

(19)



(11)

EP 2 868 873 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.2015 Patentblatt 2015/19

(51) Int Cl.:
F01K 27/02 ^(2006.01) **H02K 9/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13191596.9**

(22) Anmeldetag: **05.11.2013**

(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

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

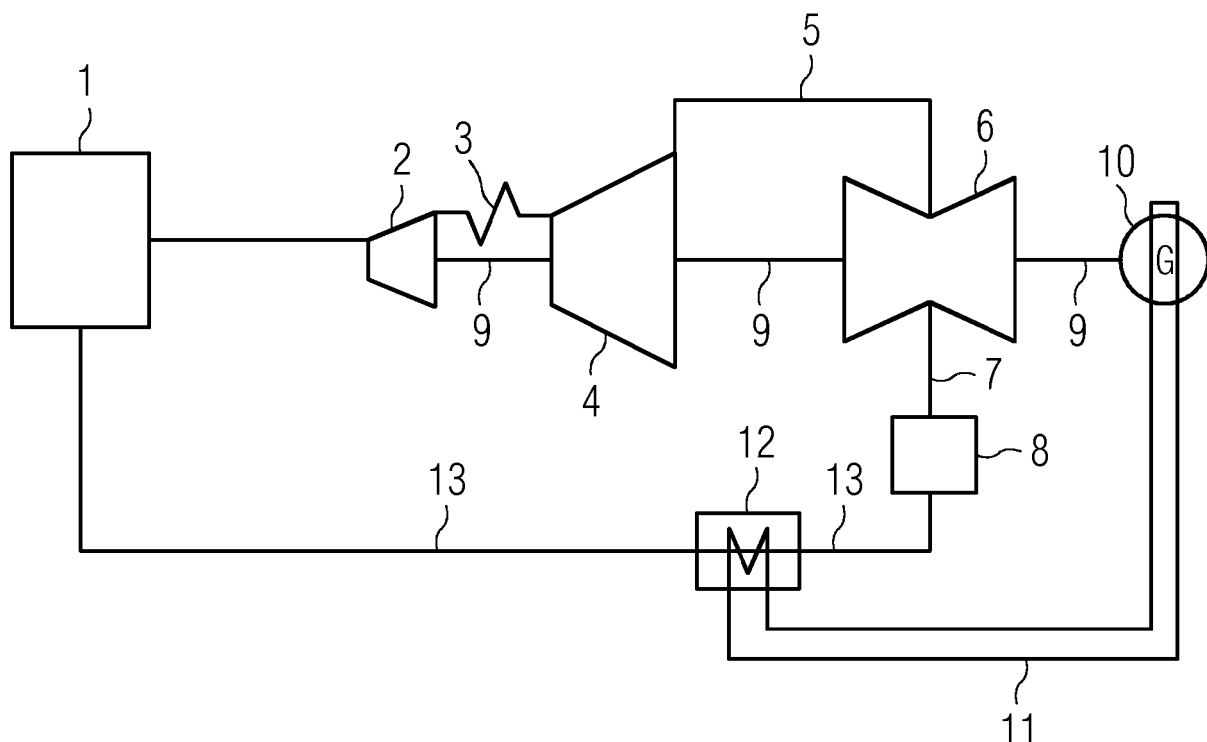
(72) Erfinder:
• **Grau Sorarrain, Esteban**
40215 Düsseldorf (DE)

- **Jäkel, Christian**
45468 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Koebe, Mario**
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Kowalski, Matthias**
45470 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Lehmann, Christoph**
47506 Neukirchen-Vluyn (DE)
- **Mashkin, Andrey**
50672 Köln (DE)
- **Plotnikova, Olga**
42369 Wuppertal (DE)
- **Schild, Carolin**
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **Thermische Kraftanlage mit Nutzung der Abwärme eines Generators**

(57) Die Erfindung betrifft eine thermische Kraftanlage mit einem Generator (10), aufweisend eine Kühlung (11) für den Generator (10), wobei die bei der Kühlung freiwerdende Abwärme des Generators (10) nutzbringend für den Betrieb der thermischen Kraftanlage einsetzbar ist. Die Erfindung betrifft ferner ein zugehöriges Verfahren.

gend für den Betrieb der thermischen Kraftanlage einsetzbar ist. Die Erfindung betrifft ferner ein zugehöriges Verfahren.

**EP 2 868 873 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine thermische Kraftanlage, bei der die Abwärme eines Generators genutzt werden kann.

[0002] In thermischen Kraftanlagen, meist als Wärmekraftwerke oder Dampfkraftwerke bezeichnet, werden große Anstrengungen unternommen, bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen oder bei der Kernspaltung freiwerdende Wärme mit einem möglichst hohen Wirkungsgrad in mechanische und schließlich in elektrische Energie umzuwandeln.

[0003] Ein wesentlicher Ansatz ist dabei, nicht sämtlichen Dampf vollständig zu entspannen, sondern teilweise vorher zu entnehmen und vor allem zur Vorwärmung des Speisewassers zu nutzen.

[0004] Häufig wird auch die freiwerdende Wärme teilweise zu Heizzwecken oder als Prozesswärme anderweitig genutzt. Um diese Wärmenutzung zu ermöglichen, wird auch eine etwas reduzierte Erzeugung von elektrischer Energie in Kauf genommen.

[0005] Soweit Wärme zu anderen Zwecken entnommen wird, wird häufig nicht vom Wirkungsgrad gesprochen, da dieser normal das Verhältnis von gewonnener elektrischer Energie zur aufgewandten Verbrennungsenergie oder Kernspaltungsenergie ist. Zur Unterscheidung wird mitunter von einem Energieausnutzungsgrad gesprochen, bei dem neben der gewonnenen elektrischen Energie auch die nutzbare thermische Energie berücksichtigt wird.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrads oder des Energieausnutzungsgrads zu erreichen, also eine erhöhte Produktion elektrischer Energie oder eine erhöhte Nutzung freiwerdender Wärme zu anderen Zwecken.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

[0008] Es wurde erkannt, dass eine thermische Kraftanlage mit einem Generator bereit zu stellen ist, die eine Kühlung für den Generator aufweist, wobei die bei der Kühlung freiwerdende Abwärme des Generators für den Betrieb der thermischen Kraftanlage nutzbringend einsetzbar ist. Dabei ist es normalerweise ohnehin erforderlich eine Kühlung für den Generator vorzusehen. Bislang wird die Wärme im Regelfall ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Es ist bekannt, dass die Abwärme zu Heizzwecken eingesetzt werden kann. Nun wurde erkannt, dass die Wärme auch nutzbringend für den Betrieb der thermischen Kraftanlage eingesetzt werden kann. Damit muss weniger Dampf vor der vollständigen Entspannung entnommen werden, so dass dieser Dampf zur Erzeugung von elektrischer Energie oder für andere Zwecke zur Verfügung steht.

[0009] In einer Ausführungsform der Erfindung ist zur Kühlung des Generators ein Kühlmittelkreislauf vorhanden, wobei der Kühlmittelkreislauf einen Wärmetauscher aufweist, mit dem bei der Kühlung des Generators vom

Kühlmittel aufgenommene Abwärme zur Erwärmung von zu erwärmenden Stoffen abgegeben werden kann. Bei dem Kühlmittel kann es sich um verschiedene Fluide handeln. Dabei kommen gasförmige Fluide wie etwa Luft oder Wasserstoff in Betracht, es sind aber ebenso flüssige Fluide denkbar wie etwa Wasser.

[0010] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Abwärme zur Brennstofftrocknung, insbesondere zur Trocknung von Kohle nutzbar. Im Interesse einer möglichst geregelten und damit möglichst schadstoffarmen Verbrennung ist es sinnvoll, den eingesetzten Brennstoff zu trocknen. Da die zur Trocknung erforderliche Energie ansonsten bei der Verbrennung benötigt würde, geht keine Energie verloren. Da die zur Trocknung erforderliche Energie, genauer gesagt, die erforderliche Wärme, bei einer relativ niedrigen Temperatur benötigt wird, ist es auch thermodynamisch günstiger, den Brennstoff zunächst mit Wärme niedrigerer Temperatur zu trocknen als eine Reduktion der bei Verbrennungstemperatur vorliegenden Wärme hinzunehmen. Aus diesen Gründen ist die Brennstofftrocknung im Stand der Technik üblich. Jedoch wurde bisher hierzu Dampf vor seiner vollständigen Entspannung aus einer Turbine angezapft. Mit der Erfindung muss weniger Dampf vor der vollständigen Entspannung entnommen werden, so dass dieser Dampf zur Erzeugung von elektrischer Energie oder für andere Zwecke zur Verfügung steht.

[0011] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Abwärme zur Speisewasservorwärmung nutzbar. Die Speisewasservorwärmung mit Dampf, der vor seiner vollständigen Entspannung aus der Turbine abgezweigt wird, ist eine übliche Maßnahme zur Steigerung des Wirkungsgrads. Durch die Verwendung von Abwärme aus dem Generator muss weniger Dampf vor der vollständigen Entspannung entnommen werden, so dass dieser Dampf zur Erzeugung von elektrischer Energie oder für andere Zwecke zur Verfügung steht.

[0012] In einer Ausführungsform der Erfindung ist das aus dem Kondensator kommende Speisewasser vor einer anderweitigen Erwärmung mit der Abwärme des Generators erwärmbar. Das bedeutet, die erste gezielte Erwärmung des Speisewassers nach dem Austritt des Speisewassers aus dem Kondensator erfolgt durch die Abwärme des Generators. Damit soll nicht ausgeschlossen werden, dass eine geringfügige Erwärmung etwa durch Umgebungswärme bereits vor Erwärmung durch die Abwärme des Generators erfolgen kann. Ausgesagt aber werden soll, dass bei dieser Ausführungsform vor der Erwärmung durch die Abwärme keine anderweitige gezielte Erwärmung erfolgen soll. Damit soll verhindert werden, dass die Temperatur des Speisewassers bereits so hoch ist, dass die Temperatur der Abwärme zur Erwärmung nicht mehr ausreicht. Hierbei muss bedacht werden, dass zum Übertragen der Wärme stets Temperaturdifferenzen erforderlich sind. So ist eine Temperaturdifferenz erforderlich um die Wärme vom Generator auf das Kühlmittel zu übertragen und wiederum eine Temperaturdifferenz um Wärme vom Kühlmittel auf das

Speisewasser - oder auf andere zu erwärmende Stoffe - zu übertragen.

[0013] An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass es sich bei der Abwärme um Wärme handelt, die bei vergleichsweise niedriger Temperatur auftritt, so dass normalerweise nur Dampf ersetzt werden kann, der bei vergleichsweise niedrigem Druck und entsprechend niedriger Temperatur vor der vollständigen Entspannung entnommen würde. Damit wird durch die Nutzung der Abwärme des Generators Dampf eingespart, der nur noch einen überschaubaren Beitrag zur mechanischen Arbeit und zur elektrischen Energie leisten kann. Dennoch leistet die Erfindung einen relevanten Beitrag den Wirkungsgrad einer thermischen Kraftanlage zu steigern.

[0014] In einer Ausführungsform der Erfindung, welche die Erwärmung des Speisewassers durch Abwärme vor einer anderweitigen Erwärmung weiterbildet, kann das aus dem Kondensator kommende Speisewasser direkt in einen Wärmetauscher zur Übertragung von Wärme aus dem Kühlmittel an das Speisewasser geführt werden. Unter einer direkten Führung ist zu verstehen, dass abgesehen von Leitungen sowie gegebenenfalls Pumpen und Ventilen keine wesentlichen Komponenten vorhanden sind. Wie bereits oben ausgeführt soll damit erreicht werden, dass die erste wesentliche Erwärmung des aus dem Kondensator kommenden Speisewassers durch die Abwärme des Generators, bei der vorliegenden Ausführungsform also im Wärmetauscher erfolgt.

[0015] Allerdings ist es nicht zwingend das vom Kondensator kommende Speisewasser direkt in den Wärmetauscher zu führen. So könnte zuerst eine anderweitige Bearbeitung, etwa eine Reinigung, erfolgen. Es dürfte im Regelfall aber unvermeidbar sein, dass keine anderweitige Erwärmung vor der Erwärmung mit der Abwärme des Generators erfolgt, da die Temperatur der Abwärme sonst zu niedrig wäre.

[0016] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Abwärme zur Verbrennungsluftvorwärmung nutzbar. Die zur Verbrennung erforderliche Luft, also die Luft, welche den zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff mitführt, wird bisweilen vorgewärmt. Es ist thermodynamisch günstiger, die Luft zunächst mit Wärme bei niedrigerer Temperatur vorzuwärmen als eine Reduktion der bei Verbrennungstemperatur vorliegenden Wärme hinzunehmen. Da die Verbrennungsluft mit Umgebungstemperatur der thermischen Kraftanlage zugeführt wird, also mit vergleichsweise niedriger Temperatur, stellt die Vorwärmung mit der Abwärme des Generators eine sinnvolle Nutzung der Abwärme dar. Zur praktischen Umsetzung ist im Regelfall ein Wärmetauscher vorzusehen.

[0017] Die Erfindung betrifft ebenso ein zugehöriges Verfahren.

[0018] Anhand einer Figur sollen weitere Einzelheiten nachfolgend näher dargestellt werden.

[0019] Die Figur zeigt eine sehr vereinfachte Darstellung einer thermischen Kraftanlage. In einem Kessel 1 wird das Speisewasser erhitzt und verdampft. Über eine Leitung 2 wird der Dampf in eine Hochdruckturbine 2

geführt. Nach der Entspannung des Dampfs in der Hochdruckturbine 2 führt eine Leitung 3 zu einer Mitteldruckturbine 4. Dabei erfolgt eine Zwischenüberhitzung des Dampfs, wie durch die Zacken in der Leitung 3 angezeigt werden soll. Von der Mitteldruckturbine 4 wird der Dampf durch eine Leitung 5 in eine Niederdruckturbine 6 geführt. Nach der Entspannung in der Niederdruckturbine 6 wird der Dampf, der bereits eine gewisse Nässe aufweist, durch eine Leitung 7 in einen Kondensator 8 geführt. Die Hochdruckturbine 2, die Mitteldruckturbine 4 und die Niederdruckturbine 6 liegen auf einer gemeinsamen Welle 9, welche einen Generator 10 antreibt, in dem die mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird. Dabei entsteht Abwärme, welche durch einen Kühlmittelkreislauf 11 abgeführt wird. Der Kühlmittelkreislauf 11 führt zu einem Wärmetauscher 12. Aus der Kondensation von Dampf im Kondensator 8 gewonnenes Speisewasser wird in einer Speisewasserleitung 13 ebenfalls durch den Wärmetauscher 12 geführt. Damit wird die vom Kühlmittelkreislauf 11 aus dem Generator 10 abgeführte Abwärme auf das Speisewasser übertragen. In der Fig. 1 nicht dargestellt sind im weiteren Verlauf der Speisewasserleitung 13 angeordnete Vorwärmstufen, in denen das Speisewasser mit Dampf vorgewärmt wird. Der Dampf wird hierzu - ebenfalls nicht dargestellt - aus der Niederdruckturbine 6 vor der vollständigen Entspannung entnommen. Durch Vorwärmung im Wärmetauscher 12 wird hierfür weniger Dampf benötigt, so dass der Wirkungsgrad gesteigert werden kann.

[0020] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Thermische Kraftanlage mit einem Generator (10), aufweisend eine Kühlung (11) für den Generator (10), wobei die bei der Kühlung freiwerdende Abwärme des Generators (10) nutzbringend für den Betrieb der thermischen Kraftanlage einsetzbar ist.
2. Thermische Kraftanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Kühlung des Generators (10) ein Kühlmittelkreislauf (11) vorhanden ist, wobei der Kühlmittelkreislauf (11) einen Wärmetauscher (12) aufweist, mit dem bei der Kühlung des Generators (10) vom Kühlmittel aufgenommene Abwärme zur Erwärmung von zu erwärmenden Stoffen abgegeben werden kann.
3. Thermische Kraftanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Abwärme zur Brennstofftrocknung, insbesondere zur Trocknung von Kohle nutzbar ist.

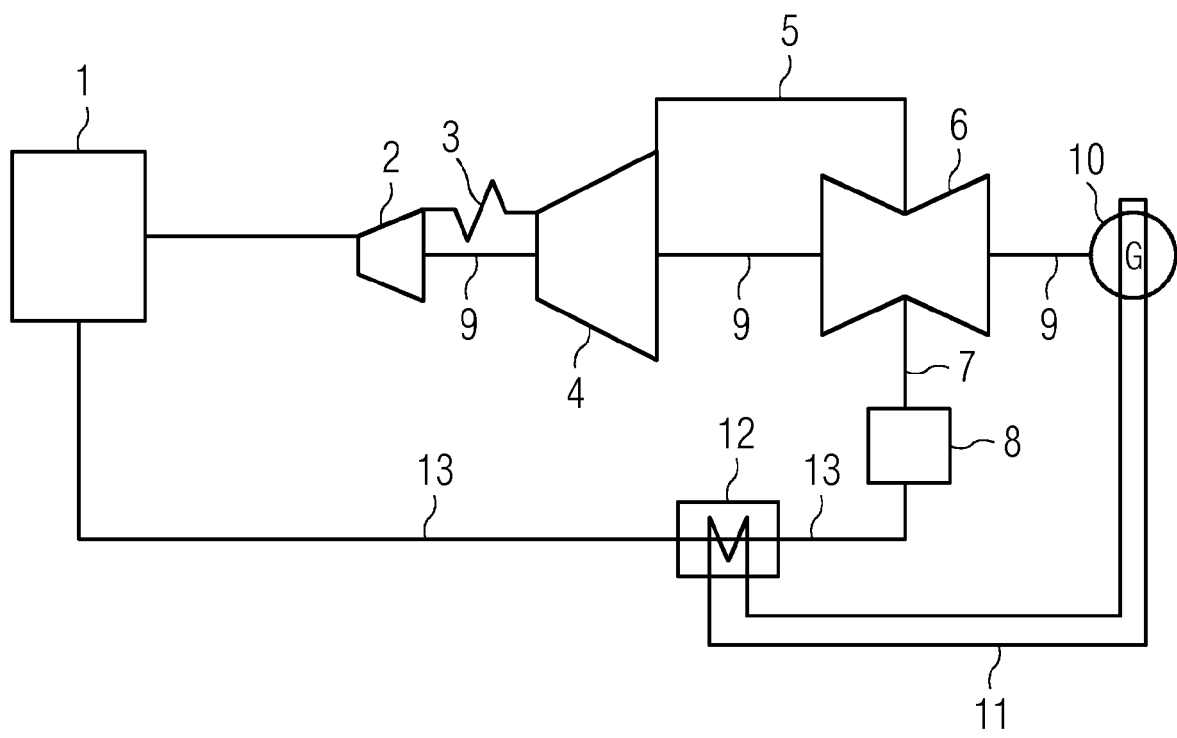
4. Thermische Kraftanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Abwärme zur Speisewasservorwärmung nutzbar ist. 10
5. Thermische Kraftanlage nach Anspruch 4, 10
dadurch gekennzeichnet, dass
 aus einem Kondensator (8) kommendes Speisewasser vor einer anderweitigen Erwärmung mit der Abwärme des Generators (10) erwärmbar ist. 15
6. Thermische Kraftanlage nach dem vorhergehenden Anspruch, 20
dadurch gekennzeichnet, dass
 das aus dem Kondensator (8) kommende Speisewasser direkt in den Wärmetauscher (12) zur Übertragung von Wärme aus dem Kühlmittel an das Speisewasser geführt werden kann. 25
7. Thermische Kraftanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Abwärme zur Verbrennungsluftvorwärmung nutzbar ist. 35
8. Verfahren zur Nutzung von Abwärme eines Generators (10) einer thermischen Kraftanlage, insbesondere einer thermischen Kraftanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Abwärme des Generators (10) nutzbringend für den Betrieb der thermischen Kraftanlage eingesetzt wird. 40

40

45

50

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 19 1596

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 20 2012 006055 U1 (SEMLER MONIKA [DE]) 1. August 2012 (2012-08-01)	1,2,4-6,8	INV. F01K27/02 H02K9/00
Y	* Absätze [0001] - [0044]; Abbildung 1 *	3	
X	DE 197 53 264 C1 (SIEMENS AG [DE]) 17. Juni 1999 (1999-06-17) * Spalten 1-4; Abbildung 1 *	1,7,8	
Y	WO 2007/132312 A2 (BUDZINSKI DARIUSZ [PL]) 22. November 2007 (2007-11-22) * Abbildungen 2-5 *	3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01K H02K
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. April 2014	Prüfer Lepers, Joachim
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 Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 19 1596

5

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

25-04-2014

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202012006055 U1	01-08-2012	KEINE	
DE 19753264 C1	17-06-1999	DE 19753264 C1 WO 9928608 A1	17-06-1999 10-06-1999
WO 2007132312 A2	22-11-2007	KEINE	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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