

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 693 317 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

24.01.1996 Patentblatt 1996/04

(51) Int. Cl.⁶: **B02C 17/22**

(21) Anmeldenummer: **95111378.6**

(22) Anmeldetag: **20.07.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE ES GB IT

(72) Erfinder: **Bartels, Klaus**

D-57299 Burbach (DE)

(30) Priorität: **23.07.1994 DE 4426211**

(74) Vertreter: **Rehders, Jochen, Dipl.-Ing.**

D-40210 Düsseldorf (DE)

(71) Anmelder: **Maalwerk Amsterdam B.V.**

NL-1013 BL Amsterdam (NL)

(54) **Auskleidung für die Trommeln von Kugelmühlen**

(57) Auskleidung für die Trommeln von Kugelmühlen aus verschleißfesten, gepreßten und gesinterten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen mit einer profilierten Oberfläche zum Trommelinnenraum hin.

EP 0 693 317 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Auskleidung für die Trommeln von Kugelmøhlen aus hochverschleißfesten, gepreßten und gesinterten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen.

Kugelmøhlen dienen zum hochfeinen Vermahlen verschiedenen Mahlguts, insbesondere zum Vermahlen von Industriemineralien.

Hierzu wird das Mahlgut zusammen mit Kugeln in eine Trommel eingebracht und durch Drehen der Trommel vermahlen. Dies geschieht in der Weise, daß die Kugeln und das Mahlgut durch die Drehung der Trommel angehoben und in einer bestimmten Höhe umgeworfen werden, so daß das Mahlgut und die Kugeln wieder in den tiefsten Bereich der Trommeln zurückfallen. Um zu vermeiden, daß das Mahlgut und die Kugeln ausschließlich entlang der Trommeloberfläche entlangrutschen, ohne umgeworfen zu werden, ist es bei Kugelmøhlen mit einer Trommelauskleidung aus Hartguß, Gummi, Steatit, Silex oder Porzellan bekannt, eine profilierte Innenoberfläche vorzusehen. Bei diesen bekannten Auskleidungen hat sich die unregelmäßige Oberfläche als erforderlich erwiesen, da Hartguß, Gummi, Steatit, Silex oder Porzellan eine recht glatte Oberfläche von Anfang an aufweisen oder diese sich innerhalb kurzer Zeit im Gebrauch einstellt und das Mahlgut und die Kugeln daher die Tendenz haben, nur an der Trommeloberfläche entlangzurutschen.

Um daher überhaupt eine Mitnahme des Mahlguts und der Kugeln, die in der Regel aus dem gleichen Material wie die Auskleidung sind, und ein Umwerfen des Mahlguts und der Kugeln sowie ein ausreichendes Mahlergebnis zu erreichen, ist bei Auskleidungen aus Hartguß, Gummi, Steatit, Silex oder Porzellan eine profilierte Oberfläche zwingend erforderlich. Nachteilig ist bei diesen Materialien, daß der Abrieb der Oberfläche sehr stark ist, wodurch das Mahlgut kontaminiert wird, und daß durch den hohen Abrieb nur eine geringe Lebensdauer der Auskleidung gegeben ist.

Um eine höhere Lebensdauer zu erreichen, ist es des weiteren bekannt, die Auskleidung mit hochverschleißfesten, gepreßten und gesinterten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen vorzunehmen. Diese Steine sind sehr hart und verschleißfest und behalten ihre verhältnismäßig rauhe Oberfläche wegen der hohen Abriebfestigkeit bei. Die bekannten Aluminiumoxidsteine weisen eine zum Trommelinnenraum gerichtete nicht profilierte Oberfläche auf, der die Überlegung zugrunde liegt, aufgrund der Rauigkeit eine ausreichende Mitnahme des Mahlguts und der Kugeln sowie ein Umwerfen zu erreichen und die Kontamination des Mahlguts durch Abrieb von der Auskleidungs Oberfläche zu vermindern. Mit dieser Auskleidung aus Aluminiumoxidsteinen konnte die Lebensdauer gegenüber Auskleidungen aus Hartguß, Gummi, Steatit, Silex oder Porzellan mehr als verdoppelt werden. Bei dieser verschleißfesten Auskleidung aus Aluminiumoxidsteinen wurde allerdings festgestellt, daß das Verhält-

nis von erforderlicher Antriebsleistung der Trommel zu Menge von vermahlenem Mahlgut ungünstig war, da ein Teil des Mahlguts mit den Kugeln zwar beim Drehen angehoben und umgeworfen wurde, ein Teil jedoch an der Auskleidungsinnenwand in den unteren Bereich der Trommel zurückrutschte, so daß ein Teil der Antriebsleistung in Form von Reibungswärme verloren ging, wobei die Reibung an der Auskleidungsinnenoberfläche Abrieb erzeugte, der das Mahlgut kontaminierte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Auskleidung für Trommeln von Kugelmøhlen zu schaffen, mit der sich eine verbesserte Mahlleistung, eine geringere Kontaminierung des Mahlguts und eine höhere Lebensdauer der Auskleidung erreichen lassen.

Ausgehend von dieser Aufgabenstellung wird eine Auskleidung für die Trommeln von Kugelmøhlen aus hochverschleißfesten, gepreßten und gesinterten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen vorgeschlagen, die erfindungsgemäß zum Trommelinnenraum hin eine profilierte Oberfläche aufweisen.

Die profilierte Oberfläche kann stufenförmig, zägezahnförmig, dachförmig oder vorzugsweise wellenförmig verlaufen.

Mit der wellenförmig verlaufenden Oberfläche wurden betriebsinterne Dauerversuche durchgeführt, die gegenüber der Auskleidung mit glatten Aluminiumoxidsteinen nochmals eine Verdoppelung der Lebensdauer erbrachte, obwohl die Erfahrungen mit Auskleidungen aus Hartguß, Gummi, Steatit, Silex oder Porzellan das Gegenteil erwarten ließen. Des weiteren ist der Abrieb an der profilierten Oberfläche äußerst gering und ist die Mahlleistung, d. h. das Verhältnis von Menge des vermahlenen Mahlguts zur Antriebsleistung gegenüber einer Auskleidung aus glatten Aluminiumoxidsteinen um 10 bis 20 % verbessert worden. Die Erklärung für diesen Effekt kann darin liegen, daß das Mahlgut mit den Kugeln durch die profilierte Oberfläche angehoben und umgeworfen wird, ohne an der Oberfläche zurück zu rutschen, so daß geringere Reibungsverluste und ein geringerer Verschleiß entstehen, was überraschend ist, da aus den Erfahrungen mit den bisher benutzten Auskleidungen das Gegenteil zu erwarten war. Bewirkt selbst der geringe Abrieb von Aluminiumoxidsteinen eine unzulässige Kontamination des Mahlguts können anstelle von Aluminiumoxidsteinen Zirkonoxidsteine oder hochverschleißfeste Steine aus ähnlichem Material eingesetzt werden.

Die bevorzugte wellenförmige Oberfläche kann an jedem Stein als ganze Welle oder als Halbwelle angeformt sein, so daß im zweiten Fall benachbarte Steine mit ihren Wellentälern bzw. Wellenkämmen aneinanderstoßend in die Trommel gesetzt werden.

Vorzugsweise kann der Radius der Wellen etwa dem Radius der Kugeln in der Trommel entsprechen, die sich auf diese Weise in die wellenförmige Oberfläche einschmiegen, wodurch sich ein besonders wirksamer Mitnahmeeffekt erreichen läßt.

Die Oberfläche läßt sich auch stufenförmig gestalten, indem unterschiedlich hohe Steine abwechselnd und/oder reihenweise gesetzt werden.

Eine sägezahnförmige Oberfläche läßt sich dadurch erreichen, daß Steine mit ihren unterschiedlich hohen Seitenkanten aneinanderstoßend gesetzt werden.

Schließlich ist es auch möglich, die profilierte Oberfläche dachförmig zu gestalten, indem eine dachförmige Oberfläche an jedem Stein angeformt wird oder indem durch Aneinandersetzen der hohen bzw. niedrigen Kanten von Steinen mit unterschiedlich hohen Seitenkanten die dachförmige Oberfläche gebildet wird.

Die Stufen-, Sägezahn-, Dach- oder Wellenprofile können vorzugsweise achsparallel durch die Trommel hindurch verlaufen, jedoch ist es auch möglich, sie unter einem kleinen Winkel geneigt zur Trommelachse durch die Trommel hindurch verlaufen zu lassen, um das Mahlgut mit den Kugeln innerhalb der Trommel in Achsrichtung zu transportieren.

Im Hinblick darauf, daß auf die Auskleidung aufgrund der profilierten Oberfläche erhöhte Tangentialkräfte wirken, ist es vorteilhaft, die Befestigung an der Trommelinnenoberfläche durch eine vergrößerte Rauigkeit der der Trommel zugewandten Steinoberfläche bis hin zu Riefen oder Vertiefungen und Erhöhungen zu verbessern. In diese Vertiefungen und Erhöhungen greift ein üblicher, zum Befestigen einer Auskleidung aus Aluminiumoxidsteinen in der in der Regel aus Stahl bestehenden Trommel verwendeter Kleber, z. B. ein Zweikomponentenkleber ein, so daß eine formschlüssige Verbindung zwischen den Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen und dem Zweikomponentenkleber gewährleistet ist.

Anstelle des Zweikomponentenklebers oder um die Anfangshaftung bei Verwendung eines solchen Zweikomponentenklebers zu gewährleisten, können Permanentmagnete auf der der Trommel zugewandten Steinoberfläche befestigt sein.

Diese Permanentmagnete können rund oder streifenförmig ausgebildet sein und in entsprechende Vertiefungen der Steinrückseite eingesetzt, insbesondere eingeklebt sein.

Die Erfindung wird nachstehend anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele des näheren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer aufgeschnittenen Trommel einer Kugelmühle mit einer Auskleidung mit Wellenprofil,
 Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Steins mit Halbwellenprofil,
 Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines Steins mit Dachprofil,
 Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines Steins mit gegenüber der Unterfläche schräg verlaufender Oberfläche,
 Fig. 5 eine perspektivische Darstellung mit Blick auf die Unterseite eines Steins mit Vollwellenprofil,

Fig. 6 eine Ansicht der Unterseite eines Steins mit zwei daran angeordneten runden Permanentmagneten und

Fig. 7 eine Unteransicht eines Steins mit zwei daran angeordneten Permanentmagnetstreifen.

Von einer Kugelmühle ist eine aufgeschnittene Trommel 1 aus Stahl dargestellt, die mit Kugeln 2 und Mahlgut 3 beladen ist. Die Trommel 1 ist mit einer Auskleidung aus hochverschleißfesten, gepreßten und gesinterten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen 4 oder Steinen aus ähnlichem Material versehen, deren zum Trommelinneren weisende Oberfläche ein Wellenprofil 5 aufweist. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel weist jeder Stein 4 ein Vollwellenprofil 5 auf.

Der Radius des Wellenprofils 5 entspricht etwa dem Radius der Kugeln 2, die sich auf diese Weise in die Wellentäler des Wellenprofils 5 einschniegen, so daß sie in der dargestellten Weise mitgenommen und angehoben, im höchsten Punkt umgeworfen werden und dabei das Mahlgut zerkleinern. Das Wellenprofil 5 verhindert weitgehend ein Zurückgleiten der angehobenen Kugeln 2 und des Mahlguts 3 entlang der Innenoberfläche der Auskleidung aus den Steinen 4, so daß die Kugeln 2 und das Mahlgut 3 tatsächlich im wesentlichen umgeworfen werden.

Die Reibungsverluste auf der Oberfläche der Auskleidung sind dadurch gegenüber einer Auskleidung aus glatten Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen erheblich vermindert, so daß bei gleicher Ausbringung eine geringere Antriebsleistung erforderlich ist und der Abrieb auf der Oberfläche der Steine 4 vermindert ist.

In Fig. 2 ist ein Stein 6 dargestellt, dessen wellenförmige Oberfläche 7 eine Halbwelle bildet. Beim Setzen der Auskleidung mit den Steinen 6 werden jeweils die Kanten im Bereich der Wellenkämme und im Bereich der Wellentäler gegeneinander gesetzt, so daß sich eine Vollwelle über zwei Steinbreiten erstreckt.

Anstelle einer wellenförmigen Oberfläche läßt sich auch eine dachförmige Oberfläche verwenden, wenn Steine 8 verwendet werden, die eine dachförmige Oberfläche 9 aufweisen.

Bei Steinen 10 mit einer gegenüber der Grundfläche schrägen Oberfläche 11 läßt sich entweder ein Sägezahnprofil erreichen, wenn die Steine in der Trommel jeweils mit ihren niedrigen und hohen Seitenkanten gegeneinander gesetzt werden, oder es läßt sich ein Dachprofil zusammensetzen, indem die Steinreihen abwechselnd mit ihren hohen Seitenkanten und ihren niedrigen Seitenkanten gegeneinander gesetzt werden.

Der Unterschied zwischen dem mit den Steinen 4 bzw. 8 erreichbaren Oberflächenprofil gegenüber dem mit den Steinen 6 bzw. 10 erreichbaren Oberflächenprofil liegt darin, daß sich bei den Steinen 4 bzw. 8 das wellenförmige Profil 5 bzw. das dachförmige Profil 9 über eine Steinbreite vollständig wiederholt, während dies bei den aus den Steinen 6 bzw. 10 zusammengesetzten Profilen jeweils über zwei Steinbreiten der Fall ist.

Da auf die Auskleidung aufgrund des Mitnahmeeffekts der profilierten Oberfläche 5, 7, 9, 11 der Steine 4, 6, 8, 10 erhöhte Tangentialkräfte wirken, ist die Unterseite der Steine gemäß Fig. 5 mit Vertiefungen 13 in Form von Nuten versehen, zwischen denen Erhöhungen 10 verlaufen. Wird die Auskleidung in üblicher Weise mittels eines geeigneten Klebers z. B. eines Zweikomponentenklebers mit der Trommel 1 verklebt, dringt der Klebstoff in die Vertiefungen 13 der Steine ein und bewirkt so eine Haftung nicht nur durch die Klebewirkung auf der Steinoberfläche, sondern auch eine Verklammerung in den Vertiefungen 13, die eine formschlüssige Verbindung zwischen den Steinen 4, 6, 8, 10 und dem Klebstoff gewährleistet.

Werden, wie in Fig. 6 und 7 dargestellt, Permanentmagnete auf der Unterseite der Steine 4, 6, 8, 10 befestigt, bei denen es sich gemäß Fig. 6 um runde, in Vertiefungen der Steine 4, 6, 8, 10 eingelassene Permanentmagneten 14 handeln kann oder um in Nuten der Steinen 4, 6, 8, 10 eingelassene Permanentmagnetstreifen 15, wird eine unmittelbare Haftung der Steine 6, 8, 10 auf der Innenoberfläche der Trommel 1, die aus Stahl besteht, erreicht. In diesem Fall läßt sich die Haftung mittels der Permanentmagneten 14, 15 dazu benutzen, eine sofortige Anfangshaftung beim Verkleben der Auskleidung zu erreichen, so daß sich die Auskleidung aufbauen läßt, ohne nach dem Legen von einigen Steinlagen abwarten zu müssen, daß der Klebstoff ausgehärtet ist. Ggf. kann die Haftung der Steine 4, 6, 8, 10 auch durch die Permanentmagneten 14, 15 allein bewirkt werden, ohne daß zusätzlich ein Klebstoff benötigt wird. Welche Befestigungsart eingesetzt wird, ist in Abhängigkeit vom spezifischen Gewicht des Mahlguts, des Trommeldurchmessers und der geforderten Ausbringung von Fall zu Fall zu entscheiden.

Patentansprüche

1. Auskleidung für eine Trommel (1) einer Kugelmühle aus hochverschleißfesten, gepreßten und gesinter-
ten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkon-
oxidsteinen (4, 6, 8, 10) mit einer profilierten
Oberfläche (5, 7, 9, 11) zum Trommelinnenraum hin.
2. Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die profilierte Oberfläche stufenförmig verläuft.
3. Auskleidung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die stufenförmige Oberfläche durch unterschiedlich hohe Steine gebildet ist.
4. Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die profilierte Oberfläche sägezahnförmig verläuft.
5. Auskleidung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die sägezahnförmige Oberfläche durch aneinandergesetzte Steine (10) mit unterschiedlich hohen aneinanderstoßenden Kanten gebildet ist.
6. Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die profilierte Oberfläche dachförmig verläuft.
7. Auskleidung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dachförmige Oberfläche (9) an jeden Stein (8) angeformt ist.
8. Auskleidung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dachförmige Oberfläche durch Aneinandersetzen der hohen bzw. niedrigen Kanten von Steinen (10) mit unterschiedlich hohen Seitenkanten gebildet ist.
9. Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die profilierte Oberfläche (5, 7) wellenförmig verläuft.
10. Auskleidung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß an jeden Stein (4) eine ganze Welle (5) angeformt ist.
11. Auskleidung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß an jeden Stein (6) eine Halbwelle angeformt ist und benachbarte Steine (6) mit ihren Wellentälern bzw. Wellenkämmen aneinandergesetzt sind.
12. Auskleidung nach Anspruch 9, 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Radius der Wellen etwa dem Radius der Kugeln (2) in der Trommel (1) entspricht.
13. Auskleidung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stufen-, Sägezahn-, Dach- oder Wellenprofile achsparallel durch die Trommel (1) hindurch verlaufen.
14. Auskleidung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stufen-, Sägezahn-, Dach- oder Wellenprofile unter einem kleinen Winkel geneigt zur Trommelachse durch die Trommel (1) hindurchverlaufen.
15. Auskleidung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die der Trommel (1) zugewandte Steinoberfläche eine vergrößerte Rauigkeit bis hin zu Riefen oder Vertiefungen (13) und Erhöhungen (12) aufweist.
16. Auskleidung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, **gekennzeichnet durch** an der der Trommel (1) zugewandten Steinoberfläche befestigte Permanentmagnete (14, 15).

Fig. 1

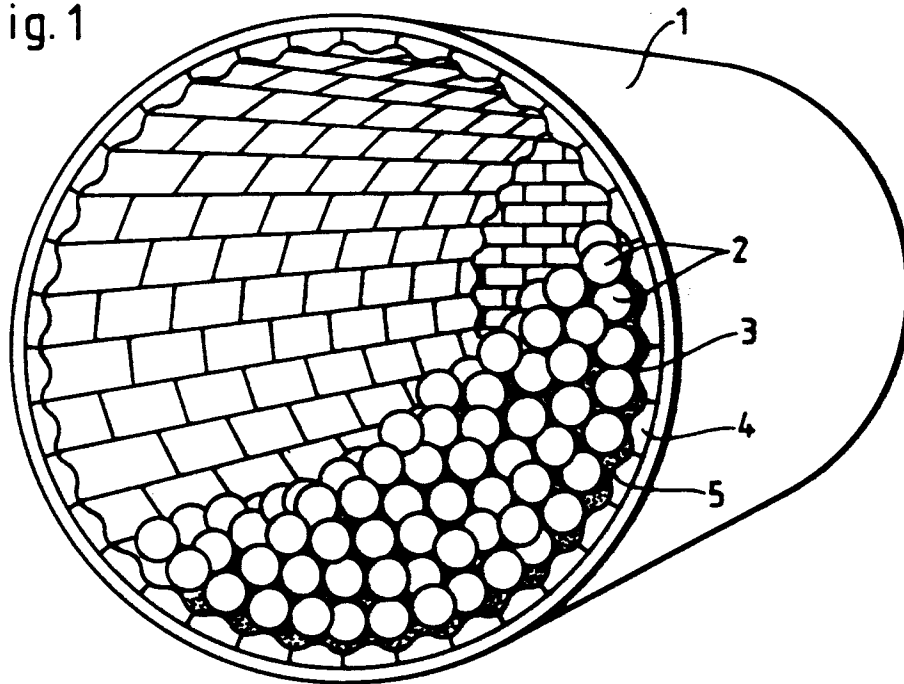


Fig. 2

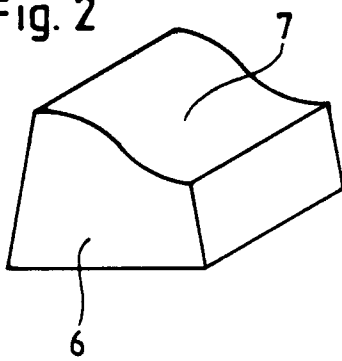


Fig. 3

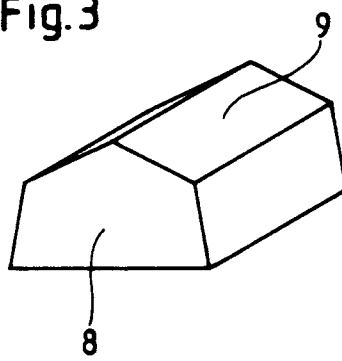


Fig. 4

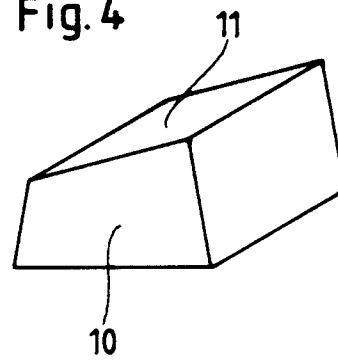


Fig. 5

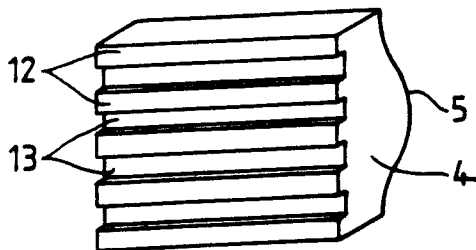


Fig. 6

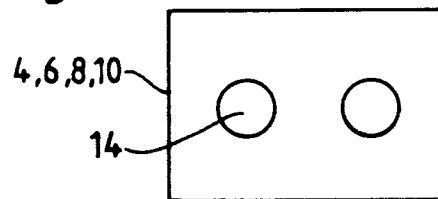
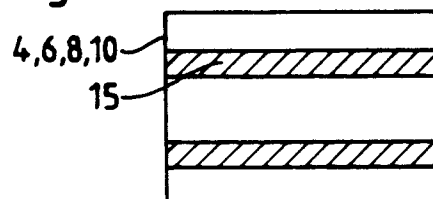


Fig. 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 1378

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	FR-A-993 264 (ETS. ROBERT ET CIE., LA STEATITE INDUSTRIELLE) * das ganze Dokument *	1-11,13	B02C17/22
Y	FR-A-2 196 591 (DESMARQUEST & CIE.) * Seite 3, Zeile 10 - Zeile 24 *	1-11,13	
Y	DE-C-158 680 (G. DESCAMPS) * das ganze Dokument *	1-3,9, 10,13	
Y	US-A-3 250 610 (W.R. HUBER) * Spalte 1, Zeile 24 - Zeile 37; Anspruch 7 *	1,2,9,10	
Y	US-A-4 243 182 (C.B. DUGGER) * Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 7, Zeile 3; Abbildungen 5-10 *	1,2, 4-11,13	
A	US-A-2 809 789 (A.J. ROUBAL) * Abbildungen 1-4 *	14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section PQ, Week 8428 22.August 1984 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P41, AN 84-175025 & SU-A-1 050 736 (AS UKR ELECTRODYNAMICS) , 30.Oktober 1983 * Zusammenfassung *	16	B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10.Oktober 1995	Prüfer Verdonck, J
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)