

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 096 115 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.05.2001 Patentblatt 2001/18**

(51) Int Cl.7: **F01L 13/00**

(21) Anmeldenummer: **99122662.2**

(22) Anmeldetag: **15.11.1999**

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

(72) Erfinder: **Morrn, Bernhard  
53721 Siegburg (DE)**

(74) Vertreter: **Wolff, Felix, Dr. et al  
Kutzenberger & Wolff  
Theodor-Heuss-Ring 23  
50668 Köln (DE)**

(30) Priorität: **29.10.1999 EP 99121609**

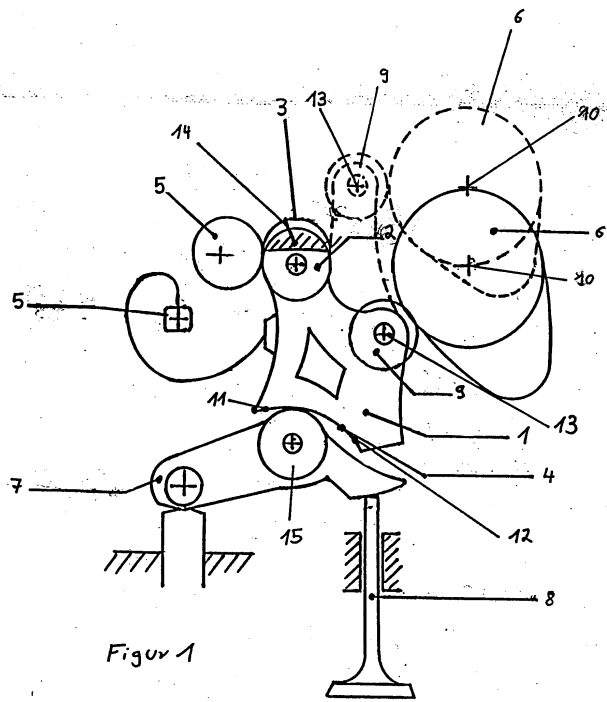
(71) Anmelder: **STS System Technology Services  
GmbH  
50668 Köln (DE)**

### (54) **Mechanische Regelung der Hubverstellung des Einlassventils eines Verbrennungsmotors**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine mechanisch regelbaren Ventilhubverstellung mit:

- Einem Hubhebel, der
  - ein Mittel, mit dem der Hubhebel drehbar und in einer Kulisse verschieblich gelagert ist,
- ein Mittel, das mit einer Nockenwelle, die den Hubhebel antreibt, zusammenwirkt und eine Arbeitskurve aufweist,
- Mindestens einem Mittel, das mit dem Hubhebel zusammenwirkt und diesen in der Kulisse verschiebt,
- Einer Nockenwelle, die den Hubhebel antreibt und
- Einem Ventil, das mit der Arbeitskurve des Hubhebels zusammenwirkt und von diesem bewegt wird.

**EP 1 096 115 A1**



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine mechanisch regelbare Ventilhubverstellung. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner einen Verbrennungsmotor mit einer mechanisch regelbaren Ventilhubverstellung und ein Verfahren zum Regeln der Ventilhübe in Verbrennungsmotoren.

**[0002]** Bei Verbrennungsmotoren tritt bei einem Lastwechsel von Voll- auf Teillast ein Unterdruck in den Zylindern auf, durch den mehr Kraftstoff als benötigt in die Zylinder gesaugt wird. Dadurch erhöht sich der Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors, und es gelangt gegebenenfalls unverbrannter Kraftstoff in die Umwelt.

**[0003]** Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, mit der der Kraftstoffverbrauch eines Verbrennungsmotors reduziert werden kann.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch die Bereitstellung einer mechanisch regelbaren Ventilhubverstellung mit:

- Einem Hubhebel, der
  - ein Mittel, mit dem der Hubhebel drehbar und in einer Kulisse verschieblich gelagert ist,
  - ein Mittel, das mit einer Nockenwelle, die den Hubhebel antreibt, zusammenwirkt und
  - eine Arbeitskurve

aufweist,

- Mindestens einem Mittel, das mit dem Hubhebel zusammenwirkt und diesen in der Kulisse verschiebt,
- Einer Nockenwelle, die den Hubhebel antreibt,
- Einem Ventil, das mit der Arbeitskurve des Hubhebels zusammenwirkt und von diesem bewegt wird,

gelöst.

**[0005]** In einer anderen Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Ventilhubverstellung zusätzlich einen Rollenschlepphebel auf, der einerseits mit der Arbeitskurve des Hubhebels zusammenwirkt und von diesem angetrieben wird und andererseits mit dem Ventil zusammenwirkt und dieses bewegt.

**[0006]** Erfindungsgemäß weist die Ventilhubverstellung ein Mittel auf, mit dem der Hubhebel drehbar und in einer Kulisse verschieblich gelagert ist. Vorzugsweise ist dieses Mittel eine Rolle.

**[0007]** Die Kulisse nimmt das Mittel auf und stellt somit dessen Führung dar, innerhalb derer sich das Mittel und mit ihm der Hubhebel unter Druck und/oder Zug verschiebt. Die Kulisse kann eine beliebige Form aufweisen, die vom Fachmann so gewählt wird, daß der Hubhebel vorzugsweise entlang einer bestimmten Geraden und/oder Kurve verschiebbar ist.

**[0008]** Vorzugsweise hat die Kulisse jedoch eine im wesentlichen rechteckige Form, wobei die kurzen Seiten des Rechtecks vorzugsweise in Form eines Halb-

kreises gestaltet sind. Diese Form der Kulisse eignet sich insbesondere zur Aufnahme von Rollen. Diese Kulisse kann horizontal oder vertikal oder in einem beliebigen Winkel zur Horizontalen bzw. Vertikalen angeordnet sein.

**[0009]** Ebenfalls bevorzugt hat die Kulisse die Form eines Kreisbogens, dessen Form vorzugsweise durch die Geometrie des Rollenschlepphebels, insbesondere durch die Rolle des Rollenschlepphebels definiert ist. Durch diese Gestaltung der Kulisse ist es z.B. möglich, einen sogenannten 0-Hub zu realisieren, bei dem das jeweilige Ventil völlig geschlossen bleibt.

**[0010]** Bei zwei Einlaßventilen pro Zylinder ist die Form der Kulisse, die dem jeweiligen Ventil zugeordnet ist, vorzugsweise unterschiedlich, wodurch sich unterschiedliche Hubcharakteristika pro Ventil realisieren lassen.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Ventilhubverstellung zwei Mittel auf, die mit dem Hubhebel zusammenwirken und diesen in der Kulisse verschieben bzw. diesen an einer bestimmten Stelle in der Kulisse für eine gewisse Zeit fixieren. Ein Mittel ist vorzugsweise eine Exzenterwelle, das andere Mittel ist vorzugsweise eine Rückstellfeder, wobei die Rückstellfeder den Hubhebel gegen die Exzenterwelle und gegen die Nockenwelle drückt. Bei mehreren Exzenterwellen kann deren Form jeweils unterschiedlich sein, um unterschiedliche Hubcharakteristika pro Ventil zu erreichen.

**[0012]** Der Fachmann versteht, daß die Verschiebung des Hubhebels in der Kulisse auch z.B. mit zwei Rückstellfedern oder mit zwei Exzenterwellen oder jedem beliebigen Mittelpaar erzielt werden kann, mit dem gegenläufige Kräfte auf den Hubhebel ausgeübt werden können, die den Hubhebel fixieren bzw. innerhalb der Kulisse verschieben.

**[0013]** Vorzugsweise wird die Exzenterwelle durch einen Elektromotor, einen Schrittmotor und/oder durch ein Schnecken- oder Zahnradgetriebe angetrieben. In einer vorteilhaften Ausführungsform befindet sich die Mittelachse des Mittels, das mit der Nockenwelle zusammenwirkt, auf einer horizontalen Ebene mit der Mittelachse der Nockenwelle.

**[0014]** In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform befindet sich die Mittelachse des Mittels, das mit der Nockenwelle zusammenwirkt, unterhalb der Mittelachse der Nockenwelle.

**[0015]** Vorzugsweise ist das Mittel, das mit der Nockenwelle zusammenwirkt, eine Rolle.

**[0016]** Die erfindungsgemäße Ventilsteuerung eignet sich für Ventile beliebiger Art. Vorzugsweise sind die Ventile jedoch Ventile von Verbrennungsmotoren, besonders bevorzugt Einlaßventile von Verbrennungsmotoren.

**[0017]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft deshalb einen Verbrennungsmotor, der mindestens eine erfindungsgemäße Ventilsteuerung aufweist.

**[0018]** Vorzugsweise sind mindestens 4, besonders bevorzugt 6, 8 oder 12 erfindungsgemäße Ventilsteuerungen in dem Verbrennungsmotor vorhanden.

**[0019]** In einem solchen Verbrennungsmotor sind die Hubhebel vorzugsweise drehbar auf einer Welle gelagert, deren Enden in Kulissen geführt wird, die sich in dem Zylinderkopf befinden. In diesem Fall weist der Zylinderkopf einen speziellen Lagerdeckel auf.

**[0020]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Steuerung des Hubes eines Einlaßventiles eines Verbrennungsmotors unter Verwendung der erfindungsgemäßen Ventilsteuerung, bei dem der Hubhebel entsprechend der Leistungsanforderung an den Verbrennungsmotor in der Kulisse verschoben wird.

**[0021]** Bei Teillast wird der Hubhebel so verschoben und für eine gewisse Zeit in dieser Stellung gehalten, daß das Ventil oder der Rollenschlepphebel mit einem Teil der Arbeitskurve des Hubhebels in Kontakt steht, der einen reduzierten Hub des Ventils bewirkt.

**[0022]** Bei Vollast wird der Hubhebel so verschoben und für eine gewisse Zeit in dieser Stellung gehalten, daß das Ventil oder der Rollenschlepphebel mit einem Teil der Arbeitskurve des Hubhebels in Kontakt steht, der den maximalen Hub des Ventils bewirkt.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung hat den Vorteil, daß der Ventilhub je nach Leistungsanforderung vergrößert oder verringert werden kann. Durch die erfindungsgemäße Ventilhubverstellung wird die Ladungswechselarbeit in Otto-Motoren reduziert und es ergeben sich Kraftstoffersparungen bis zu 10% im Vergleich zur Ventilsteuerung gemäß dem Stand der Technik. Die mechanische Steuerung ist wesentlich einfacher und damit kostengünstiger herzustellen als z. B. elektronische Steuerungen des Ventilhubes. Die erfindungsgemäße Ventilsteuerung ist sehr robust und nicht wartungsanfällig.

**[0024]** Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figur 1 erläutert. Diese Erläuterungen sind lediglich beispielhaft und schränken den allgemeinen Erfindungsgedanken nicht ein.

**[0025]** In **Figur 1** ist die erfindungsgemäße Ventilsteuerung dargestellt. Ein Hubhebel 1 ist mit der Rolle 2 in einer Kulisse 3 (nur teilweise dargestellt) verschieblich gelagert. Der Fachmann erkennt, daß die Rolle auch eine Welle sein kann, auf der jeder Hubhebel drehbar gelagert ist. Der Hubhebel wird durch die Exzenterwelle 5 und die Rückstellfeder 5 in der Kulisse verschoben. Die Richtung, in der der Hubhebel in der Kulisse verschoben wird, ist durch die Linie 14 dargestellt. Der Fachmann versteht, daß der Hubhebel 1 durch die beiden Mittel 5 auch in einer bestimmten Position innerhalb der Kulisse gehalten werden kann. Die Exzenterwelle wird durch einen Schrittmotor (nicht dargestellt) angetrieben.

**[0026]** Desweiteren verfügt der Hubhebel 1 über eine weitere Rolle 9, die mit der Nockenwelle 6 zusammenwirkt, und die den Hubhebel 1 antreibt.

**[0027]** Im unteren Teil weist der Hubhebel 1 eine Arbeitskurve 4 auf, die näherungsweise die Form einer Parabel hat. Diese Arbeitskurve steht in Kontakt mit der Rolle 15, die an dem Rollenschlepphebel 7 angebracht ist. Der Rollenschlepphebel 7 wiederum bewegt das Ventil 8.

**[0028]** Je nach Platzverhältnissen befindet sich die Mittelachse 13 der Rolle 9 unterhalb der Mittelachse 10 der Nockenwelle 6, oder die Mittelachse 13 der Rolle 9 ist, wie gestrichelt dargestellt, in derselben horizontalen Ebene wie die Mittelachse 10 der Nockenwelle 6 angeordnet.

**[0029]** Wird z. B. ein Verbrennungsmotor in Teillast betrieben, wird der Hubhebel 1 in der Kulisse 3 so verschoben, daß der Rollenschlepphebel 7 mit dem linken Teil 11 der Arbeitskurve 4 zusammenwirkt, so daß der Hub des Ventils 8 reduziert ist. Bei Vollast hingegen wird der Hubhebel 1 in der Kulisse 3 so verschoben, daß der rechte Teil 12 der Arbeitskurve 4 mit dem Rollenschlepphebel 7 in Kontakt steht, so daß der Hub des Ventils 8 maximal ist.

## Patentansprüche

### 1. Mechanisch regelbare Ventilhubverstellung mit:

- Einem Hubhebel (1), der
  - ein Mittel (2), mit dem der Hubhebel (1) drehbar und in einer Kulisse (3) verschieblich gelagert ist,
  - ein Mittel (9), das mit einer Nockenwelle (6), die den Hubhebel (1) antreibt, zusammenwirkt und
  - eine Arbeitskurve (4) aufweist,
- Mindestens einem Mittel (5), das mit dem Hubhebel (1) zusammenwirkt und diesen in der Kulisse verschiebt,
- Einer Nockenwelle (6), die mit dem Mittel (9) des Hubhebels (1) zusammenwirkt und diesen antreibt,
- Einem Ventil (8), das mit der Arbeitskurve (4) des Hubhebels (1) zusammenwirkt und von diesem bewegt wird.

### 2. Mechanisch regelbare Ventilhubverstellung mit:

- Einem Hubhebel (1), der
  - ein Mittel (2), mit dem der Hubhebel (1) drehbar und in einer Kulisse (3) verschieblich gelagert ist,
  - ein Mittel (9), das mit einer Nockenwelle (6), die den Hubhebel (1) antreibt, zusammenwirkt und

- eine Arbeitskurve (4) aufweist,
  - Mindestens einem Mittel (5), das mit dem Hubhebel (1) zusammenwirkt und diesen in der Kulissee verschiebt, 5
  - Einer Nockenwelle (6), die mit dem Mittel (9) des Hubhebels (1) zusammenwirkt und diesen antreibt, 10
  - Einem Rollenschlepphebel (7), der mit der Arbeitskurve (4) des Hubhebels (1) zusammenwirkt und von diesem angetrieben wird, 15
  - Einem Ventil (8), das mit dem Rollenschlepphebel (7) zusammenwirkt und von diesem bewegt wird. 15
- 3.** Ventilhubverstellung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie zwei Mittel (5) aufweist, wobei ein Mittel eine Exzenterwelle und das andere Mittel vorzugsweise eine Rückstellfeder ist. 20
- 4.** Ventilhubverstellung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Exzenterwelle durch einen E-Motor, Schrittmotor oder ein Schnecken- oder Zahnradgetriebe angetrieben wird. 25
- 5.** Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelachse (13) des Mittels (9) auf derselben horizontalen Ebene angeordnet ist wie die Mittelachse (10) der Nockenwelle (6). 30
- 6.** Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelachse (13) des Mittels (9) unterhalb der Mittelachse (10) der Nockenwelle (6) angeordnet ist. 35
- 7.** Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel (2) und/oder das Mittel (9) eine Rolle ist. 40
- 8.** Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil ein Einlaßventil eines Verbrennungsmotors ist. 45
- 9.** Verbrennungsmotor, dadurch gekennzeichnet, daß er mindestens 4, vorzugsweise 6, 8 oder 12 Ventilsteuerungen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 aufweist. 50
- 10.** Verfahren zur Steuerung des Hubes eines Einlaßventiles eines Verbrennungsmotors unter Verwendung einer Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Hubhebel (1) entsprechend der Leistungsanforderung an den Verbrennungsmotor in der Kulissee (3) verschoben wird. 55
- 11.** Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei Teillast des Verbrennungsmotors der Hubhebel (1) so verschoben wird, daß der linke Teil (11) der Arbeitskurve (4) mit dem Ventil oder dem Rollenschlepphebel (7) zusammenwirkt.
- 12.** Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vollast des Verbrennungsmotors der Hubhebel (1) so verschoben wird, daß der rechte Teil (12) der Arbeitskurve (4) mit dem Ventil oder dem Rollenschlepphebel (7) zusammenwirkt.

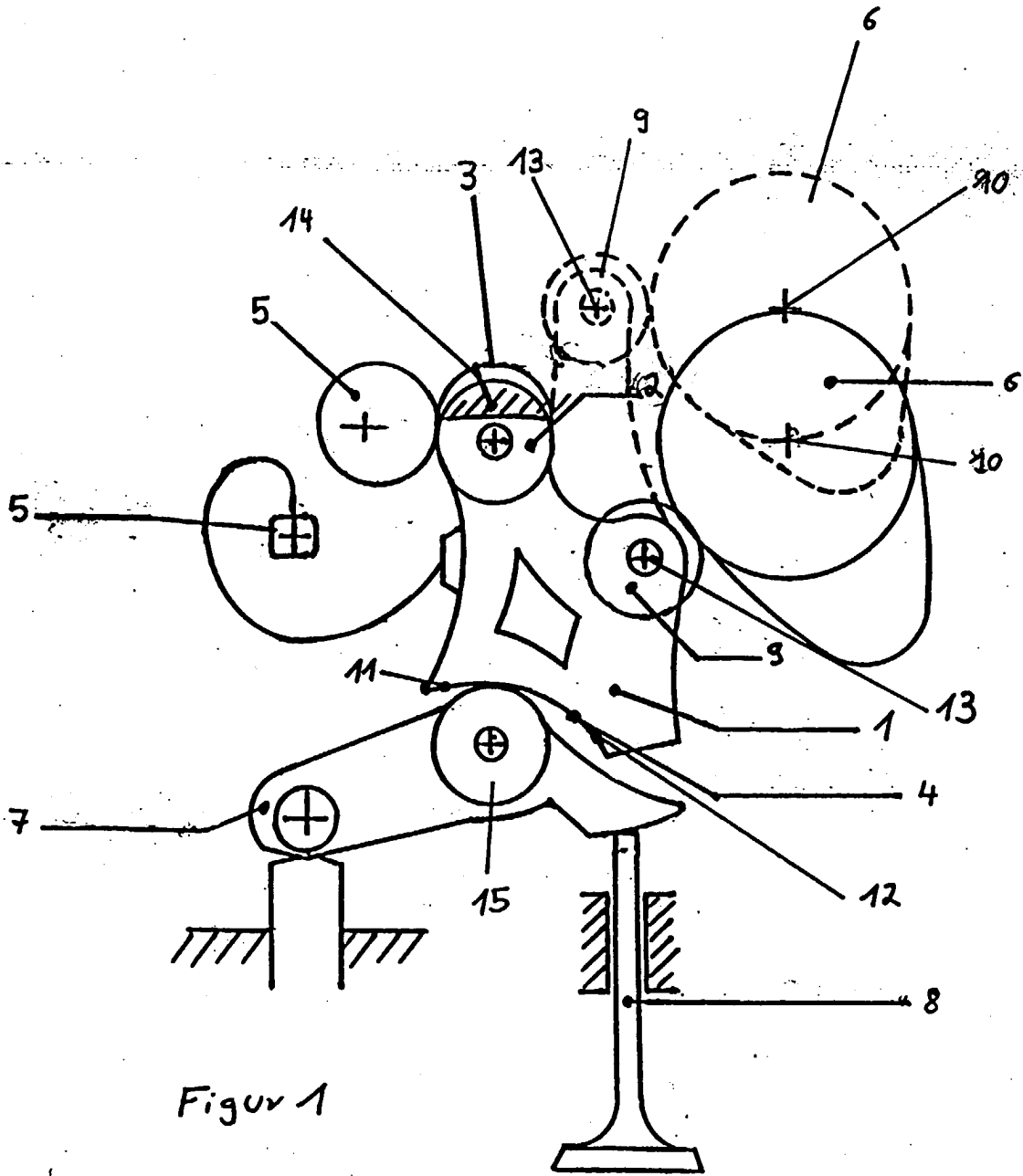


Figure 1



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 12 2662

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 780 547 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 25. Juni 1997 (1997-06-25)	1-4,6-9	F01L13/00
A	* das ganze Dokument * ----	10-12	
X	DE 197 08 484 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 10. September 1998 (1998-09-10)	1	
	* das ganze Dokument * -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. September 2000</b>	Prüfer <b>Klinger, T</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		.....	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (F04.C03)

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

EP 99 12 2662

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.

04-09-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 780547 A	25-06-1997	DE 19548389 A	26-06-1997
DE 19708484 A	10-09-1998	KEINE	

EPO FORM P0461

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