutlich die Größe des Phasenwinkels φ , der den einzelnen Systemzuständen der Bramme entspricht. Mit der Erfindung ergeben sich die folgenden Vorteile:

[0022] Direkte Messung des Systemzustandes, keine indirekte Berechnung. Dadurch erhöhte Genauigkeit und Zuverlässigkeit.

[0023] Je nach Beschaffenheit des bereits vorhandenen Systems ist diese Methode ohne bzw. mit nur sehr geringem mechanischem und antriebstechnischen Aufwand realisierbar (z. B. CyberLink-Segmente, Resonanzkokillen).

[0024] Das System kann bis in Grenzzustände hinein sicher genutzt werden:

o Bei der Strangführung:

- Die Sumpfspitze kann "bis zur letzten Rolle getrieben werden". Das bedeutet eine Maximierung der Produktivität.
- Die Dynamische Softreduction wird präziser und damit effektiver, da sie genauer in den Bereich der Sumpfspitze gelegt werden kann. Das bedeutet eine Verbesserung der Brammenqualität.

o Bei der Kokille:

- Reibkraftvisualisierung zur Klebeerkenkung des gegossenen Stranges an der Kokille ohne Thermoelemente. Das bedeutet geringere Investitionen, geringerer Erhaltungsaufwand, sowie höhere Zuverlässigkeit.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Reibkraft zwischen wenigstens zwei Elementen eines mechanischen Systems, wobei eines der Elemente einer erzwungenen Bewegung, insbesondere einer Schwingung, ausgesetzt ist, beispielsweise zwischen einer oszillierenden Kokille und einer Strangschale oder zwischen der oszillierende Strangschale und dem flüssigen Kern des Gussproduktes, vornehmlich zur Ermittlung der Sumpfspitze im Innern eines Gussstranges nach dessen Austritt aus der Kokille mit einer einen Kern aus flüssigem Metall umgebenden Strangschale, die infolge zunehmender

Wärmeabgabe mit wachsender Dicke bis zum Solidus-Punkt der Sumpfspitze reicht, und dann ein durcherstarrtes Stranggussprodukt, insbesondere eine Stranggussbramme ausbildet,

dadurch gekennzeichnet,

dass dem Stranggussprodukt mit Hilfe eines Elementes, beispielsweise eines Rollengerüsts der Stranggussanlage, eine Oszillation aufgezwungen wird und dabei die aufgebrachte mechanische Leistung bzw. Arbeit in einem Koordinatensystem anteilig in Schein- (P_S), Wirk- (P_W) und Blindleistung bzw. Arbeit (P_B) zerlegt, und aus einem daraus herleitbaren Phasenwinkel (φ) des Koordinatensystems nach Maßgabe dieser Anteile die Position der Sumpfspitze ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Oszillationsfrequenz zwischen 0,5 und 10 Hz und vorzugsweise zwischen 1 und 4 Hz eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Oszillationsamplitude zwischen 0,1 und 1 mm und vorzugsweise zwischen 0,2 und 0,4 mm eingestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass Oszillationsfrequenz und/oder Oszillationsamplitude während der Messung modifiziert werden.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der gesamte Segmentoberrahmen des Rollengerüsts oszilliert wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Segmenteinlauf bzw. der Segmentauslauf des Rollengerüsts oszilliert wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Oszillationsenergie direkt in die entsprechenden Segmente des Rollengerüsts beispielsweise über deren Hydraulikzylinder eingeleitet wird.

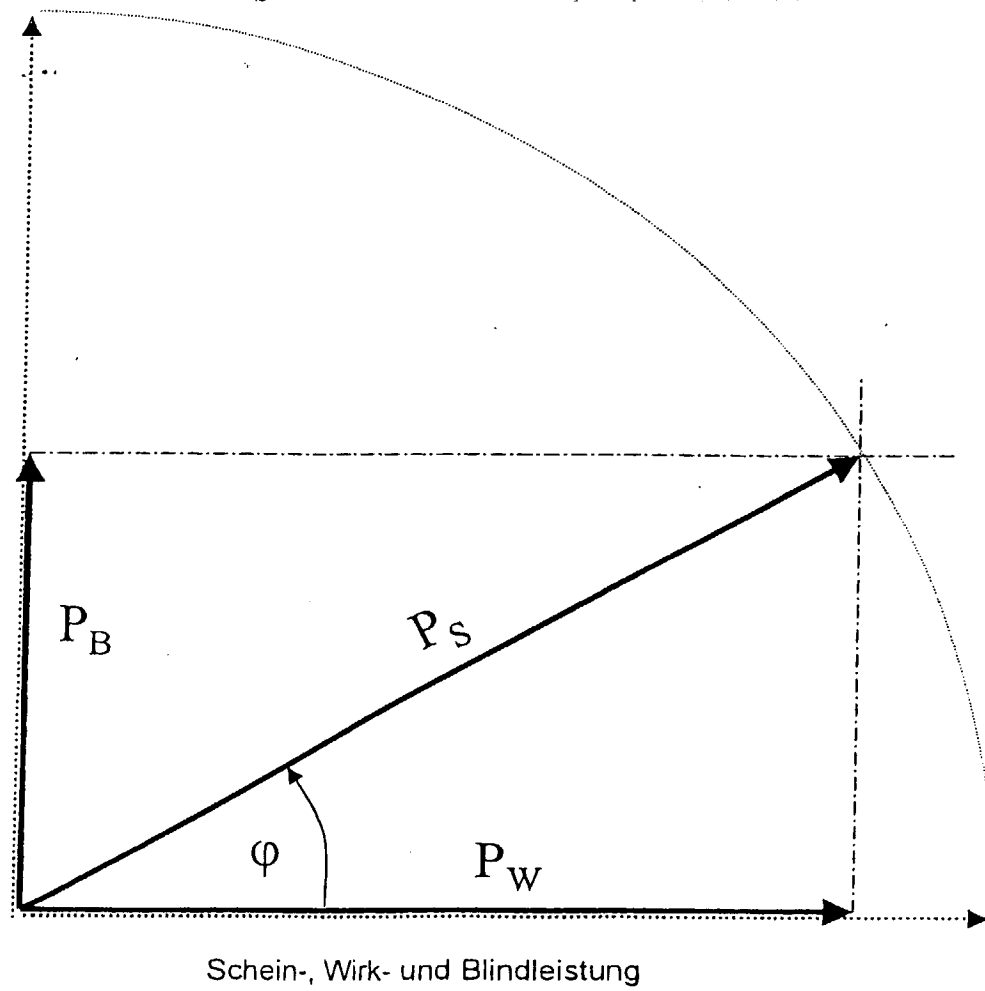


Fig. 1

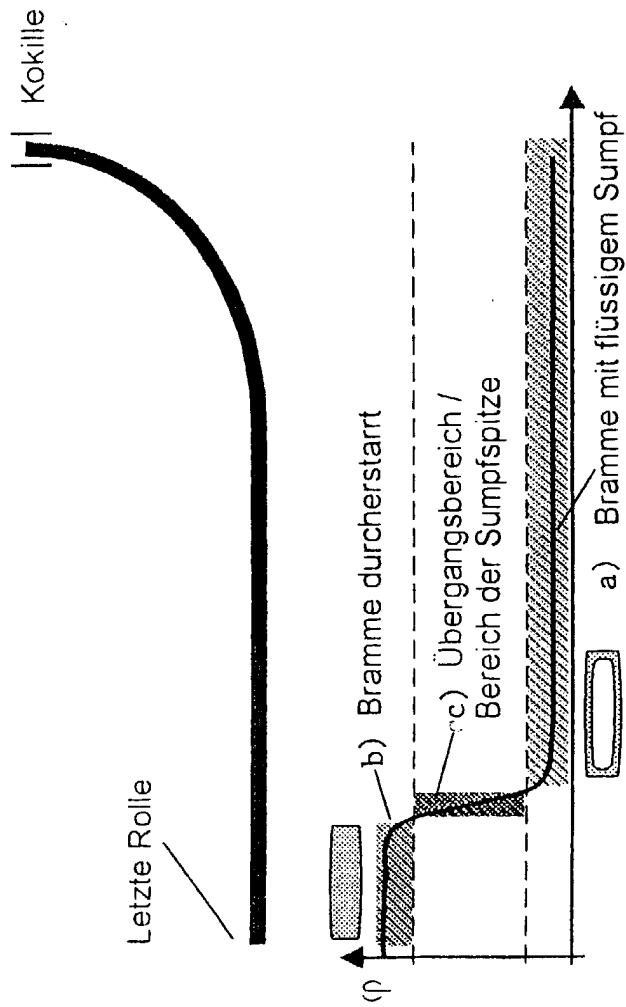


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 5763

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,X	DE 197 20 768 C (MANNESMANN AG) 14. Januar 1999 (1999-01-14) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 28 * * * Abbildungen 1-4 * ---	1-7	B22D11/12 B22D11/128 B22D11/20
X	DE 100 39 016 A (SMS DEMAG AG) 21. Februar 2002 (2002-02-21) * Zusammenfassung * * Absatz [0012]; Ansprüche 1,5 * * Abbildung 1 * -----	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 21. August 2003	Prüfer Baumgartner, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 5763

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-08-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19720768	C	14-01-1999	DE	19720768 C1		14-01-1999
			AT	206973 T		15-11-2001
			AU	8209098 A		27-11-1998
			BR	9809604 A		03-10-2000
			WO	9850185 A1		12-11-1998
			DE	59801786 D1		22-11-2001
			EP	0980295 A1		23-02-2000
			TW	404869 B		11-09-2000
			US	2003145976 A1		07-08-2003

DE 10039016	A	21-02-2002	DE	10039016 A1		21-02-2002
			AU	7755201 A		18-02-2002
			WO	0211925 A1		14-02-2002
			EP	1307309 A1		07-05-2003

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82