



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 012 075 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.04.2016 Patentblatt 2016/17**

(51) Int Cl.:

**B26F 3/00 (2006.01)**

**B26F 1/26 (2006.01)**

**F04B 17/03 (2006.01)**

**F04B 49/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15190372.1**

(22) Anmeldetag: **19.10.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
 Benannte Validierungsstaaten:  
**MA**

(30) Priorität: **20.10.2014 AT 507472014**

(71) Anmelder:  

- **Perndorfer, Andreas**  
**4720 Kallham (AT)**

• **Perndorfer, Ewald**  
**4720 Kallham (AT)**

(72) Erfinder:  

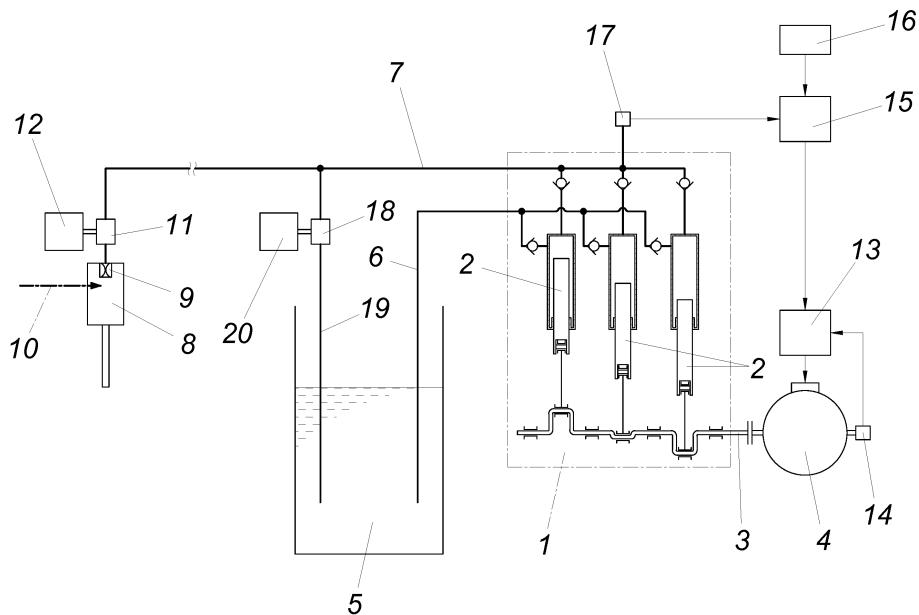
- **Perndorfer, Andreas**  
**4720 Kallham (AT)**
- **Perndorfer, Ewald**  
**4720 Kallham (AT)**

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei Hübscher**  
**Spittelwiese 4**  
**4020 Linz (AT)**

### (54) VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ANLAGE ZUM WASSERSTRAHLSCHNEIDEN SOWIE ANLAGE ZUM WASSERSTRAHLSCHNEIDEN

(57) Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Anlage zum Wasserstrahlschneiden mit einer mehrere Tauchkolben (2) aufweisenden, an einen Wasserbehälter (5) angeschlossenen Hochdruckpumpe (1) und mit einer an die Hochdruckpumpe (1) angeschlossenen Hochdruckleitung (7) beschrieben, die über ein Schneidkopfventil (11) an einen Schneidkopf (8) angeschlossen ist, wobei für den Schneidvorgang die Hochdruckpumpe (1) angetrieben und das Schneidkopfventil (11) geöffnet

wird. Um vorteilhafte Schneidvoraussetzungen am Beginn eines Schneidvorgangs zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass am Ende des Schneidvorgangs die Hochdruckpumpe (1) während des Schließen des Schneidkopfventils (11) unter Aufrechterhaltung des Drucks in der Hochdruckleitung (8) stillgesetzt und am Beginn des Schneidvorgangs während des Öffnens des Schneidkopfventils (11) wieder in Betrieb genommen wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben einer Anlage zum Wasserstrahlschneiden mit einer mehrere Tauchkolben aufweisenden, an einen Wasserbehälter angeschlossenen Hochdruckpumpe und mit einer an die Hochdruckpumpe angeschlossenen Hochdruckleitung, die über ein Schneidkopfventil an einen Schneidkopf angeschlossen ist, wobei für den Schneidvorgang die Hochdruckpumpe angetrieben und das Schneidkopfventil geöffnet wird, sowie auf eine hierfür geeignete Anlage zum Wasserstrahlschneiden.

**[0002]** Aufgrund der für das Wasserstrahlschneiden erforderlichen hohen Drücke und vergleichsweise hohen Fördermengen werden für Wasserstrahlschneidanlagen häufig Hochdruckpumpen mit Tauchkolben eingesetzt, wobei mit der Anordnung von drei Tauchkolben die Druckschwankungen auf ein für das Wasserstrahlschneiden zulässiges Maß verringert werden können, sodass Druckspeicher zum Ausgleich solcher Druckschwankungen entfallen können. Die Tauchkolbenpumpen werden üblicherweise durch Drehstrommotoren angetrieben, die über einen Frequenzumrichter angesteuert werden, der die für die jeweils gewünschte Fördermenge erforderliche Drehzahl vorgibt. Das von der Hochdruckpumpe aus einem Wasserbehälter angesaugte Wasser wird demnach mit dem eingestellten Druck, je nach den Schneidbedingungen beispielsweise zwischen 500 und 4000 bar, durch eine Hochdruckleitung dem Schneidkopf zugeführt, wo es durch eine Reinwasserdüse mit einer Geschwindigkeit bis zu 800 m/s (bei einem Förderdruck von 4000 bar) austritt, bevor dem Wasserstrahl gegebenenfalls Abrasive zugeführt werden. Zum Beenden des Schneidvorgangs wird ein der Reinwasserdüse vorgesetztes Schneidkopfventil geschlossen und der Drehstrommotor auf eine niedrige Drehzahl heruntergefahren, um die Hochdruckpumpe nicht für einen neuerlichen Schneidvorgang aus dem Stillstand hochfahren zu müssen. Die nach dem Sperren des Schneidkopfventils von der Hochdruckpumpe geförderte Wassermenge wird über eine Rücklaufleitung in den Wasserbehälter rückgeführt, die mit dem Schließen des Schneidkopfventils durch ein Rücklaufventil freigegeben wird. Für einen neuen Schneidvorgang ist folglich das Schneidkopfventil zu öffnen, das Rücklaufventil zu schließen und die Hochdruckpumpe auf die erforderliche Betriebsdrehzahl zu beschleunigen, sodass sich innerhalb der an den Schneidkopf angeschlossenen Hochdruckleitung der erforderliche Betriebsdruck erst allmählich mit der Folge aufbaut, dass sich während des Schnittbeginns aufgrund des zeitlichen Anstiegs der Wasseraustrittsgeschwindigkeit aus der Reinwasserdüse das Schnittbild ändert, was sich insbesondere bei Anstichen, also bei Schneidvorgängen, die nicht von einem Werkstückrand ausgehen, sondern innerhalb einer Werkstückfläche beginnen, nachteilig auswirkt.

**[0003]** Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrun-

de, Anlagen zum Wasserstrahlschneiden mit Tauchkolbenpumpen so betreiben zu können, dass bei einem neuerlichen Schneidvorgang ein ausreichender Wasserdruck zur Verfügung steht, um von Beginn an ein einheitliches Schnittbild sicherstellen zu können, ohne einen Druckspeicher einsetzen zu müssen.

**[0004]** Ausgehend von einem Verfahren der eingangs geschilderten löst die Erfindung die gestellte Aufgabe dadurch, dass am Ende des Schneidvorgangs die Hochdruckpumpe während des Schließens des Schneidkopfventils unter Aufrechterhaltung des Drucks in der Hochdruckleitung stillgesetzt und am Beginn des Schneidvorgangs während des Öffnens des Schneidkopfventils wieder in Betrieb genommen wird.

**[0005]** Da zufolge dieser Maßnahmen der Druck in der Hochdruckleitung beim Sperren des Schneidkopfventils zum Beenden des Schneidvorgangs nicht abgebaut wird, steht dieser Druck für den Neustart eines Schneidvorgangs zur Verfügung, sodass unmittelbar nach dem Öffnen des Schneidkopfventils der Schnitt mit dem Betriebsdruck durchgeführt werden kann. Voraussetzung ist, dass die Hochdruckpumpe innerhalb der Öffnungszeit für das Schneidkopfventil auf die für den jeweiligen Betriebsdruck in der Hochdruckleitung erforderliche Drehzahl beschleunigt bzw. innerhalb der Schließzeit dieses Ventils stillgesetzt wird. Es bedarf daher keiner Rücklaufleitung, um das sonst während der Schneidpause geförderte Wasser in den Wasserbehälter zurückzuleiten.

**[0006]** Wird für einen anschließenden Schneidvorgang ein geringerer Betriebsdruck in der Hochdruckleitung benötigt, wie dies üblicherweise der Fall ist, wenn ein Anstich vorzunehmen ist, so muss vor dem Öffnen des Schneidkopfventils der Druck in der Hochdruckleitung entsprechend abgesenkt werden, damit der Schneidvorgang beim Öffnen des Schneidkopfventils mit dem verminderten Betriebsdruck durchgeführt werden kann.

**[0007]** Herkömmliche Antriebe der Tauchkolbenpumpen mit Hilfe von Drehstrommotoren, die über Frequenzumrichter entsprechend der geforderten Drehzahl angesteuert werden, sind im Allgemeinen nicht in der Lage, die Tauchkolbenpumpe innerhalb der kurzen Öffnungs- und Schließzeiten der Schneidkopfventile auf die Soll-drehzahl zu beschleunigen bzw. von der Soll-drehzahl zum Stillstand abzubremsen. Aus diesem Grund wird bei Anlagen zum Wasserstrahlschneiden, die für das erfindungsgemäße Verfahren geeignet sind, vorgeschlagen, dass der Antrieb der Hochdruckpumpe einen in Abhängigkeit von der Betätigung des Schneidkopfventils schaltbaren Servomotor mit einem Servoumrichter umfasst und dass zur Ansteuerung des Servoumrichters ein einerseits an einen Sollwertgeber und anderseits an einen Istwertgeber für den Druck in der Hochdruckleitung angeschlossener Regler vorgesehen ist. Mit Hilfe solcher Servoantriebe lassen sich die erforderlichen Beschleunigungen innerhalb von Millisekunden erreichen, sodass der jeweils vorgegebene Wasserdruck beim Öffnen des

Schneidkopfventils schlagartig zur Verfügung steht. Da die Ansteuerung des Servoumrichters in Abhängigkeit von der Soll-Istwertdifferenz des Drucks in der Hochdruckleitung vorgenommen wird, spielen den Strömungswiderstand beeinflussende Änderungen im Bereich der Reinwasserdüse keine Rolle, weil durch diese Ansteuerung des Servoumrichters beispielsweise Verschleißerscheinungen an der Reinwasserdüse selbstständig berücksichtigt werden.

**[0008]** Um im Bedarfsfall den Druck in der Hochdruckleitung während einer Schneidpause im Hinblick auf die Druckanforderungen eines anschließenden Schneidvorgangs absenken zu können, kann die Hochdruckleitung über ein einstellbares Druckminderungsventil an eine Rücklaufleitung angeschlossen werden, das vorzugsweise auch zum Absperren der Rücklaufleitung dient, wenn das Druckminderungsventil nicht benötigt wird.

**[0009]** Anhand der Zeichnung, die eine Anlage zum Wasserstrahlschneiden in einem schematischen Blockschaltbild zeigt, wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

**[0010]** Die Anlage zum Wasserstrahlschneiden weist eine Hochdruckpumpe 1 mit drei Tauchkolben 2 auf, die über eine Kurbelwelle 3 von einem Servomotor 4 angetrieben werden. Das zum Schneiden eines Werkstücks benötigte Wasser wird aus einem Wasserbehälter 5 über eine an die Hochdruckpumpe 1 angeschlossene Saugleitung 6 entnommen und durch eine druckseitig an die Hochdruckpumpe 1 angeschlossene Hochdruckleitung 7 einem Schneidkopf 8 zugefordert. Dieser Schneidkopf 8 umfasst eine Reinwasserdüse 9 zur Erzeugung eines Wasserstrahls zum Schneiden des Werkstücks. Dem aus der Reinwasserdüse 9 austretenden Wasserstrahl können im Bedarfsfall Abrasive zugemischt werden, um die Schneidleistung zu erhöhen, wie dies durch den Pfeil 10 angedeutet ist. Der Reinwasserdüse 9 ist ein Schneidkopfventil 11 vorgeschaltet, über dessen Stelltrieb 12 der Schneidkopf 8 ein- und ausgeschaltet werden kann.

**[0011]** Zur Drehzahlregelung des Servomotors 4 wird der dem Servomotor 4 zugehörige Servoumrichter 13 über einen Drehzahlgeber 14 beaufschlagt. Die Ansteuerung des Servoumrichters 13 erfolgt durch einen Regler 15 mit einem Sollwertgeber 16 für den Druck in der Hochdruckleitung 7. Außerdem wird der Istwert des Drucks in der Hochdruckleitung 7 über einen an die Hochdruckleitung 7 angeschlossenen Istwertgeber 17 erfasst und an den Regler 15 weitergeleitet, sodass der Servoumrichter 13 in Abhängigkeit von der Soll-Istwertdifferenz des Drucks in der Hochdruckleitung 7 angesteuert werden kann.

**[0012]** Wird das Schneidkopfventil 11 über den Stelltrieb am Ende eines Schneidvorgangs geschlossen, so steigt der Druck in der Hochdruckleitung 7 schlagartig an, was zu einem Abschalten des Servomotors 4 über den Regler 15 führt, wobei der Druck in der Hochdruckleitung 7 aufrecht bleibt und folglich für den nachfolgenden Schneidvorgang wieder zur Verfügung steht.

**[0013]** Zum Einleiten des nachfolgenden Schneidvor-

gangs ist das Schneidkopfventil 11 über den Stelltrieb 12 wieder zu öffnen und zugleich der Servomotor 4 auf die dem Sollwert des Drucks in der Hochdruckleitung 7 zugehörige Pumpendrehzahl zu beschleunigen, und zwar innerhalb der Öffnungszeit für das Schneidkopfventil 11, was über eine gemeinsam mit der Ansteuerung des Stelltriebs 12 für das Schneidkopfventil 11 erfolgende Ansteuerung des Servoumrichters 13 ohne weiteres möglich ist. Dies bedeutet, dass der neue Schneidvorgang mit einem Förderdruck des Wassers in der Hochdruckleitung 7 begonnen werden kann, der zumindest angenähert dem Sollwert entspricht, sodass sich keine Änderungen im Schnittbild während des Schneidvorgangs ergeben.

**[0014]** Sind aufgrund der Schneidbedingungen eines nachfolgenden Schneidvorgangs die Sollwerte für den Druck in der Hochdruckleitung 7 zu verringern, so kann mit einer entsprechenden Sollwertvorgabe in der vorausgehenden Schneidpause der Druck in der Hochdruckleitung 7 über ein Druckminderungsventil 18 in einer an die Hochdruckleitung 7 angeschlossenen Rücklaufleitung 19 abgesenkt werden. Wird das Druckminderungsventil 18 nicht benötigt, so kann die Rücklaufleitung 19 über das Druckminderungsventil 18 gesperrt werden, wenn sein Stelltrieb 20 entsprechend angesteuert wird.

## Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zum Betreiben einer Anlage zum Wasserstrahlschneiden mit einer mehrere Tauchkolben (2) aufweisenden, an einen Wasserbehälter (5) angeschlossenen Hochdruckpumpe (1) und mit einer an die Hochdruckpumpe (1) angeschlossenen Hochdruckleitung (7), die über ein Schneidkopfventil (11) an einen Schneidkopf (8) angeschlossen ist, wobei für den Schneidvorgang die Hochdruckpumpe (1) angetrieben und das Schneidkopfventil (11) geöffnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Ende des Schneidvorgangs die Hochdruckpumpe (1) während des Schließens des Schneidkopfventils (11) unter Aufrechterhaltung des Drucks in der Hochdruckleitung (8) stillgesetzt und am Beginn des Schneidvorgangs während des Öffnens des Schneidkopfventils (11) wieder in Betrieb genommen wird.
- 40 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in der Hochdruckleitung (7) vor dem Öffnen des Schneidkopfventils (11) auf einen vorgebbaren Wert absenkbar ist.
- 50 3. Anlage zum Wasserstrahlschneiden mit einer mehrere Tauchkolben (2) aufweisenden, an einen Wasserbehälter (5) angeschlossenen, antreibbaren Hochdruckpumpe (1) und mit einer an die Hochdruckpumpe (1) angeschlossenen Hochdruckleitung (7), die über ein Schneidkopfventil (11) an einen Schneidkopf (8) angeschlossen ist, **dadurch ge-**

**kennzeichnet, dass** der Antrieb der Hochdruckpumpe (1) einen in Abhängigkeit von der Betätigung des Schneidkopfventils (11) schaltbaren Servomotor (4) mit einem Servoumrichter (13) umfasst und dass zur Ansteuerung des Servoumrichters (13) ein  
5 einerseits an einen Sollwertgeber (16) und anderseits an einen Istwertgeber (17) für den Druck in der Hochdruckleitung (7) angeschlossener Regler (15) vorgesehen ist.

10

4. Anlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckleitung (7) über ein einstellbares Druckminderungsventil (18) an eine Rücklaufleitung (19) angeschlossen ist.

15

20

25

30

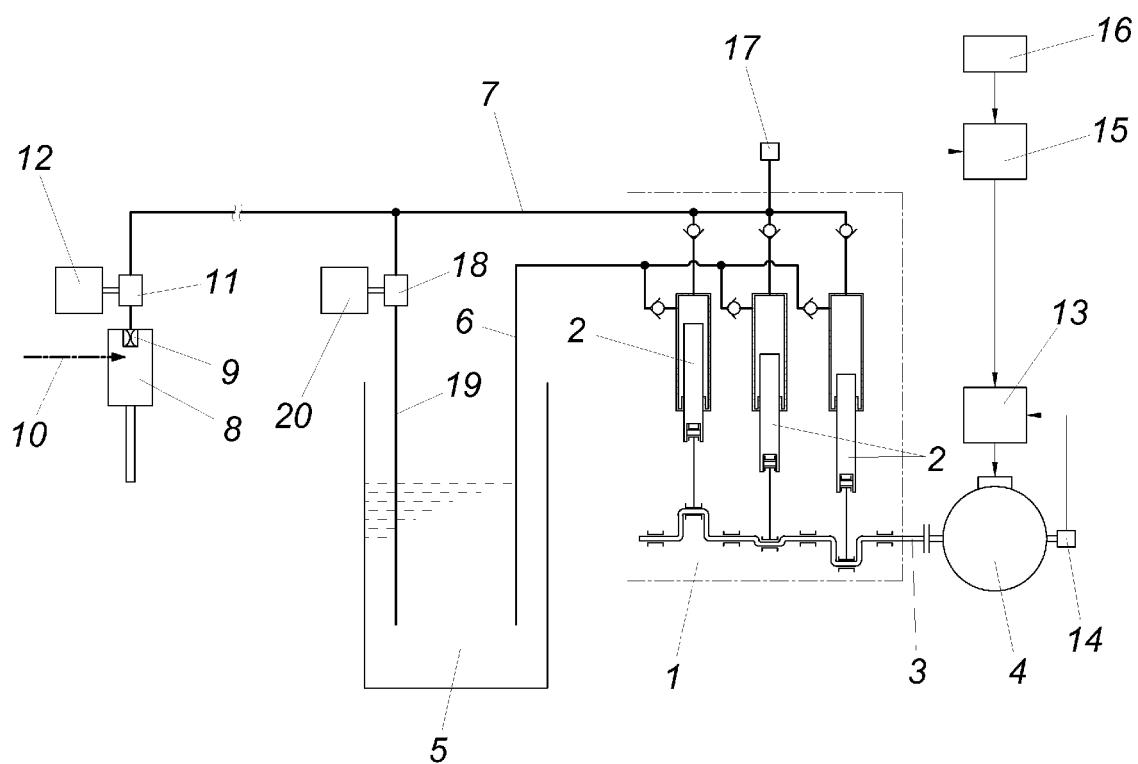
35

40

45

50

55





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 19 0372

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	WO 2012/034165 A1 (TECHNI WATERJET PTY LTD [AU]; REUKERS DARREN J [AU]) 22. März 2012 (2012-03-22) * Abbildung 6 *	1-4	INV. B26F3/00 B26F1/26 F04B17/03 F04B49/08
15 X	EP 1 162 372 A1 (SUGINO MACH [JP]) 12. Dezember 2001 (2001-12-12) * Abbildung 1 *	1-4	
20 A	EP 0 159 977 A2 (VER EDELSTAHLWERKE AG [AT]) 30. Oktober 1985 (1985-10-30) * Abbildung 1 *	1-4	
25			
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35			B26F F04B
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 2. März 2016	Prüfer Müller, Andreas
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 Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 15 19 0372

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

02-03-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2012034165 A1	22-03-2012	CN EP US WO	103154532 A 2616690 A1 2013167697 A1 2012034165 A1	12-06-2013 24-07-2013 04-07-2013 22-03-2012
20	EP 1162372 A1	12-12-2001	EP EP JP JP TW US WO	1162372 A1 1705376 A1 3995227 B2 2000213466 A 499549 B 2004217191 A1 0043674 A1	12-12-2001 27-09-2006 24-10-2007 02-08-2000 21-08-2002 04-11-2004 27-07-2000
25	EP 0159977 A2	30-10-1985	AT DE EP JP US	380422 B 3578396 D1 0159977 A2 S60228100 A 4594924 A	26-05-1986 02-08-1990 30-10-1985 13-11-1985 17-06-1986
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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