

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftwerksanlage mit einem Dampferzeuger und einer Dampfturbine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftwerksanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

[0002] Kraftwerksanlagen umfassen in der Regel einen Dampferzeuger sowie eine Dampfturbine, die derart ausgebildet sind, dass die innere Energie eines Wasserdampfs in mechanische Rotationsenergie umgewandelt wird. Die von solchen Dampfturbinen angetriebenen Generatoren werden in der Regel mit 50 Hz für den europäischen Markt bzw. 60 Hz für den US-amerikanischen Markt betrieben. Moderne Dampfturbinen werden mit einem Wasserdampf beaufschlagt, der einen Druck von bis zu 350 bar und eine Temperatur von bis zu 700°C aufweisen kann. Dieser in der Dampfturbine benötigte Dampf wird im Dampferzeuger erzeugt, wobei dies eine Herausforderung darstellt für die Materialien und Komponenten des Dampferzeugers. Besonders wichtige Komponenten sind die Leistungsregelung, die Druckregelung und die Drehzahlregelung. Um die benötigten 50 Hz bzw. 60 Hz konstant über einen längeren benötigten Zeitraum betreiben zu können, werden hohe Anforderungen an die Regelungen gestellt. Kraftwerksanlagen werden üblicherweise für den Grundlastbetrieb benötigt, was dazu führt, dass die gesamte Anlage über einen längeren Zeitraum hinweg konstant beansprucht wird. In einem Dauerbetrieb ist die Frequenz der Dampfturbinenwelle sowie die Menge des zur Dampfturbine führenden Dampfes im Wesentlichen konstant. Es kann allerdings dennoch geschehen, dass im Falle einer plötzlich sich ändernden Last im elektrischen Verbrauchernetz die am Generator anliegende Drehmomentübertragung sich ändert, was dazu führt, dass die Leistung der Dampfturbine sich schlagartig ändern könnte, was durch die Regelung verhindert werden soll. Eine plötzliche Änderung der Leistung der Dampfturbine ist auch durch eine mögliche Störung gegeben.

[0003] In der Regel wird eine Kraftwerksanlage im Festdruck-, Gleitdruck- oder Leistungsbetrieb betrieben. In dem konkreten Fall, dass die Last im Verbrauchernetz plötzlich verringert ist, muss die Dampfturbine ein geringeres Drehmoment auf den Generator übertragen. Dies könnte dadurch umgesetzt werden, dass die für die Zuführung in die Dampfturbine angeordneten Ventile geschlossen werden oder indem der Dampferzeuger eine geringere Dampfmenge mit einem geringeren Druck zur Verfügung stellt.

[0004] In den heutigen Kraftwerksanlagen sind die Druckregelungen derart ausgebildet, dass ein Frischdampfdruck in einem Hochdruck-Dampfsystem während eines Anfahrens der Dampfturbine auf einen festen Druckwert gebracht wird. In der Regel wird eine Umleitleitung derart angeordnet, dass der Hochdruck-Dampfeinlass der Dampfturbine strömungstechnisch mit dem Hochdruck-Dampfauslass der Dampfturbine verbunden

wird.

[0005] Lastabwürfe auf Eigenbedarf oder Leerlauf von der Nennleistung werden als Störfälle bezeichnet. Dabei schließt sowohl das Frischdampf- als auch das Abfang-Stellventil im Schnellgang. Da der Dampferzeuger jedoch die Leistung nicht so schnell senken kann, muss der überschüssige Dampf an der Dampfturbine vorbeigeleitet werden. Hierzu öffnet ein in der Umleitleitung angeordnetes Umleit-Regelventil, wodurch der überschüssige Dampf an der Dampfturbine vorbei geleitet wird. Wenn der Druck bei Volllast über den Sollwert ansteigt, dann öffnet das Überlast-Regelventil, bevor die Umleit-Regelventile öffnen. Allerdings wird der um die Dampfturbine vorbeigeleitete überschüssige Dampf nicht mehr arbeitsentspannend eingesetzt, wodurch der Wirkungsgrad der Kraftwerksanlage insgesamt verringert wird. Das Umleit-Regelventil wird derart betrieben, dass der Drucksollwert der Umleitleitung oberhalb einer Gleitdrucklinie geführt wird. Bei einem Druckanstieg über den gewählten Abstand hinaus öffnet das Umleit-Regelventil und begrenzt den Druck nach oben, was zu einem Leistungsverlust führt.

[0006] An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, eine Kraftwerksanlage derart weiterzuentwickeln, dass ein Leistungsverlust weiter verringert wird.

[0007] Dazu wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, eine Überlastleitung anzuordnen, die eine strömungstechnische Verbindung zwischen dem Dampferzeuger und einer Überlaststufe der Dampfturbine bildet, und ein in der Überlastleitung angeordnetes Überlast-Regelventil anzuordnen, dass über einen Druckregler angesteuert wird.

[0008] Der Vorteil der Erfindung besteht u.a. darin, dass nunmehr bei Druckregelung und Volllast der überschüssige Dampf nicht mehr über eine Umleitleitung an der Dampfturbine vorbeigeführt werden muss, sondern über die Überlastleitung in die Dampfturbine geführt wird, allerdings zu einer Überlaststufe. Nach der Überlaststufe wird dieser eingeleitete Dampf arbeitsentspannend in Rotationsenergie umgewandelt. Dies soll dadurch erreicht werden, dass, wenn der Druck bei einer Volllast über einen Sollwert ansteigt, das Überlast-Regelventil öffnet, bevor das Umleit-Regelventil in der Umleitleitung öffnet. Somit wirkt die Überlastleitung als eine Art Umleitstation, wodurch der Dampf in die Dampfturbine geleitet wird, anstatt nutzlos an der Dampfturbine vorbeigeführt zu werden.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. In einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Dampfturbine derart ausgeführt, dass die Überlaststufe, die mit der Überlastleitung strömungstechnisch verbunden wird, derart ausgebildet ist, dass der zuströmende Dampf arbeitsabgebend umgewandelt wird. Somit wird eine optimale Ausnutzung der thermischen Energie des Dampfes ausgenutzt, um dadurch den Wirkungsgrad der Kraftwerksanlage zu erhöhen.

[0010] Die auf das Verfahren hin gerichtete Aufgabe

wird gemäß dem Anspruch 5 gelöst. Ein wesentliches Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass der Druckregler, der das Überlast-Regelventil ansteuert, derart ausgebildet wird, dass ein Sollwert eingestellt werden kann und das Umleit-Regelventil bei einem Übersteigen dieses Sollwertes erst dann öffnet, wenn das Überlast-Regelventil bereits geöffnet ist.

[0011] Vorteilhafterweise öffnet das Überlast-Regelventil bei Teillast und/oder Volllast.

[0012] Durch die erfindungsgemäße Kraftwerksanlage bzw. dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben der Kraftwerksanlage kann das Kraftwerk insgesamt flexibler betrieben werden, da sowohl im Leistungsregler- als auch im Vordruckbetrieb das Überlast-Regelventil bei jeder Leistung angesteuert werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Anfahr- und Leistungsverluste geringer sind, da das Überlast-Regelventil den Dampf in die Dampfturbine leitet, anstatt nutzlos an der Dampfturbine vorbei in den Kondensator.

[0013] Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels in der Figur näher erläutert. Es zeigt:

FIG 1 eine Prinzipskizze einer Kraftwerksanlage,
FIG 2 ein Diagramm.

[0014] Die Kraftwerksanlage 1 gemäß FIG 1 umfasst eine Dampfturbine 2, wobei diese eine Hochdruck-Teilturbine 2a, eine Mitteldruck-Teilturbine 2b und eine Niederdruck-Teilturbine 2c umfasst. Über einen Dampferzeuger 3 gelangt Frischdampf über eine Frischdampfleitung 4 über ein Frischdampf-Regelventil 5 in einen Hochdruck-Dampfeinlass 6 der Hochdruck-Teilturbine 2a. Zusätzlich zur Frischdampfleitung 4 umfasst die Kraftwerksanlage 1 eine Umleitleitung 7, die die Frischdampfleitung 4 mit einem Hochdruck-Dampfauslass 8 der Hochdruck-Teilturbine 2a strömungstechnisch verbindet. In der Umleitleitung 7 ist ein Umleit-Regelventil 9 angeordnet.

[0015] Des Weiteren umfasst die Kraftwerksanlage 1 eine Überlastleitung 10, die den Dampferzeuger 3 mit einer Überlaststufe 11 der Hochdruck-Teilturbine 2a strömungstechnisch verbindet. In der Überlastleitung 10 ist ein Überlast-Regelventil 12 angeordnet.

[0016] Im Regelfall sind das Überlast-Regelventil 12 und das Umleit-Regelventil 9 geschlossen, wobei das Frischdampf-Regelventil 5 geöffnet ist und über einen nicht näher dargestellten Druckregler oder Leistungsregler angesteuert wird.

[0017] Der aus der Hochdruck-Teilturbine 2a ausströmende Dampf wird als kalter Zwischenüberhitzerdampf bezeichnet und in einem Zwischenüberhitzer 13 wieder erwärmt. Der aus dem Zwischenüberhitzer 13 ausströmende Dampf wird als heißer zwischenüberhitzter Dampf 14 bezeichnet. Dieser heiße zwischenüberhitzte Dampf 14 strömt über ein Mitteldruck-Regelventil 15 in die Mitteldruck-Teilturbine 2b und wird dort arbeitsspannend umgewandelt. Der aus der Mitteldruck-Teilturbine 2b ausströmende Dampf wird über Mitteldruck-Aus-

strömleitungen 16 mit dem Niederdruck-Dampfeinlass 17 der Niederdruck-Teilturbine 2c strömungstechnisch verbunden. Der aus der Niederdruck-Teilturbine 2c ausströmende Dampf wird über eine Niederdruck-Ausströmleitung 18 an einen Kondensator 19 geführt, dort zu Wasser umgewandelt und schließlich über eine Speisewasserpumpe 20 zum Dampferzeuger 3 geführt, wodurch ein Wasserdampfkreislauf geschlossen ist. Der aus der thermischen Energie in Rotationsenergie umgewandelte Dampf treibt eine Welle 21 an, die wiederum einen Generator 22 antreibt, der schließlich elektrische Energie zur Verfügung stellt.

[0018] Das Frischdampf-Regelventil 5, das Überlast-Regelventil 12 und das Umleit-Regelventil 9 sind ebenfalls jeweils an einen eigenen separaten Druckregler angeordnet. Der für das Überlast-Regelventil 12 zuständige Druckregler ist dabei derart ausgebildet, dass ein Sollwert einstellbar ist und bei einem Übersteigen dieses Sollwertes das Überlast-Regelventil 12 öffnet, bevor das Umleit-Regelventil 9 öffnet. Das Überlast-Regelventil 12 wird hierbei in der Regel bei Volllast geöffnet.

[0019] Der über die Überlaststufe 11 einströmende Dampf wird arbeitsabgebend umgewandelt, anstatt nutzlos an der Hochdruck-Teilturbine 2a über die Umleitleitung 7 vorbeigeführt zu werden. Der Wirkungsgrad der Kraftwerksanlage wird hierbei weiter dadurch erhöht.

[0020] Zur Regelung wird eine neue Druckkennlinie für das Überlast-Regelventil 12 zwischen einer Gleitdruck-Kennlinie der Hochdruck-Teilturbine 2a und der Hochdruck-Umleit-Kennlinie gelegt. Wenn der Frischdampfdruck über diese neue Druckkennlinie ansteigt, öffnet das Überlast-Regelventil 12 und nicht das Umleit-Regelventil 9. Das Überlast-Regelventil 12 regelt anschließend einen durch die neue Druckkennlinie vorgegebenen Druck. Dadurch wird der Frischdampf über das Überlast-Regelventil 12 in der Hochdruck-Teilturbine 2a genutzt und nicht nutzlos an der Dampfturbine 2 vorbei in den Kondensator 19 geleitet.

[0021] Es existieren zwei Betriebsfälle, in denen der vom Dampferzeuger generierte Frischdampf von der Dampfturbine nicht vollständig genutzt werden kann. Zum einen kommt dies beim Anfahren des Kraftwerks vom Stillstand auf die Nennleistung bzw. Nenndrehzahl vor, zum anderen, wenn im Nennbetrieb eine teilweise oder vollständige Lastabschaltung vorgenommen wird. In diesem Fall wird sich der Turbosatz so schnell wie möglich an die neuen Anforderungen anpassen, wobei der Dampferzeuger jedoch nur mit Verzögerungen folgen kann. Während dieser Zeit wird der Dampf vom Kessel solange weiter produziert, bis der Dampfdruckregler den ganzen Dampferzeugungsprozess wieder unter Kontrolle hat. Die nicht aufgenommenen Dampfmen- gen können entweder in die Atmosphäre geleitet werden oder es besteht die Möglichkeit, den Dampf durch schnell reagierende Umleitstationen von der Dampfturbine abzukoppeln und in den Kondensator strömen zu lassen. Somit erhält man einen geschlossenen Dampfregelkreis, aus dem keine Dampfmen- gen mehr verloren gehen.

[0022] Die FIG 2 zeigt Druckverläufe in Abhängigkeit vom Dampfmassenstrom. Auf der Y-Achse ist der Frischdampfdruck 26 und auf der X-Achse der Dampferzeugermassenstrom 25 aufgetragen. Die Gleitdruck-Kennlinie 27 stellt den üblichen Betriebsverlauf dar. Sind die Turbinenventile vollständig geöffnet, werden die Dampfmassenstrommengen beim Nenndruck von der Turbine ganz aufgenommen.

[0023] Die Sollwert-Kennlinie 28 der Umleitstation verläuft mit einer Druckdifferenz ΔP oberhalb der Gleitdruck-Kennlinie 27. Dies hat zur Folge, dass die Umleitstation nicht zu früh geöffnet wird. Erst wenn der Betriebsdruck um die Druckdifferenz gestiegen ist, werden die Umleitventile geöffnet.

[0024] Erfindungsgemäß wird zwischen der Gleitdruck-Kennlinie 27 und der Sollwert-Kennlinie 28 eine zusätzliche Kennlinie 29 für die Überlastventilsteuerung aufgenommen. Die zusätzliche Kennlinie 29 liegt oberhalb der Gleitdruck-Kennlinie 27 und unterhalb der Sollwert-Kennlinie 28. Wenn der Frischdampfdruck 26 im Betrieb über den der Gleitdruck-Kennlinie 27 steigt, dann öffnet zuerst das Überlast-Regelventil 12 und anschließend erst das Umleit-Regelventil 9.

Patentansprüche

1. Kraftwerksanlage (1) mit einem Dampferzeuger (3) einer Dampfturbine (2), einer Frischdampfleitung (4) zum Zuführen von Frischdampf in die Dampfturbine (2), einer Überlastleitung (10), die eine strömungstechnische Verbindung zwischen dem Dampferzeuger (3) und einer Überlaststufe (11) der Dampfturbine (2) bildet, wobei in der Überlastleitung (10) ein Überlast-Regelventil (12) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Druckregler angeordnet ist, der zum Ansteuern des Überlast-Regelventils (12) ausgebildet ist.
2. Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 1, mit einer Umleitleitung (7), die den Hochdruck-Dampfeinlass (6) mit dem Hochdruck-Dampfauslass (8) der Dampfturbine (2) strömungstechnisch verbindet, wobei die Umleitleitung (7) ein Umleit-Regelventil (9) umfasst und der Druckregler derart ausgebildet ist, dass ein Sollwert einstellbar ist und bei einem Übersteigen dieses Sollwerts das Umleit-Regelventil (9) erst dann öffnet, wenn das Überlast-Regelventil (12) bereits geöffnet ist.
3. Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Dampfturbine (2) eine Hochdruck-Teilturbine (2a) umfasst und die Überlastleitung (10) mit der Zuführstufe (11) der Hochdruck-Teilturbine (2a) strömungstechnisch verbunden ist.
4. Kraftwerksanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zuführstufe (11) derart ausgebildet ist, dass die Dampfturbine (2) den über die Überlastleitung (10) zuströmenden Dampf arbeitsabgebend umwandelt.
5. Verfahren zum Betreiben einer Kraftwerksanlage (1), wobei die Kraftwerksanlage (1) eine Dampfturbine (2) sowie eine Frischdampfleitung (4) zum Zuführen von Frischdampf in die Dampfturbine (2) und eine Überlastleitung (10) umfasst, wobei durch die Überlastleitung (10) eine strömungstechnische Verbindung zwischen einem Dampferzeuger (3) und einer Überlaststufe (11) der Dampfturbine (2) erzeugt wird, wobei in der Überlastleitung (10) ein Überlast-Regelventil (12) angeordnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Druckregler an das Überlast-Regelventil (12) angeordnet wird, der zum Ansteuern des Überlast-Regelventils (12) ausgebildet ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei eine Umleitleitung (7) angeordnet wird, die den Hochdruck-Dampfeinlass (6) mit dem Hochdruck-Dampfauslass (8) strömungstechnisch verbindet, wobei in Umleit-Regelventil (9) angeordnet wird und der Druckregler derart ausgebildet wird, dass ein Sollwert eingestellt werden kann und das Umleit-Regelventil (9) bei einem Übersteigen dieses Sollwertes erst dann öffnet, wenn das Umleit-Regelventil (9) bereits geöffnet ist.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei das Überlast-Regelventil (12) bei Teillast und/oder Vollast öffnet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei der über die Überlastleitung (10) in die Dampfturbine (2) einströmende Dampf arbeitsabgebend entspannt wird.

FIG 1

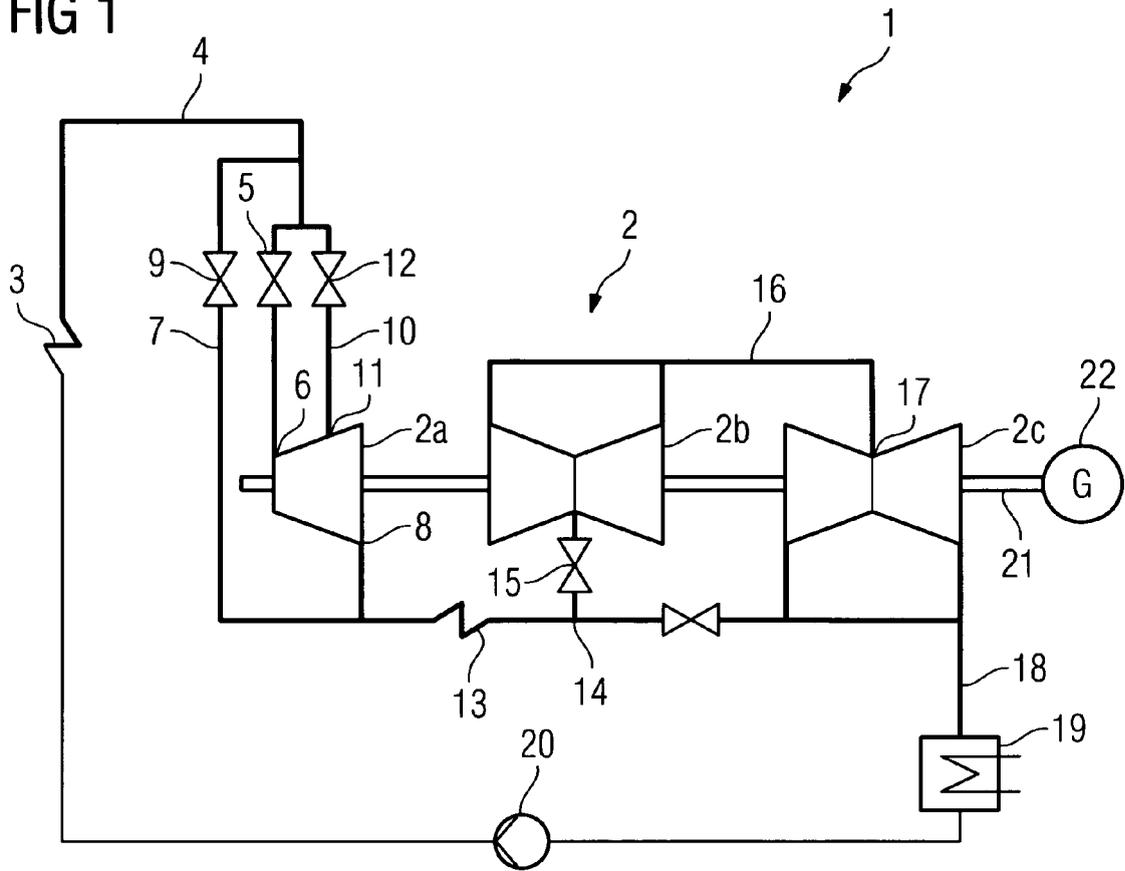
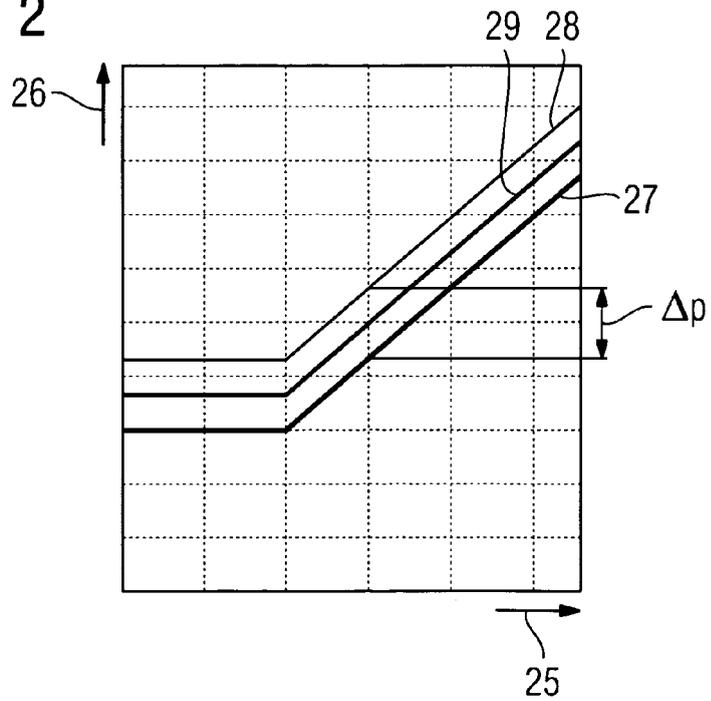


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 01 2048

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 100 42 317 A1 (ALSTOM POWER NV [NL]) 14. März 2002 (2002-03-14) * Spalte 4, Absatz [0041] - Spalte 5, Absatz [0043] * * Spalte 7, Absatz [0055] - Spalte 7, Absatz [0056]; Abbildungen 1,5 *	1,3-5,7, 8 2,6	INV. F01K7/20
X A	DE 15 51 235 A1 (BBC BROWN BOVERI & CIE) 2. April 1970 (1970-04-02) * Seite 3, Absatz 2 - Seite 6, Absatz 3; Abbildung 1 *	1,3-5,7, 8 2,6	
X	CH 405 359 A (BBC BROWN BOVERI & CIE [CH]) 15. Januar 1966 (1966-01-15) * Seite 2, Zeile 40 - Seite 2, Zeile 78; Abbildung 1 *	1,3-5,7, 8	
X	DE 26 55 796 A1 (BBC BROWN BOVERI & CIE) 23. Juni 1977 (1977-06-23) * Abbildung 1 *	1,3-5,7, 8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. September 2010	Prüfer Rau, Guido
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 09 01 2048

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.

30-09-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10042317	A1	IT T020010833 A1	28-02-2002
		US 2002081191 A1	27-06-2002

DE 1551235	A1	KEINE	

CH 405359	A	KEINE	

DE 2655796	A1	CH 596439 A5	15-03-1978
		FI 763632 A	20-06-1977
		FR 2335694 A1	15-07-1977
		JP 1317293 C	15-05-1986
		JP 52081402 A	07-07-1977
		JP 60039844 B	07-09-1985
		SE 395930 B	29-08-1977
		SE 7514421 A	20-06-1977
		US 4118935 A	10-10-1978

EPO FORM P0461

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