



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

(51) Int Cl.7: **B21D 1/05**

(21) Anmeldenummer: **04002761.7**

(22) Anmeldetag: **06.02.2004**

(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:
• **Noé, Rolf Dipl.Ing.**
verstorben (DE)
• **Noé, Andreas, Dr.mont, Dipl.-Ing.**
47647 Kerken (DE)

(30) Priorität: **23.05.2003 DE 10323811**

(74) Vertreter: **Honke, Manfred, Dr.-Ing.**
Patentanwälte,
Andrejewski, Honke & Sozien,
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)

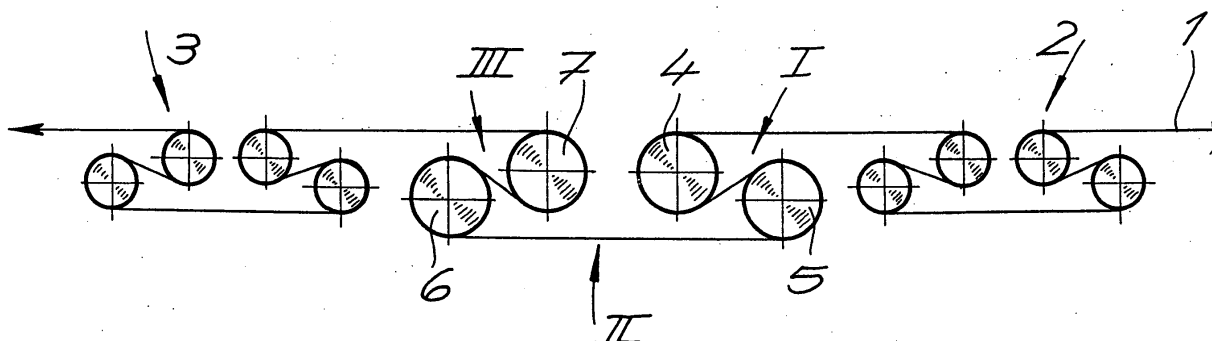
(71) Anmelder: **BWG BERGWERK- UND**
WALZWERK-MASCHINENBAU GMBH
D-47051 Duisburg (DE)

(54) **Verfahren zum kontinuierlichen Zugrecken von metallischen Bändern und Zugreckanlage**

(57) Es handelt sich um ein Verfahren und eine Zugreckanlage zum kontinuierlichen Zugrecken von metallischen Bändern, wobei das Band zwischen einem Bremsrollensatz (2) und einem Zugrollensatz (3) drei

oder mehr Reckzonen (I,II,III) durchläuft und in diesen Reckzonen (I,II,III) im plastischen Bereich und/oder elastischen Bereich gereckt wird, um optimale Planheitsergebnisse zu erreichen.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum kontinuierlichen Zugrecken von metallischen Bändern, insbesondere von Bändern mit einer Banddicke von 0,05 mm bis 1,5 mm, wonach das jeweilige Band einen Bremsrollensatz und einen Zugrollensatz durchläuft und zwischen beiden Rollensätzen im Zuge seiner Reckung im plastischen Bereich einem Streckzug unterworfen wird. Eine Reckung im plastischen Bereich wird häufig auch als elastisch-plastische Reckung bezeichnet, weil beim Überschreiten der Streckgrenze des betreffenden Bandmaterials eine Restelastizität in dem Bandmaterial verbleibt.

[0002] Es ist bekannt, zum Planieren von dünnen metallischen Bändern Zugrekanlagen mit einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz einzusetzen. Beide Rollensätze weisen regelmäßig zwei oder mehr Rollen auf, die mit gestaffelten Drehmomenten und folglich Streckzügen beaufschlagt werden, so dass schließlich der für die gewünschte Reckung erforderliche Streckzug zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz erreicht wird. Im Zuge des Reckvorganges wird die plastische Längung des betreffenden Bandes aus der Reduzierung der Banddicke und Bandbreite bezogen. Dabei treten Längsspannungen und daraus resultierende Querspannungen auf, welche vom Bandmaterial abhängig sind. Daraus können in der Bandmitte größere Längsformänderungen resultieren, die einerseits zu mehr oder minder starken Mittenschüsseln führen, andererseits zu ungleichmäßig über die Bandbreite verteilte Restspannungen. Um die bei der plastischen Reckung auftretenden Verformungen auf ein Minimum zu reduzieren und folglich die Bildung von Mittenschüsseln sowie ungleichmäßig verteilte Restspannungen nahezu zu eliminieren, kennt man ein Verfahren der eingangs beschriebenen Ausführungsform, wonach das Band in einem zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz zwischengeschalteten Zugreckrollenpaar dem zu seiner Reckung, im plastischen Bereich erforderlichen Streckzug unterworfen wird (vgl. DE 39 12 676 C2).

[0003] Ferner kennt man Zugrekanlagen für Stahl- und Metallbänder mit einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz, bei denen zwei Reckzonen verwirklicht sind, um verbesserte Planheitsergebnisse zu erzielen. Dazu wird beispielsweise die Länge der ersten Reckzone und der zweiten Reckzone auf die jeweils maximale Bandbreite abgestimmt (vgl. DE 101 14 883 C1).

[0004] Der Erfindung liegt das technische Problem zu Grunde, ein Verfahren zum kontinuierlichen Zugrecken von metallischen Bändern der eingangs beschriebenen Ausführungsform anzugeben, mit dem sich optimierte Planheitsergebnisse erzielen lassen.

[0005] Zur Lösung dieses Problems lehrt die Erfindung, dass das Band zwischen beiden Rollensätzen drei oder mehr Reckzonen durchläuft und in diesen Reckzonen im plastischen (bzw. elastisch-plastischen)

Bereich und/oder elastischen Bereich gereckt wird. Durch die zumindest dritte und folglich zusätzliche Reckzone wird überraschenderweise eine weitere Vergleichsmäßigung der Längsspannungsverteilung und der daraus resultierenden Bandlängs- und -querformänderungen erreicht. Daraus resultieren optimale Richterergebnisse. Dabei kann das Band in allen Reckzonen im plastischen Bereich gereckt werden. Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass - bei Verwirklichung von drei Reckzonen - das Band in der einlaufseitigen Reckzone und in der auslaufseitigen Reckzone im plastischen Bereich gereckt wird und in der zwischen diesen Zonen befindlichen mittleren Reckzone lediglich einer im elastischen Bereich liegenden Bandzugspannung unterworfen wird. Daraus resultiert eine Abrundung der Fließkurve im Spannungs-Dehnungs-Schaubild beim Überschreiten der Streckgrenze zwischen dem elastischen und plastischen Bereich, weil eben das Band in der mittleren Reckzone eine Entlastung vom plastischen in den elastischen Bereich und eine Wiederbelastung von dem elastischen Bereich in den plastischen Bereich erfährt. Um diesen Effekt zu optimieren, liegt die Bandzugspannung in der mittleren Reckzone bei $\leq 80\%$, vorzugsweise $\leq 50\%$ der Streckgrenze des betreffenden Bandmaterials. In diesem Zusammenhang ist vorgesehen, dass das Band die mittlere Reckzone mit einer Verweildauer von ≥ 1 Sekunde durchläuft.

[0006] Werden im Rahmen der Erfindung mehr als drei Reckzonen vorgesehen, beispielsweise fünf Reckzonen, so lehrt die Erfindung in entsprechender Weise, dass das Band beim Durchlaufen von fünf Reckzonen in den beiden einlaufseitigen Reckzonen und in den beiden auslaufseitigen Reckzonen im plastischen Bereich und in der mittleren Reckzone im elastischen Bereich gereckt wird bzw. die Bandzugspannung im elastischen Bereich liegt. Durch das Zurückführen der Bandzugspannung auf den elastischen Bereich wird bei drei, fünf oder mehr Reckzonen praktisch die Verwirklichung von zwei getrennten Zugrekanlagen simuliert. Folglich resultiert aus dem erfindungsgemäßen Verfahren eine besonders kompakte und raumsparende Bauweise für die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Zugrekanlage. Ferner sieht die Erfindung vor, dass das Band nach dem Durchlaufen der einlaufseitigen Reckzone oder Reckzonen aufgewickelt und abgewickelt wird. Durch dieses Zwischen-Aufwickeln werden überraschenderweise Kriecheffekte im späteren Coil kompensiert.

[0007] Gegenstand der Erfindung ist auch eine Zugrekanlage, die zur Durchführung des beanspruchten Verfahrens besonders geeignet ist und sich durch einfache und funktionsgerechte Bauweise auszeichnet. Diese Zugrekanlage ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz zwei oder mehr Zugreckrollenpaare angeordnet sind, wobei die einlaufseitige Reckzone zwischen den beiden Zugreckrollen des einlaufseitigen Zugreckrollenpaares,

die auslaufseitige Reckzone zwischen den beiden Zugreckrollen des auslaufseitigen Zugreckrollenpaares und die mittlere Reckzone zwischen den beiden Zugreckrollenpaaren gebildet ist. Sind dagegen zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz vier Zugreckrollenpaare angeordnet, dann befinden sich zwei Reckzonen jeweils zwischen den beiden Zugreckrollen der beiden einlaufseitigen Zugreckrollenpaare und zwei Reckzonen jeweils zwischen den beiden Zugreckrollen der beiden auslaufseitigen Zugreckrollenpaare, während sich die mittlere Reckzone zwischen dem letzten einlaufseitigen Zugreckrollenpaar und dem ersten auslaufseitigen Zugreckrollenpaar befindet. Weiter lehrt die Erfindung, dass zumindest jeweils eine Zugreckrolle der Zugreckrollenpaare als eine konkave/konvexe Zugreckrolle, mit jeweils unterschiedlich einstellbarer Geometrie ausgebildet ist. Bei derartigen Zugreckrollen ist der Rollenmantel zwischen einer konvexen Außenwölbung und einer konkaven Innenwölbung einstellbar, um auch auf diesem Wege im Zuge des Planierens von metallischen Bändern Randwellen und Mittenschüsseln in erheblichem Maße zu verringern oder ganz zu eliminieren (vgl. DE 42 30 243 C1). Insoweit wird im Übrigen auch eine verbesserte Anpassung an unterschiedliche Bandbreiten erreicht. Endlich sieht die Erfindung vor, dass das Band in den einzelnen Reckzonen jeweils von einem oder mehreren Linearmotoren beaufschlagt ist. Der Einsatz von Linearmotoren setzt den Einsatz von Metallbändern aus nichtferromagnetischem Material, zum Beispiel Bundmetall voraus und ermöglicht eine feinfühlig und gezielte Einstellung der Spannungsverteilung (vgl. DE 197 19 994 A1).

[0008] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Zugrekanlage mit drei Reckzonen in schematischer Seitenansicht und

Fig. 2 ein Spannungs-Dehnungs-Schaubild.

[0009] In den Figuren ist eine Zugrekanlage zum kontinuierlichen Zugrecken von dünnen Metallbändern 1 aus insbesondere Stahl, Edelstahl, Aluminium oder dergleichen mit einer Banddicke zwischen 0,05 mm und 1,5 mm dargestellt. Diese Zugrekanlage weist in ihrem grundsätzlichen Aufbau einen Bremsrollensatz 2 und einen Zugrollensatz 3 auf. Zwischen dem Bremsrollensatz 2 und dem Zugrollensatz 3 sind nach dem Ausführungsbeispiel zwei Zugreckrollenpaare 4, 5 und 6, 7 angeordnet, wobei eine einlaufseitige Reckzone I zwischen den beiden Zugreckrollen 4, 5 des einlaufseitigen Zugreckrollenpaares, eine auslaufseitige Reckzone III zwischen den beiden Zugreckrollen 6, 7 des auslaufseitigen Zugreckrollenpaares und eine mittlere Reckzone II zwischen den beiden Zugreckrollenpaaren 4, 5 und 6, 7 gebildet ist. Die Verspannung von Bremsrollensatz, Zugreckrollenpaaren und Zugrollensatz kann in be-

kannter Weise erfolgen. Zumindest jeweils eine Zugreckrolle 4 bzw. 6 der Zugreckrollenpaare 4, 5 und 6, 7 kann als eine konkave/konvexe Zugreckrolle mit jeweils unterschiedlich einstellbarer Geometrie ausgebildet sein. Außerdem kann das Band 1 in den einzelnen Reckzonen I, II, III jeweils von einem oder mehreren Linearmotoren beaufschlagt sein, was nicht gezeigt ist.

[0010] Bei der dargestellten Zugrekanlage durchläuft das Band 1 zwischen dem Bremsrollensatz 2 und dem Zugrollensatz drei Reckzonen I, II, III und wird in diesen Reckzonen im plastischen Bereich und/oder elastischen Bereich gereckt. Nach einer Ausführungsform wird das Band in der einlaufseitigen Reckzone I und in der auslaufseitigen Reckzone III im plastischen Bereich gereckt und in der zwischen diesen beiden Zonen befindlichen mittleren Reckzone II lediglich einer im elastischen Bereich liegenden Bandzugspannung unterworfen. Daraus resultiert die in dem Spannungs-Dehnungs-Schaubild dargestellte Abrundung 8 der Fließkurve 9 beim Überschreiten der Streckgrenze des betreffenden Bandmaterials und folglich im Übergangsbereich von dem elastischen Bereich in den plastischen Bereich. Dabei ist zur Verdeutlichung einmal die Fließkurve für eine dreimal plastische Reckung

I → II → III

und mit einer Zwischenentlastung in der mittleren Reckzone

I → II' → III'

und folglich mit lediglich einer elastischen Reckung in der mittleren Reckzone II dargestellt. Die gestrichelt dargestellte Abrundung 8 der Fließkurve 9 wird um so deutlicher, je länger das betreffende Band 1 in der mittleren Reckzone II einer im elastischen Bereich liegenden Bandzugspannung unterworfen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum kontinuierlichen Zugrecken von metallischen Bändern, insbesondere mit einer Banddicke von 0,05 mm bis 1,5 mm, wonach das jeweilige Band einen Bremsrollensatz und einen Zugrollensatz durchläuft und zwischen beiden Rollensätzen im Zuge seiner Reckung im plastischen Bereich einem Streckzug unterworfen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band zwischen beiden Rollensätzen drei oder mehr Reckzonen durchläuft und in diesen Reckzonen im plastischen Bereich und/oder elastischen Bereich gereckt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band in allen Reckzonen im

plastischen Bereich gereckt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band in der einlaufseitigen Reckzone und in der auslaufseitigen Reckzone im plastischen Bereich gereckt wird und in der zwischen diesen Zonen befindlichen mittleren Reckzone einer im elastischen Bereich liegenden Bandzugspannung unterworfen wird. 5
10
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandzugspannung in der mittleren Reckzone bei $\leq 80\%$, vorzugsweise $\leq 50\%$ der Streckgrenze des Bandmaterials liegt. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band die mittlere Reckzone mit einer Verweildauer ≥ 1 Sekunde durchläuft. 20
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band beim Durchlaufen von fünf Reckzonen in den beiden einlaufseitigen Reckzonen und in den beiden auslaufseitigen Reckzonen im plastischen Bereich und in der mittleren Reckzone im elastischen Bereich gereckt wird. 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band nach dem Durchlaufen der einlaufseitigen Reckzone oder Reckzonen zwischenaufgewickelt wird. 30
8. Zugreckanlage zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Bremsrollensatz (2) und dem Zugrollensatz (3) zwei oder mehr Zugreckrollenpaare (4, 5 und 6, 7) angeordnet sind, wobei eine einlaufseitige Reckzone (I) zwischen den beiden Zugreckrollen (4, 5) des einlaufseitigen Zugreckrollenpaares, eine auslaufseitige Reckzone (III) zwischen den beiden Zugreckrollen (6, 7) des auslaufseitigen Zugreckrollenpaares und eine mittlere Reckzone (II) zwischen den beiden Zugreckrollenpaaren (4, 5 und 6, 7) gebildet ist. 35
40
45
9. Zugreckanlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest jeweils eine Zugreckrolle (4 und 6) der Zugreckrollenpaare als eine konkave/konvexe Zugreckrolle mit jeweils unterschiedlich einstellbarer Geometrie ausgebildet ist. 50
10. Zugreckanlage nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band (1) in den einzelnen Reckzonen (I, II, III) jeweils von einem oder mehreren Linearmotoren beaufschlagt ist. 55

Fig. 1

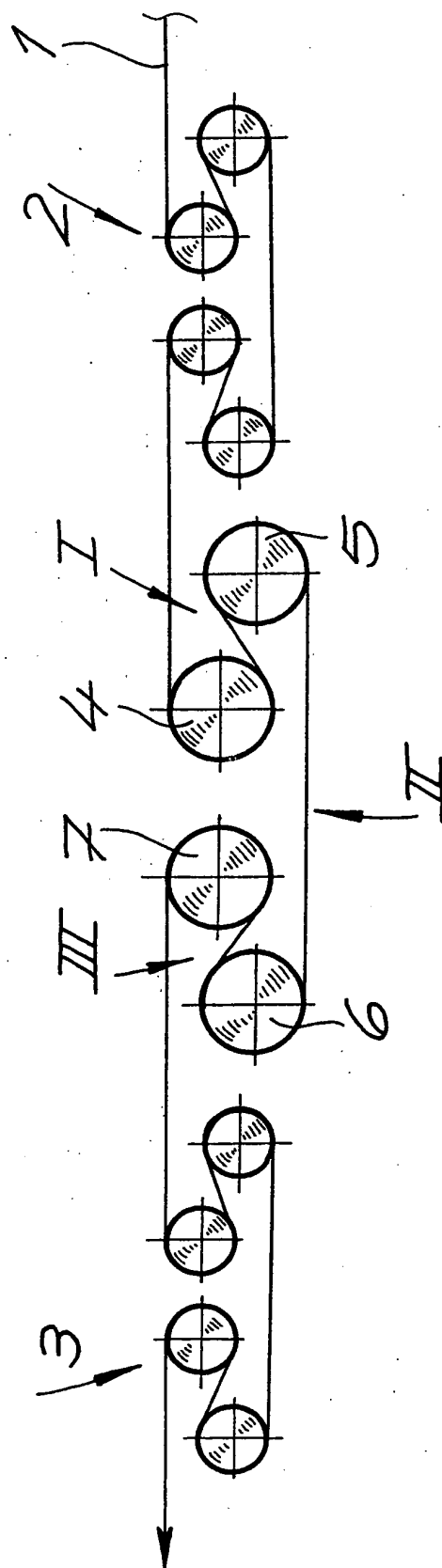
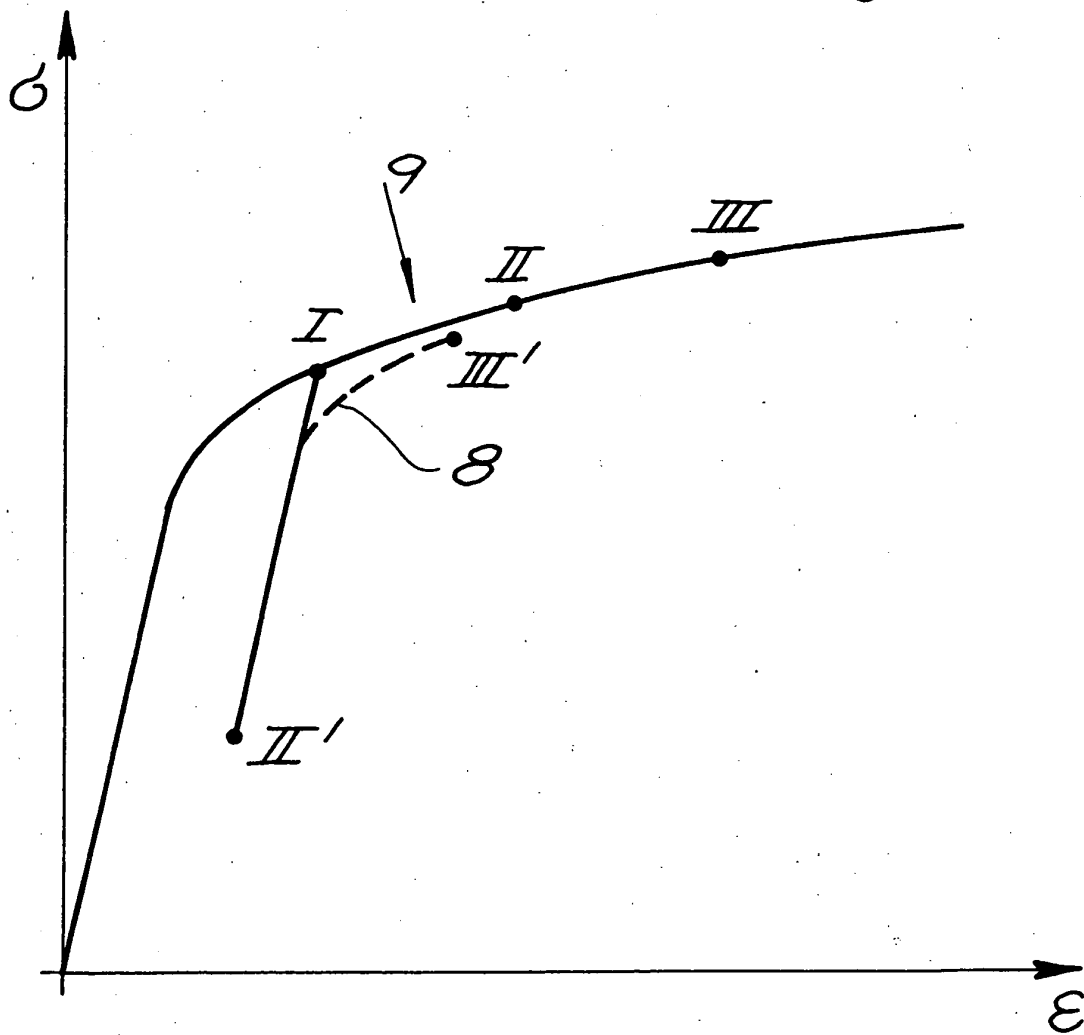


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 2761

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 1 254 728 A (BWG BERGWERK WALZWERK) 6. November 2002 (2002-11-06)	1-3,9,10	B21D1/05
A	-----	4-7	
X	WO 02/16057 A (SMS DEMAG AG) 28. Februar 2002 (2002-02-28)	1-3,9,10	
A	* Seite 5, Zeile 8 - Seite 5, Zeile 27; Abbildung 1 *	4-7	
A	-----		
A	EP 0 587 995 A (BWG BERGWERK WALZWERK) 23. März 1994 (1994-03-23) * Ansprüche 4,8; Abbildungen 1,2,4,5 *	1,8,9	
D,A	-----		
D,A	DE 39 12 676 A (BWG BERGWERK WALZWERK) 25. Oktober 1990 (1990-10-25) * Abbildungen 1,2 *	1,8,10	
D,A	-----		
D,A	DE 101 14 883 C (BWG BERGWERK WALZWERK) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) * Abbildung 2 *	1,8	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. September 2004	Prüfer Vinci, V
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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 04 00 2761

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

13-09-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1254728	A	06-11-2002	DE 10121981 C1	12-12-2002
			EP 1254728 A2	06-11-2002
			US 2002162375 A1	07-11-2002
WO 0216057	A	28-02-2002	DE 10041563 A1	07-03-2002
			BR 0113480 A	15-07-2003
			CA 2420353 A1	24-02-2003
			WO 0216057 A1	28-02-2002
			EP 1311354 A1	21-05-2003
			JP 2004506517 T	04-03-2004
			US 2004020258 A1	05-02-2004
EP 0587995	A	23-03-1994	DE 4230243 C1	27-01-1994
			CA 2104852 A1	11-03-1994
			EP 0587995 A1	23-03-1994
			US 5341664 A	30-08-1994
DE 3912676	A	25-10-1990	DE 3912676 A1	25-10-1990
			AT 90233 T	15-06-1993
			CA 2013824 A1	18-10-1990
			DE 59001660 D1	15-07-1993
			EP 0393301 A2	24-10-1990
			US 5182931 A	02-02-1993
DE 10114883	C	31-10-2002	DE 10114883 C1	31-10-2002
			EP 1245301 A2	02-10-2002
			US 2002157440 A1	31-10-2002

EPO FORM P0461

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