

Veröffentlichung im Amtsblatt  Ja /  Nein

Aktenzeichen: T 701/90 - 3.2.4

Anmeldenummer: 87 901 346.4

Veröffentlichungs-Nr.: WO 87/05 076

Bezeichnung der Erfindung: Kolbenmotor

Klassifikation: F02F 3/00

**E N T S C H E I D U N G**  
vom 11. Oktober 1991

Anmelder: Greiner, Peter, et al

Stichwort:

EPÜ Artikel 56, 83, 84

Schlagwort: "Erfinderische Tätigkeit (bejaht)"  
"Ausreichende Offenbarung (bejaht)"

**Leitsatz**



Aktenzeichen: T 701/90 - 3.2.4

**ENTSCHEIDUNG**  
der Technischen Beschwerdekammer 3.2.4  
vom 11. Oktober 1991

**Beschwerdeführer:**

Greiner, Peter  
Motoren GmbH Greiner  
Postfach 113  
W - 7981 Vogt (DE)

**Angefochtene Entscheidung:**

Entscheidung der Prüfungsabteilung des  
Europäischen Patentamts vom 18. Mai 1990, die am  
13. Juni 1990 zur Post gegeben und mit der die  
europäische Patentanmeldung Nr. 87 901 346.4  
aufgrund des Artikels 97 (1) EPÜ zurückgewiesen  
worden ist.

**Zusammensetzung der Kammer:**

**Vorsitzender:** C.A.J. Andries  
**Mitglieder:** H.J. Seidenschwarz  
J.P.B. Seitz

## Sachverhalt und Anträge

- I. Die europäische Patentanmeldung Nr. 87 901 346.4, die als PCT-Patentanmeldung DE 87/00061 am 24. Februar 1987 angemeldet und unter der Nummer WO 87/05076 veröffentlicht worden ist, wurde durch die am 13. Juni 1990 zur Post gegebene Entscheidung der Prüfungsabteilung 2.3.01.102 des Europäischen Patentamts auf der Grundlage des während der mündlichen Verhandlung am 18. Mai 1990 eingereichten Anspruchs 1 zurückgewiesen.
- II. In der Entscheidung führt die Patentabteilung aus, daß
1. der Gegenstand des Anspruchs 1 im Hinblick auf die den Druckschriften DE-B-2 912 786 (D1), DE-A-3 406 479 (D2) und EP-A-0 066 022 (D3) zu entnehmenden Lehren nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhe (Artikel 56 EPÜ), und
  2. dem Anspruch 1 wesentliche Merkmale fehlen würden, die die technische Lehre enthalten, wie der genannte Kohlenstoff aufgebaut sein müsse, um die angegebene Biegefestigkeit zu haben (Artikel 84 EPÜ).
- III. Gegen diese Entscheidung hat der Anmelder (Beschwerdeführer) am 23. Juni 1990 unter gleichzeitiger Entrichtung der Gebühr Beschwerde erhoben.
- Die Begründung der Beschwerde ist am 31. Juli 1990 eingegangen.
- IV. In der mündlichen Verhandlung am 11. Oktober 1991 hat der Anmelder die Unterschiede dargelegt, die zwischen einem kohlenstoffaserverstärkten Kunststoff (CFK) oder kohlenstoffaserverstärkten Kohlenstoff (CFC), wie sie in den Druckschriften D1 und D2 für Kolben von Brennkraft-

maschinen beschrieben sind, und einem modifizierten Kohlenstoff, der nach der vorliegenden Anmeldung für Kolben in einem Kolbenmotor verwendet wird, bestehen, sowie vorgetragen, daß aufgrund dieser Unterschiede der Gegenstand der Anmeldung auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhe.

Er beantragte daher, die Zurückweisungsentscheidung aufzuheben und ein Patent mit den in der mündlichen Verhandlung überreichten Unterlagen, nämlich Patentansprüche 1 bis 14, Beschreibung (Seiten 1 bis 12 einschließlich Ersatzblatt, Seite 1, einzufügen zwischen dem 1. und den 2. Absatz der Seite 2) und Figuren (Seiten 1/3 bis 3/3), zu erteilen.

V. Der geltende Anspruch 1 lautet:

"Kolbenmotor mit mindestens einem Zylinder (4), in dem ein mit mindestens einem Kolbenring (5) bestückter Kolben (1) angeordnet ist, der aus einem modifizierten Kohlenstoff in Form von Preßgraphit oder Elektrographit mit einer Mindest-Biegefestigkeit von  $75 \text{ N/mm}^2$  besteht und dessen ~~Beaufschlagungsfläche (2')~~ eine abbrandfeste Schutzschicht, z. B. aus Siliziumkarbid, aufweist, und mindestens die Lauffläche (3) des Zylinders (4) aus gleichem aber laufflächenvergütetem oder einem ähnlichen Material mit etwa gleichem Wärmedehnungsverhalten wie das des Kolbens (1) sowie der Kolbenring (5) aus dem gleichen und/oder abbrandfest vergütetem Material gebildet sind und der Kolbenring (5) hinsichtlich seiner Elastizität konstruktiv oder durch Wahl ausreichend elastischen Materials die erforderliche Elastizität vermittelt."

## Entscheidungsgründe

1. Die Beschwerde ist zulässig.
2. Änderungen

Die Fassung des geltenden Anspruchs 1 stützt sich auf den Anspruch 1 und auf die Seite 6, Zeile 30 bis Seite 7, Zeile 2 der Beschreibung der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung. Dieser Beschreibung ist zu entnehmen, daß die Kolben aus einem modifizierten Kohlenstoff in Form von Preß- oder Elektrographit bestehen.

Das Streichen des Merkmals, daß das Material der Lauf-  
fläche des Zylinders aus einem Material, "wie silizierter  
Kohlenstoff, Siliziumkarbid, Siliziumnitrid oder dgl.",  
besteht, ist gleichfalls gedeckt durch Beschreibung der  
Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung. Nach  
Seite 3, Zeilen 20 bis 26 ist das zuvor genannte Material  
als "bevorzugt" und daher als fakultativ beschrieben,  
während es auf Seite 7, Zeilen 12 bis 16 überhaupt nicht  
mehr im Zusammenhang mit der Beschreibung der Lauffläche  
des Zylinders erwähnt ist.

Die geltenden abhängigen Ansprüche 2 bis 4, 7 und 9 bis 14  
füßen auf den abhängigen Ansprüchen 2 bis 4 sowie 6 bis  
10 der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten  
Fassung, während die Fassung des geltenden abhängigen  
Anspruchs 8 teilweise auf dem Anspruch 5 und teilweise auf  
der Beschreibung (S. 3, Z. 13 bis S. 4, Z. 6) der  
genannten Anmeldung beruht, wogegen die geltenden  
abhängigen Ansprüche 5 und 6 ganz auf diese Beschreibung  
(S. 3, Z. 6 bis 12) zurückgehen.

Bei den Änderungen in der Beschreibung handelt es sich um  
ihre Anpassung an die Ansprüche und um eine Ergänzung des  
erörterten Stands der Technik.

Die Figuren 1 bis 3 und 5 bis 9 stimmen mit denen der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung überein, wogegen die Figur 4 dieser Fassung durch das für die in der Beschreibung (S 9, Z. 28 bis S. 10, Z. 21) der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung beschriebene "Haltebüchse" genannte Bezugszeichen "22" ergänzt worden ist.

Die geltende Fassung der vorliegenden Anmeldung ist mithin im Hinblick auf Artikel 123 (2) EPÜ nicht zu beanstanden.

### 3. Offenbarung und Klarheit

Nach der Beschreibung der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung (s. S. 11, Z. 21 bis 33) versteht man unter "modifizierte Kohlenstoffe" grundsätzlich solche Kohlenstoffe, die durch Hochtemperaturmischprozesse oder Preß- und Glühverfahren gewonnen werden können.

Aufgrund des angegebenen Verwendungszwecks (Kolbenmotor) liegt es für den Fachmann auf der Hand, daß ein modifizierter Kohlenstoff, um für die Verwendung als Material für Kolben und Zylinderlaufflächen in einer Brennkraftmaschine geeignet zu sein, einem bestimmten Anforderungsprofil im Hinblick auf die erforderliche Oxidationsbeständigkeit und Festigkeit sowie auf ein bestimmtes Wärmedehnungsverhalten und die tribologischen Eigenschaften des Gesamtsystems genügen muß.

Wie der Anmelder hervorgehoben hat, liefert der für diese Werkstoffe zuständige Fachmann die aus Feinstkornkohlenstoff oder hochreinem Feinkorngraphit bestehenden modifizierten Kohlenstoffe mit den gewünschten Eigenschaften mit Hilfe der obengenannten Verfahren.

Ein modifizierter Kohlenstoff weist auch eine homogene Struktur auf und kann dadurch erforderlichenfalls eine höhere mechanische Festigkeit als die handelsüblichen Feinkornkohlenstoffe mit einer maximalen Biegefestigkeit von 50 bis 80 N/mm<sup>2</sup> erhalten. Daß bei dem modifizierten Kohlenstoff nach der vorliegenden Anmeldung eine homogene Struktur gegeben ist, ergibt sich einerseits aufgrund der dem Fachmann zur Verfügung stehenden obengenannten bekannten Herstellungsverfahren, andererseits aus der Tatsache, daß in der Beschreibung und in den Figuren der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung weder explizit noch implizit irgendeine Art von Bewehrung offenbart ist. Letzteres ist nämlich normalerweise der Fall, wenn eine solche Bewehrung vorgesehen ist, wie es die Offenbarung der Druckschriften D1 und D2 erkennen läßt.

Unter einem "modifizierten Kohlenstoff" im Sinne der Anmeldung ist demnach ein Werkstoff zu verstehen, dessen Grundsubstanz, nämlich Kohlenstoff, einer Behandlung durch die dem Werkstoff-Fachmann bekannten Verfahren, z. B. den obengenannten Hochtemperaturmisch- oder Preß- und Glühverfahren, unterworfen worden ist, und der keine vorgegebene Struktur durch ausgerichtete Fasern aufweist.

Der Beschreibung der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung (s. S. 11, Z. 34 bis S. 12, Z. 13) ist ferner zu entnehmen, daß zu den "modifizierten Kohlenstoffen" auch solche Ausführungsformen gehören, denen bereits während ihrer Herstellung durch den Hochtemperaturmischprozeß bestimmte Additive, wie z. B. C-Fasern, zugegeben oder die einer Nachbehandlung durch Imprägnieren, sei es durch mechanisches Auffüllen von Poren mit Keramikpulver, Salzen, Metallen und Polymeren, sei es durch chemischen Reaktionen aufgrund von Zugabe von beispielsweise metallorganischen Verbindungen, unterzogen

worden sind. Wesentlich ist hierbei jedoch, daß aufgrund der bekannten Herstellungsverfahren diese Additive, die die mechanischen und thermophysikalischen Eigenschaften des so "modifizierten Kohlenstoffs" beeinflussen, derart im Kohlenstoff verteilt sind, daß seine homogene Struktur nicht verloren geht, und er folglich jederzeit dem gewünschten Anforderungsprofil genügt.

Die Angaben in der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung genügen deshalb dem für diese Werkstoffe zuständigen Fachmann, um das für den Kolbenmotor gemäß dem geltenden Anspruch 1 in Frage kommende Material zu spezifizieren. Daher sind im vorliegenden Fall die Vorschriften der Artikel 83 und 84 EPÜ erfüllt.

#### 4. Stand der Technik

4.1 Kolben aus Aluminium für Kolbenmotoren sind hinlänglich bekannt. Ihre Nachteile sind, daß Aluminium thermisch nur in Grenzen, d. h. bis etwa 450 °C, belastbar ist, wobei die Festigkeit bei zunehmenden Temperaturen nachläßt, und einen relativ hohen Ausdehnungskoeffizienten hat, so daß die Kolben in bezug auf die Zylinderlauffläche ein relativ großes Spiel haben müssen. Ersteres stellt eine Begrenzung der Verwendung eines umweltfreundlichen abgemagerten Benzin-Luftgemisches dar, was höhere Betriebstemperatur im Motor bedingt, und letzteres führt insbesondere beim Kaltstart zu einem mehr oder weniger starken Durchblasen. Ferner lassen schlagartige Belastungen, wie sie durch die Verbrennung von Benzin höherer Oktanzahlen gegeben sind, Aluminium sehr hell klingen, was zu einer Geräuschbildung mit relativ hoher Frequenz führt.

4.2 Die genannten Nachteile der Kolben aus Aluminium oder auch aus Grauguß werden durch aus Kohlenstoff bestehenden

Kolben, wie sie aus den Druckschriften D1 und D2, bekannt sind, weitgehend vermieden.

Bei dem aus der Druckschrift D1 bekannten Kolben, sind zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit des Kolbens in eine Matrix aus Kunstharz oder Pech Kohlenstoff- oder Kunststoffasern eingebettet, die in Kraftflußrichtung verlaufen, während der Kolben nach der Druckschrift D2 aus Kohlenstofffaser-Gewebelagen aufgebauten Wickelkörpern besteht, wodurch der Kolben einen im wesentlichen konstanten Querschnitt besitzt und sich für die Massenfertigung eignet.

Der Kohlenstoff für den Kolben nach der Druckschrift D1 wird dabei durch Pyrolysieren von Pech und Kunststoff erzeugt, während nach der Druckschrift D2 die mit einem härtbaren Kunstharz oder einem Pech imprägnierten Kohlenstoffasern auf eine Temperatur von 800 °C bis 1100 °C erhitzt werden, wodurch der Kunstharz zunächst gehärtet wird und anschließend wie das Pech verkocht. Diese Vorgänge können sich mehrmals wiederholen.

Der Kolbenring und Kolbenbolzen ist nach der Druckschrift D1 im Aufbau und in der Zusammensetzung sinngemäß dem Kolben gleich. Ferner sind die Beaufschlagungsflächen der aus beiden Druckschriften bekannten Kolben gleichfalls mit einer abbrandfesten Schutzschicht versehen.

Vgl. Druckschrift D1:      Ansprüche 1, 5 und 7; Sp. 2, Z. 8  
                                 bis 13; Sp. 4, Z. 64 bis Sp. 5,  
                                 Z. 3, Z. 9 bis 23; Sp. 5, Z. 27  
                                 bis Sp. 6, Z. 21.

Druckschrift D2: S. 3, Z. 5 bis S. 4, Z. 11; S. 4, Z. 31 bis 34; S. 6, Z. 25 bis S. 7, Z. 4; S. 9, Z. 20 bis 25; Ansprüche 2 und 5.

Die Bewehrung der Kohlenstoffkolben mit hochfesten Kohlenstofffasern bewirkt jedoch eine inhomogene Struktur dieser Kolben, die bei längerer Betriebszeit zu Ablöseerscheinungen zwischen den Kohlenstofffasern und dem sie umgebenden Kohlenstoff und somit zur Zerstörung der Kolben führt. Außerdem ist die Herstellung solcher Kolben aufwendig.

#### 5. Aufgabe und Lösung

Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, die Kolbenmotore der genannten Art dahingehend zu verbessern, daß den Tendenzen hinsichtlich Kraftstoffersparnis und Umweltbelastung besser Rechnung getragen werden kann, ohne dabei das bisherige Konstruktionsprinzip verlassen zu müssen und die, sofern es sich um Zweitaktmotore handelt, die Möglichkeit bieten, auch ölfrei betrieben werden zu können.

Diese Aufgabe wird nach der Lehre des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß von einer gezielten Bewehrung und der dadurch bedingten inhomogenen Struktur des Kohlenstoffkolbens abgegangen und ein homogen aufgebauter Kohlenstoff in Form von Preß- oder Elektrographit genommen wird, der eine nahezu gleiche Spannung im ganzen Kolben garantiert. Dies geschieht in Abstimmung mit anderen Teilen des Kolbenmotors, wie der Lauffläche des Zylinders und dem Kolbenring, da nur die Verwendung des für den Kolben genommenen Materials oder die Wahl eines Materials für diese Teile, das in etwa das gleiche Wärmedehnungs-

verhalten wie das des Kolbens besitzt, ein optimales System garantiert.

Das Ergebnis ist ein thermisch höher belastbarer Motor mit der Möglichkeit, den Motor mit abgemagertem Treibstoff/Luftgemisch fahren zu können. Außerdem kann das Spiel zwischen dem Kolben und der Lauffläche im Zylinder wesentlich geringer gehalten werden, was dem Durchblasen vorteilhaft entgegewirkt. Da Preß- oder Elektrographit bei schlagartiger Belastung wesentlich dumpfer als Aluminium klingt, also mit wesentlich niedrigeren Frequenzen schwingt, ist auch die Geräuschbildung durch einen derartigen Kolben wesentlich reduziert. Hinzu kommt noch, daß das benutzte Kolbenmaterial mikrostrukturell gesehen, saugfähig ist, also Öl aufnehmen und wieder abgeben kann. Dadurch wird dessen sowieso gegebenen Selbstschmiereigenschaften und damit verbunden, die Kaltlaufeigenschaften des Motors noch wesentlich verbessert.

Aufgrund der homogenen Struktur des modifizierten Kohlenstoffs mit einer Mindest-Biegefestigkeit von  $75 \text{ N/mm}^2$  nach der Lehre des Anspruchs 1 ist der Kohlenstoffkolben in der Lage, Belastungen standzuhalten, die je nach Art des Verbrennungsmotors, der Geometrie und der Betriebsbedingungen völlig unterschiedlich sein können, obwohl die Biegefestigkeit des genannten Kohlenstoffs unter der üblichen Zugfestigkeit der von Kohlenstoffasern, wie sie z. B. gemäß der Druckschrift D1 zur Bewehrung von Kohlenstoffkolben eingesetzt werden, liegt.

Ferner wird durch die Wahl eines Materials für zumindest die Lauffläche des Zylinders und für den Kolbenring, das entweder dem des Kolbens gleicht oder aber in etwa das gleiche Wärmedehnungsverhalten wie das des Kolbens hat, von vornherein eine Annäherung im Wärmedehnverhalten des Kolbens und der Lauffläche erreicht, so daß das Kolben-

laufspiel sehr gering gehalten werden kann, ohne daß hierzu entsprechende Kühlmaßnahmen für den Zylinder getroffen werden müssen.

Im übrigen läßt sich ein solcher Kolben aus modifiziertem Kohlenstoff durch Pressen und Brennen einfacher herstellen als die durch die in den Druckschriften D1 und D2 beschriebenen mehrstufigen Verfahren (Wickeln - Imprägnieren - Pyrolisieren/Verkoken) hergestellten Kolben.

## 6. Neuheit

Die Prüfung auch der übrigen im Verfahren oder im Recherchenbericht genannten Druckschriften ergibt, daß in keiner von ihnen ein Kolbenmotor mit allen im geltenden Anspruch 1 aufgeführten Merkmalen offenbart ist.

Der Gegenstand des geltenden Anspruchs 1 ist somit neu im Sinne des Artikels 54 EPÜ.

## 7. Erfinderische Tätigkeit

- 7.1 Wie dem obigen Abschnitt 4.2 entnommen werden kann, ist den Druckschriften D1 und D2 die Lehre zu entnehmen, - um einen Kohlenstoffkolben zu schaffen, der hinsichtlich seiner Festigkeit, seines Gewichts und seiner Wärmedehnung sowie seiner Herstellung den bis dahin bekannten Kolben vergleichbar oder überlegen ist -, als tragendes Gerüst für den Kolben als ganzes oder für die einzelnen Teile desselben ein Netzwerk von Kohlenstoff- oder Kunststofffasern zu nehmen, das mit einem Material aus Kunstharz oder Pech umhüllt und anschließend einer Pyrolyse unterzogen wird. Daß die dadurch bedingte inhomogene Struktur des bekannten Kolbens aus Kohlenstoff mit Absicht gewählt worden ist, ist der Druckschrift D1, deren Lehre die

Grundlage für den Kolben nach der Druckschrift D2 bildet, zu entnehmen. Denn in Spalte 1, Zeilen 61 bis 63 steht, daß der Kohlenstoff in reiner Form sehr spröde ist, so daß ein derartiger Kolben für Brennkraftmaschinen nicht geeignet ist.

Die Lehre der Druckschriften D1 und D2 hält demnach den Fachmann geradezu davon ab, einen Kolben oder ein Kolben und seinen Kolbenring aus Kohlenstoff mit einer homogenen Struktur, d. h. aus einem modifizierten Kohlenstoff, für einen Kolbenmotor im Sinne der Anmeldung herzustellen. Da diese Druckschriften im übrigen keinerlei Aussagen in bezug auf das Material für die Laufflächen von Zylindern, in denen die bekannten Kolben aus Kohlenstoff auf und ab beweglich angeordnet sind, enthalten, können sie dem Fachmann auch in dieser Hinsicht keine Anregung geben.

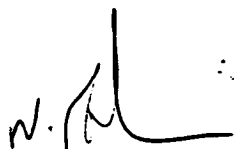
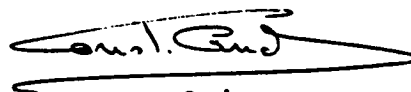
- 7.2 Die Druckschrift D3 betrifft Maschinenteile, darunter auch Kolben und Zylinder von Verbrennungsmotoren, die aus einem keramischen Verbundwerkstoff aus Metall und Zirkonoxid bestehen, bei dem die Zirkonoxid-Komponente eine Wärmedehnungs-Hysterese, d. h. einen Dehnungsunterschied bei ein und derselben Temperatur, jedoch beim Aufwärmen oder Abkühlen, von weniger als 0,4 % hat (vgl. S. 3, Z. 20 bis S. 4, Z. 7; Anspruch 1).

Da dieses Dokument sich somit nicht mit dem Wärmedehnungsverhalten eines Kolbens, seines Kolbenrings und einer Zylinderlauffläche befaßt, in dem Sinne, durch bestimmte Materialauswahl die Wärmedehnung der drei Teile einander anzunähern, ist auch dieser Druckschrift kein Hinweis zu entnehmen, die genannten Teile aus einem solchen Material zu fertigen, wie es im geltenden Anspruch 1 angegeben ist.

- 7.3 Der Inhalt der übrigen Druckschriften kommt dem Gegenstand des geltenden Anspruchs 1 nicht näher als das was der Fachmann den oben erörterten Stand der Technik entnimmt. Sie können daher auch nicht - weder für sich noch in Verbindung mit den durch den erörterten Stand der Technik vermittelten Lehren - eine Anregung geben, aufgrund deren der Fachmann ohne erfinderische Tätigkeit zu einem Kolbenmotor gemäß der Lehre des geltenden Anspruchs 1 gelangt.
- 7.4 Der Gegenstand des geltenden Anspruchs 1 beruht daher auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinne des Artikels 56 EPÜ.
8. Der geltende Anspruch 1 und die auf ihn rückbezogenen Ansprüche 2 bis 14, die besondere Ausführungsarten des Gegenstands des Anspruchs 1 betreffen, sind daher gewährbar, so daß die Ansprüche in Verbindung mit der Beschreibung und den Figuren als Grundlage für die Erteilung eines Patents dienen können.
9. Nach Regel 29 (1) EPÜ soll ein Anspruch, wo es zweckdienlich ist, eine zweiteilige Form haben. Im vorliegenden Fall würde jedoch eine solche zweiteilige Form nur ein irreführendes Bild von dem Stand der Technik geben. Aus diesem Grunde ist die in der genannten Regel festgelegte Form im vorliegenden Fall nicht zweckdienlich.

**Entscheidungsformel****Aus diesen Gründen wird entschieden:**

1. Die angefochtene Entscheidung wird aufgehoben.
2. Die Sache wird an die erste Instanz mit der Auflage zurückverwiesen, ein Patent mit den in der mündlichen Verhandlung überreichten Unterlagen zu erteilen (vgl. Abschnitt IV).

**Der Geschäftsstellenbeamte:****Der Vorsitzende:****N. Maslin****C. Andries**