



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: **86200512.1**

 Int. Cl.⁴: **B 22 D 19/14**

 Anmeldetag: **27.03.86**

 Priorität: **29.03.85 DE 3511555**

 Anmelder: **KOLBENSCHMIDT Aktiengesellschaft, Christian-Schmidt-Strasse 8/12 Postfach 1351, D-7107 Neckarsulm (DE)**

 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **01.10.86 Patentblatt 86/40**

 Erfinder: **Mielke, Siegfried, Dr., Leipziger Strasse 111, D-7107 Neckarsulm (DE)**
 Erfinder: **Sander, Wilfried, Reutlinger Strasse 60, D-7107 Neckarsulm (DE)**
 Erfinder: **Weiss, Franz, Dr., Wilhelmstrasse 43/1, D-7107 Neckarsulm (DE)**
 Erfinder: **Eschenweck, Dieter, Dr., Friedrich-Hölderlin-Strasse 6, D-6950 Mosbach (DE)**

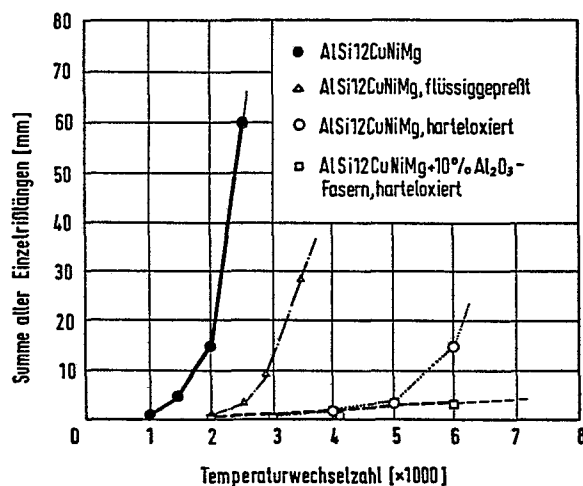
 Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT**

 Vertreter: **Rieger, Harald, Dr., Reuterweg 14, D-6000 Frankfurt am Main (DE)**

Bauteile aus Aluminium-Legierungen für Brennkraftmaschinen.

 Aus siliziumhaltigen Aluminium-Legierungen gegossene Bauteile für Brennkraftmaschinen sind in ihren thermischen überelastischen Wechselbeanspruchungen unterliegenden Bereichen mit einer Harteloxalschicht überzogen.

Um die Beständigkeit solcher Bauteile gegenüber thermischer Ermüdung zu erhöhen, sind in den mit der Harteloxalschicht überzogenen Bereichen aus Fasern und/oder Whiskern bestehende Formkörper eingegossen.



KOLBENSCHMIDT AG
Karl-Schmidt-Str.

28. März 1985
DRQ/USCHW (1858 P)

7107 Neckarsulm

Prov. Nr. 9248 KS

Bauteile aus Aluminium-Legierungen für Brennkraftmaschinen

Die Erfindung betrifft aus siliziumhaltigen Aluminium-Legierungen gegossene Bauteile für Brennkraftmaschinen, insbesondere Kolben, deren thermischen, überelastischen Wechselbeanspruchungen unterliegenden Bereiche mit einer Harteloxalschicht von 30 bis 120 μm , vorzugsweise 40 bis 80 μm , Dicke überzogen sind.

Die Betriebsbeanspruchungen solcher Bauteile setzen sich aus einer Kombination mechanisch und thermisch bedingter Spannungen zusammen. Die mechanischen Spannungen sind dynamisch, sie werden in der Hauptsache durch Gaskräfte verursacht. Die thermischen Beanspruchungen sind nur an der Oberfläche dynamisch, infolge der sich einstellenden Temperaturverteilung sind sie sonst als quasistatisch zu betrachten. Die in den letzten Jahrzehnten erfolgte Leistungssteigerung bei Brennkraftmaschinen hat zu einer Steigerung des effektiven Mitteldrucks geführt. Gleichzeitig wird eine weitere Steigerung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer als Ziel gesetzt. Parallel dazu wird die Forderung nach niedrigem Ölverbrauch sowie nach einer Verbesserung der Abgasqualität gestellt. Das bedeutet für die aus siliziumhaltigen Aluminium-Legierungen bestehenden Bauteile der Brennkraftmaschinen, insbesondere für den Kol-

ben, sowohl höhere thermische als auch mechanische Belastungen. Durch den hohen Temperaturgradienten, beispielsweise im Bereich des Kolbenbodens, werden große Dehnungen verursacht, die plastische Verformungen des Oberflächenbereichs zur Folge haben, wodurch ein Teil der hohen Druckspannung abgebaut wird. Wird die Brennkraftmaschine abgestellt, kühlt der Kolben ab, wodurch Zugspannungen entstehen, weil die Aluminium-Legierung im Betrieb unter den hohen Druckspannungen plastisch nachgegeben hat. Dieser Vorgang wiederholt sich im Prinzip bei jedem Lastwechsel aus der Vollast, wodurch die Aluminium-Legierung ermüdet und die Bildung mikroskopischer Fehlstellen gefördert wird, aus denen dann bei Überschreitung einer zulässigen Zugspannung Makroanrisse wachsen. Diese Risse können sich weiter ausbreiten und zum Ausfall des Kolbens führen. Ursache hierfür ist der Unterschied in der thermischen Ausdehnung zwischen der duktilen Aluminium-Matrix und den spröden heterogenen Phasen, wie Silizium und intermetallische Phasen. Die mikroskopischen Fehlstellen vergrößern sich zu Poren, die sich zu Makrorissen vereinigen. Mit der Porenbildung ist eine Volumenzunahme und plastische Verformung der thermisch beanspruchten Bereiche verbunden.

Es ist bekannt, daß als praktische Hilfe in einem solchen Fall die Bauteile mit einer Harteloxalschicht von 40 bis 80 μm Dicke überzogen werden. Die Harteloxalschicht hat einen relativ viel geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten als die Aluminium-Legierung. Dadurch entsteht beim heißen Bauteil an der Oberfläche unter der Harteloxalschicht eine geringere Wärmedehnung, die wiederum geringere Spannungen in der Aluminium-Legierung zur Folge hat. Durch diese vergleichsweise geringeren Spannungen in der Aluminium-Legierung unter der Harteloxalschicht, wird die Neigung zur Bildung von Makroanrissen so stark gesenkt, daß die Lebensdauer des Bauteils um das dreibis vierfache ansteigt. Der Zeitpunkt des ersten Auftretens von ther-

mischen Makroanrissen, läßt sich somit zwar durch die Harteloxalschicht beträchtlich hinauszögern, nach Ausbildung von Makroanrissen breiten sich diese jedoch mit der gleichen Geschwindigkeit aus, als wenn das Bauteil keine Harteloxalschicht aufweisen würde.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das eingangs beschriebene, aus einer siliziumhaltigen Aluminium-Legierung bestehende Bauteil für Brennkraftmaschinen so zu verändern, daß nicht nur eine weitere Verschiebung der für den Ausgang von Makroanrissen verantwortlichen Porenbildung zu höheren Temperaturwechselzahlen erzielt, sondern im Falle der Ausbildung eines Makroanrisses eine deutliche Reduzierung der Ausbreitungsgeschwindigkeit erreicht wird.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß in den thermischen, überelastischen Wechselbeanspruchungen unterliegenden mit einer Harteloxalschicht versehenen Bereichen des Bauteils aus Fasern und/oder Whiskern gebildete Formkörper eingegossen sind.

Die optimale Festigkeit gegen eine thermische überelastische Wechselbeanspruchung wird dann erreicht, wenn der Gehalt an Faser bzw. Whiskern 5 bis 30 Vol.%, vorzugsweise 10 bis 15 Vol.% beträgt.

Die Formkörper bestehen aus Al_2O_3 -Fasern, SiO_2 -Fasern, dergleichen keramischen Fasern, aus Kohlefasern oder SiC-Whiskern einzeln oder in Mischung miteinander.

Die Bauteile werden erfindungsgemäß in der Weise gegossen, daß die Aluminium-Legierungsschmelze in die Kokille, in der die aus Fasern bzw. Whiskern bestehenden Formkörper an vorbestimmter Stelle eingelegt sind, eingefüllt und anschließend die Schmelze bis zu ihrer Erstarrung druckbe-

lastet wird. Dabei werden die Formkörper mit der Aluminium-Legierungsschmelze infiltriert.

Ferner kann die nach dem Einlegen des Formkörpers in die Kokille eingefüllte Aluminium-Legierungsschmelze unter Vakuum zur Erstarrung gebracht werden.

Die Ergebnisse der thermischen Ermüdungsprüfung an mit einer Harteloxalschicht beschichteten und mit Formkörpern aus Fasern bzw. Whiskern verstärkten Werkstoffproben aus siliziumhaltigen Aluminium-Legierungen lassen zur Deutung des zugrundeliegenden Schutzmechanismus den Schluß zu, daß die durch die überelastische Wechselbeanspruchung hervorgerufene Zerrüttung des Aluminiumgrundwerkstoffs im oberflächennahen Bereich durch die Kombination von kriechbeständiger Harteloxalschicht und die thermische Ausdehnung behindernder, aus Fasern bzw. Whisker bestehender Formkörper beachtlich verlangsamt wird. Infolge des gegenüber der Aluminium-Legierung geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten steht die Harteloxalschicht bei Betriebstemperatur unter Zugspannung. Bei Bauteilen, die, bedingt durch hohe Verbrennungsdrücke oder ungünstige Formen, hohe mechanische Spannungen aufbauen, werden die Anrisse in diesen Bereichen durch die eingegossenen Formkörper vermieden.

Aus der DE-PS 27 01 421 ist zwar ein Verfahren zum Herstellen von faserverstärkten Bauteilen, insbesondere von Kolben und Zylindern von Brennkraftmaschinen bekannt, wobei durch einen Verbundgießprozeß mit anschließender Erstarrung des Einbettungsmetalls und erhöhtem Druck ein faserverstärkter Körper hergestellt wird. Der in einem ersten Verfahrensschritt hergestellte Formkörper wird an vorbestimmter Stelle in eine Gießform eingelegt und in einem zweiten Verfahrensschritt durch einen Niederdruck-Gießprozeß eine Metallschmelze mit einer Temperatur, die oberhalb des Schmelzpunktes der Deckschicht, aber unter-

halb des Schmelzpunktes des Kernbereiches des Formkörpers liegt, an diesen angegossen. Diese Druckschrift enthält jedoch keinen Hinweis faserverstärkte Bauteile zusätzlich noch einmal mit einer Harteloxalschicht zu überziehen.

Die Erfindung ist im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen erläutert.

Es wurden aus der Aluminium-Legierung des Typs AlSi12CuNiMg jeweils fünf Prüfkörper

- a) durch Kokillengießen hergestellt,
- b) durch Flüssigpressen hergestellt,
- c) durch Kokillengießen hergestellt und auf der Prüffläche mit einer 55 μm dicken Harteloxalschicht überzogen,
- d) mit 10 % Al_2O_3 -Fasern durch Flüssigpressen hergestellt und auf der Prüffläche mit einer 55 μm dicken Harteloxalschicht überzogen.

Diese Prüfkörper wurden auf ihre Beständigkeit gegenüber thermischer Ermüdung mittels üblicher Thermoschockbehandlung untersucht. Dabei wurde jeder Prüfkörper 16 s lang mit einer Gasflamme auf ca. 350 °C aufgeheizt, danach 16 s lang mit Druckluft, dann 16 s lang mit Wasser abgekühlt und anschließend 16 s lang an der Luft getrocknet. In Abständen von 500 solcher Behandlungszyklen wurden alle Prüfkörper mit dem Mikroskop bei 40-facher Vergrößerung auf Rißbildung hin untersucht.

Dabei zeigt sich gemäß dem in Fig. 1 wiedergegebenen Diagramm, daß bei den nach a) hergestellten Prüfkörpern bereits nach 1000 Temperaturwechseln und bei den nach b) hergestellten Prüfkörpern nach 2000 Temperaturwechseln

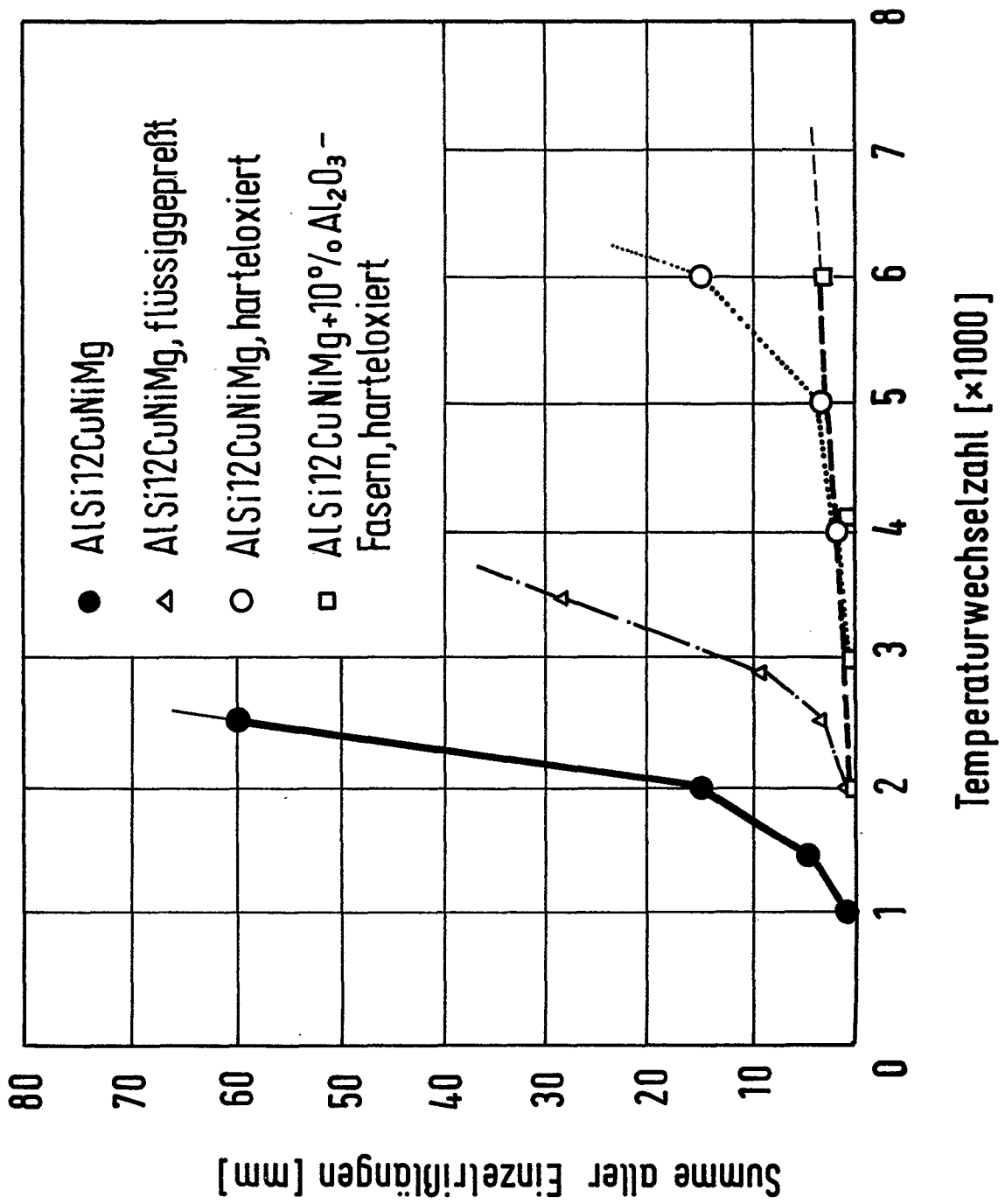
eine deutliche Rißbildung eintritt. Bei den nach c) erzeugten Prüfkörpern wurde eine Rißbildung nach mehr als 4000 Temperaturwechseln beobachtet, während bei den nach d) hergestellten erfindungsgemäß aufgebauten Prüfkörpern nach 4000 Temperaturwechseln zwar Mikrorisse zu beobachten waren, die sich jedoch selbst nach 6000 Temperaturwechseln nur unbedeutend auswirkten. Anschließend wurden von den nach a), c) und d) hergestellten Prüfkörpern Querschliffe angefertigt und deren Gefüge untersucht. Die nach a) gefertigten Prüfkörper zeigen gemäß Fig. 2 eine vergleichsweise starke Gefügauflockerung der Aluminium-Legierung. Die gleiche Beobachtung trifft auch für die nach c) hergestellten Prüfkörper zu, bei denen gemäß Fig. 3 unter der noch vorhandenen Harteloxalschicht das Gefüge der Aluminium-Legierung stark aufgelockert ist. Bei den nach d) hergestellten Prüfkörpern ist zwar die Harteloxalschicht nach 6000 Temperaturwechseln völlig abgetragen, doch das Gefüge der Aluminium-Legierung zeigt, wie aus Fig. 4 hervorgeht, keinerlei erkennbare Schädigung.

Patentansprüche

1. Aus siliziumhaltigen Aluminium-Legierungen gegossene Bauteile für Brennkraftmaschinen, insbesondere Kolben, deren thermischen, überelastischen Wechselbeanspruchungen unterliegenden Bereiche mit einer Harteloxalschicht von 30 bis 120 μm , vorzugsweise 40 bis 80 μm Dicke, überzogen sind, dadurch gekennzeichnet, daß in den mit einer Harteloxalschicht überzogenen Bereichen aus Fasern und/oder Whiskern gebildete Formkörper eingegossen sind.
2. Bauteile nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an Fasern bzw. Whiskern 5 bis 30 Vol%, vorzugsweise 10 bis 15 Vol.% beträgt.
3. Bauteile nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Formkörper aus Al_2O_3 -Fasern, SiO_2 -Fasern, dergleichen keramischen Fasern, Kohlefasern oder SiC-Whiskern einzeln oder in Mischungen miteinander bestehen.
4. Verfahren zur Herstellung der Bauteile nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Formkörper an vorbestimmter Stelle in eine Kokille eingelegt, die Aluminium-Legierungsschmelze in die Kokille eingefüllt und die Schmelze bis zu ihrer Erstarrung druckbelastet wird.
5. Verfahren zur Herstellung der Bauteile nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Formkörper an vorbestimmter Stelle in eine Kokille eingelegt, die Aluminium-Legierungsschmelze eingefüllt und die Schmelze bis ihrer Erstarrung unter Vakuum gehalten wird.

$\frac{1}{2}$

Fig.1



2/2

Fig. 4

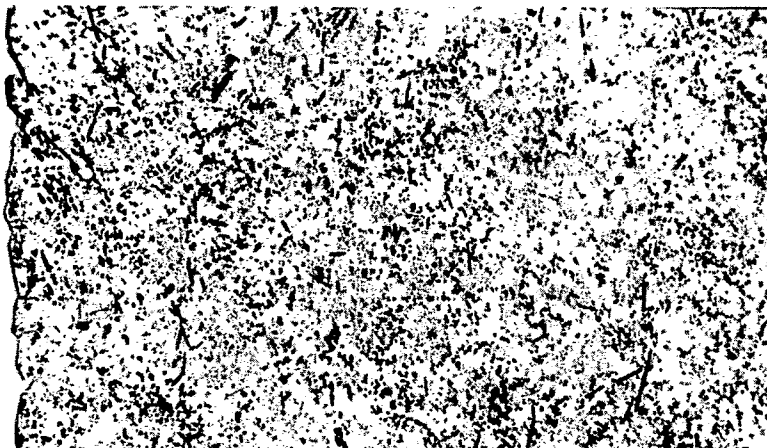


Fig. 3

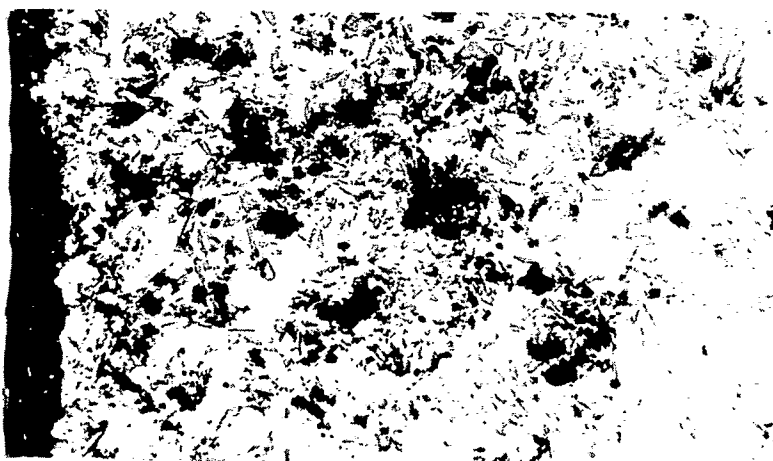
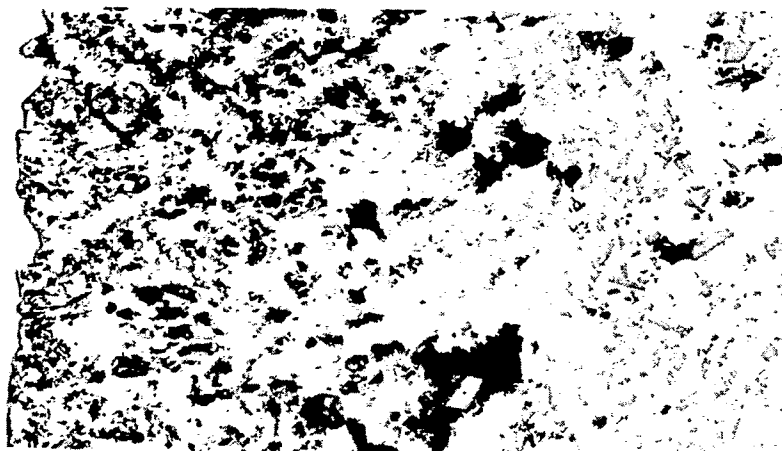


Fig. 2



0196145



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 86 20 0512

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Y	GB-A-1 540 175 (MAHLE GmbH) * Insgesamt * & DE - A - 26 26 131	1-4	B 22 D 19/14
Y, D	DE-A-2 701 421 (HONDA GIKEN KOGYO K.K.) * Ansprüche; Seite 5, Zeilen 31-36 *	1-4	
Y	EP-A-0 129 266 (KOLBENSCHMIDT AG) * Ansprüche *	1-4	
Y	WO-A-8 402 927 (AEPLC) * Ansprüche *	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			B 22 D F 02 B F 02 F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20-05-1986	Prüfer STEIN K.K.
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 Patentdokument, 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			