



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.11.2002 Patentblatt 2002/48**

(51) Int Cl.7: **B41F 13/004**

(21) Anmeldenummer: **02010666.2**

(22) Anmeldetag: **13.05.2002**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

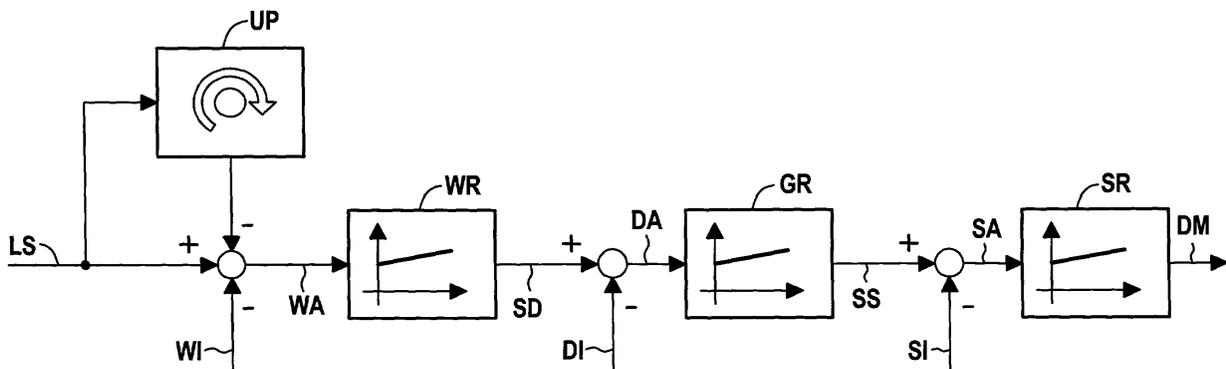
(72) Erfinder: **Agne, Werner  
90552 Röthenbach (DE)**

(30) Priorität: **25.05.2001 DE 10125609**

(54) **Regelungsverfahren zum Betrieb von einzeln angetriebenen rotierenden Maschinenelementen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Regelungsverfahren zum Betrieb von einzeln angetriebenen rotierenden Maschinenelementen (M1,M2) mit einer Winkellageregelung, die mit Kraftschluss oder über eine gemeinsame Last (L) gekoppelt sind. Dabei werden Umfang beschreibende Parameter (UP) der angetriebenen, korrespondierenden Maschinenelemente (M1,M2) in Form

einer Winkellageabweichung (WA) dem Eingang des Winkellagereglers (WR) als Korrekturgröße zugeführt. Dies können Durchmesser oder Radien beteiligter Maschinenelemente (M1,M2), als auch ein Durchmesser und mindestens ein Durchmesserunterschied oder mindestens ein Radius und mindestens ein Radiusunterschied sein.



**FIG 2**

## Beschreibung

**[0001]** Regelungsverfahren zum Betrieb von einzeln angetriebenen rotierenden Maschinenelementen

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Regelungsverfahren zum Betrieb von einzeln angetriebenen rotierenden Maschinenelementen mit einer Winkellageregelung, die mit Kraftschluss oder über eine gemeinsame Last gekoppelt sind.

**[0003]** Aus der internationalen Anmeldung WO 97/11848 ist ein Antriebskonzept bekannt, bei dem über einen Synchronisierbus ausschließlich Informationen übertragen werden, die den synchronen Winkelgleichlauf der Antriebe in einer Rotation sicherstellen. Der synchrone Winkelgleichlauf von Druckmaschinen ist erforderlich, um eine hohe Fertigungsqualität von Druckmedien zu erreichen.

**[0004]** Werden einzeln angetriebene, mechanisch über Kraftschluss oder über eine gemeinsame Last gekoppelte Maschinenelemente mit einer Winkellageregelung betrieben, so führen unterschiedliche Bahngeschwindigkeiten am Kopplungspunkt, -pfad oder -medium zum Auftreten eines Schlupfes. Die den Maschinenelementen zugeordnete, jeweilige Winkellageregelung versucht die Vorgaben gemäß dem Sollwert umzusetzen. Hierbei kann es vorkommen, dass zwei Antriebsregler sich gegensinnig aussteuern, d.h. ein Antriebsregler versucht anzutreiben, während ein weiterer versucht zu bremsen. Hierbei tritt, je nach Kraftverhältnissen, nach dem Losreißmoment ein Schlupf auf, bei dem die Istwerte der beteiligten Maschinenelemente in Richtung der Sollwerte springen.

**[0005]** Das mechanische Verspannen der Antriebe und das Auftreten eines Schlupfes ist mit einem erhöhten Energiebedarf der Umrichter verbunden. Dieses wird üblicherweise bereits bei der Umrichter- bzw. Antriebsauslegung berücksichtigt.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Lageabweichung von in Winkellageregelung betriebenen, einzeln angetriebenen rotierenden Maschinenelementen zu eliminieren bzw. zu minimieren.

**[0007]** Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass Umfang beschreibende Parameter der angetriebenen, korrespondierenden Maschinenelemente in Form einer Winkellageabweichung dem Eingang des Winkellagereglers als Korrekturgröße zugeführt werden. Damit gehen geometrische Größen von rotierenden Maschinenelementen in die jeweils beteiligten Antriebsregler ein und minimieren den Schleppfehler. Auch geringe Fertigungstoleranzen der rotierenden Maschinenelemente sind mit diesem Verfahren in einem Antriebsregler zu Gunsten der Regelungsgenauigkeit berücksichtigbar. Somit ist eine genauere Positionierung möglich, wie sie beispielsweise bei Werkzeugmaschinen und Druckmaschinen gefordert ist.

**[0008]** Ein weiterer Vorteil der beschriebenen Umfangskorrektur besteht darin, dass der Energieverbrauch beteiligter Umrichter deutlich reduziert ist. Der

Energiebedarf der zuvor zur Verspannung von Maschinenelementen oder für das Auftreten des Schlupfes notwendig war, ist deutlich reduziert bzw. wird nicht mehr benötigt. Auch eine Umrichterauslegung kann mit der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens für einen geringeren Energiebedarf erfolgen.

**[0009]** Eine erste vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass als Umfang beschreibende Parameter Durchmesser oder Radien beteiligter Maschinenelemente verwendet werden. Damit können einfach zugängliche, messbare Parameter eines rotierenden Maschinenelementes in den jeweiligen Antriebsreglern vorteilhaft parametrisiert werden.

**[0010]** Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass als Umfang beschreibende Parameter mindestens ein Durchmesser und mindestens ein Durchmesserunterschied oder mindestens ein Radius und mindestens ein Radiusunterschied verwendet werden. Mit diesem Verfahren ist es einfach möglich, aus einer Relativmessung ermittelbare Messgrößen zu verwenden. In diesem Verfahren bietet sich beispielsweise an, einen Hauptdurchmesser oder -radius zu verwenden, auf den mit Hilfe von Abweichungsangaben in der Regelung Bezug genommen wird.

**[0011]** Eine vorteilhafte Einrichtung zum Betrieb von einzeln angetriebenen rotierenden Maschinenelementen mit einer Winkellageregelung, die mit Kraftschluss oder über eine gemeinsame Last gekoppelt sind, ist dadurch gekennzeichnet, dass Umfang beschreibende Parameter der angetriebenen, korrespondierenden Maschinenelemente in Form einer Winkellageabweichung dem Eingang des Winkellagereglers als Korrekturgröße zuführbar sind. Mit Hilfe dieser Einrichtung ist ein Schleppfehler von rotierenden Maschinenelementen bzw. einer mitgeführten Last vorteilhaft eliminierbar bzw. minimierbar.

**[0012]** Eine vorteilhafte Verwendung eines Regelungsverfahrens nach Anspruch 1 bis 3 und/oder einer Einrichtung nach Anspruch 4 ergibt sich bei Druckmaschinen. Der Einsatz von erfindungsgemäßen Regelungsverfahren bzw. der erfindungsgemäßen Einrichtung bei einer bestimmten Ausprägung von Produktionsmaschinen, nämlich von Druckmaschinen, bringt Vorteile mit sich. Durch die Eliminierung bzw. Minimierung des Schleppfehlers kann ein qualitativ hochwertigeres Druckprodukt hergestellt werden.

**[0013]** Mit einem derartigen Antriebssystem sind äußerst hohe Gleichlaufgenauigkeiten zwischen beteiligten, einzeln angetriebenen Maschinenelementen erreichbar. Weiterhin sind in einfacher Weise elektronisch synchronisierte, mit hohen Gleichlaufeigenschaften versehene Synchronwellen und elektronische Getriebe realisierbar. Insbesondere der Mehrfarbendruck von Rotationsdruckmaschinen mit einzeln angetriebenen Druckzylindern stellt sehr hohe Anforderungen an die Produktionsgenauigkeit einer Druckmaschine.

**[0014]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in

der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

FIG 1 zwei über Kraftschluss und über eine gemeinsame Last gekoppelte einzeln angetriebene Rollen einer Maschine und

FIG 2 ein Regelungsblockschaltbild für ein einzeln angetriebenes rotierendes Maschinenelement mit Umfang beschreibenden Parametern als Korrekturgröße der Winkellageabweichung.

**[0015]** In der Darstellung gemäß FIG 1 sind in Form einer Teildarstellung einzeln angetriebene rotierende Maschinenelemente dargestellt, die über Kraftschluss und über eine gemeinsame Last gekoppelt sind. Der Übersichtlichkeit halber sind die Antriebe der rotierenden Maschinenelemente M1, M2 nicht dargestellt. In der Darstellung gemäß FIG 1 sind die Maschinenelemente M1 und M2 übereinander angeordnet und über Kraftschluss und über eine gemeinsame Last L gekoppelt.

**[0016]** Auf den Achsen A1, A2 befinden sich die Istwertdrehgeber G1 und G2. Ihre Information dient einem Antriebsregler zur Winkellageistwertermittlung. Üblicherweise sind die einzelnen Antriebe mit hochgenauen Istwertgebern G1, G2 ausgestattet. Ihre Signalaufösungen liegen bei über 1 000 000 Abschnitten pro 360°-Umdrehung. Die Befestigung der Istwertdrehgeber G1, G2 erfolgt an der vom Motor angetriebenen Last. Bei Druckmaschinen ist es beispielsweise vorteilhaft, den Istwertdrehgeber G1, G2 am drehmomentfreien Ende des angetriebenen Druckzylinders anzubringen.

**[0017]** Besitzen die Maschinenelemente M1, M2 einen unterschiedlichen Umfang, so besitzen die Berührungspunkte der Maschinenelemente M1, M2 zur Last L eine unterschiedliche Bahngeschwindigkeit. Dies führt zu einem Schlupf an der Last L und/oder zu einem ungewollten Antriebsverhalten derart, dass ein Antrieb versucht anzutreiben und ein weiterer versucht zu bremsen. Für diese Verspannung der Maschinenelemente M1, M2 ist Energie aufzuwenden.

**[0018]** Auch geringste Abweichungen der Umfänge der beteiligten Maschinenelemente M1, M2 vom bekannten Nominalumfang führen zum Auftreten eines Schlupfes. Mit Hilfe der Erfindung können auch geringe Fertigungstoleranzen in dem Antriebsregler berücksichtigt werden und zu vorteilhafterem Verhalten der Antriebsregler führen.

**[0019]** Als rotierende einzeln angetriebene Maschinenelemente M1, M2 kommen beispielsweise auch Räder, Walzen oder Zahnräder in Betracht.

**[0020]** In der Darstellung gemäß FIG 2 ist ein Regelungsblockschaltbild für ein einzeln angetriebenes rotierendes Maschinenelement M1, M2 mit Umfang beschreibenden Parametern UP als Korrekturgröße der Winkellageabweichung WA dargestellt. Hierbei wird ein Lagesollwert LS von einer der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellten überlagerten Steuerung bzw. Regelung vorgegeben. Der Winkellageistwert WI eines Dreh-

gebers G1, G2 wird von dem Lagesollwert LS abgezogen. Dieser wird im weiteren Verlauf einem Regelungsblock, nämlich den Umfangsparameter UP zugeführt, dessen Ergebnis ebenso vom Lagesollwert LS abgezogen wird.

**[0021]** Für die folgende Betrachtung sei ein Ausführungsbeispiel nach der Darstellung gemäß FIG 1 angenommen. Dabei hat das Maschinenelement M1 einen um  $\Delta U$  größeren Umfang als das Maschinenelement M2. Dieser Zustand ist mit beschreibenden Parametern in dem Bockschaltbild UP (Umfangsparameter) hinterlegt.

**[0022]** Um Bahnsynchronität an der Last L zu erreichen, ist die Winkelgeschwindigkeit der Achse A1 zu reduzieren, damit kein Schlupf bzw. minimierter Schlupf an der Last L auftritt. Von dem Winkellageistwert WI wird daher ein von dem Umfangsunterschied  $\Delta U$  abhängiger Wert abgezogen und führt zu einer resultierenden Winkellageabweichung WA. Diese ist Eingangsparameter eines Winkellagereglers WR, der eine Sollzahl SD ermittelt. Eine Drehzahlabweichung DA resultiert aus der Sollzahl SD abzüglich des Drehzahlwertes DI. Die Drehzahlabweichung DA wird einem Geschwindigkeitsregler GR zugeführt, der hierzu einen Sollstrom SS ausgibt. Von diesem wird ein Stromwert SI des Antriebs abgezogen, so dass ein Stromregler SR mit der resultierenden Stromabweichung SA ein Drehmoment DM ermitteln kann.

**[0023]** Das Drehmoment DM wird einem zugehörigen Antriebsumrichter übermittelt. Von dem Umrichter selbst wird oft die Stromwertinformation SI übertragen, die in vielen Fällen als Umrichterausgangsstrom geräteintern ermittelt wird. Der Drehzahlwert DI wird als zeitliche Ableitung des Winkellageistwerts WI dem Antriebsregler zugeführt. Diese Ableitung kann mit Hilfe einer Geberauswertung erfolgen, es ist jedoch auch eine Differenzierung im Antriebsregler denkbar.

**[0024]** In der Darstellung gemäß FIG 2 sind alle Datenpfade als Pfeilverbindungen dargestellt. Werden Daten addiert oder subtrahiert, so ist dies mit einem Plus-Zeichen (+) bzw. Minus-Zeichen (-) in der Nähe eines Kreises dargestellt, an dem die Pfeilspitzen von zu addierenden bzw. zu subtrahierenden Größen zusammenlaufen. Sämtliche Blockschaltbilder sind als Rechtecke dargestellt. Die Regelungsblockschaltbilder WR, GR und SR haben symbolhaft im Inneren einen Graphen dargestellt. Das Blockschaltbild Umfangsparameter UP besitzt im Inneren einen Kreis, um den eine Doppelpfeilverbindung teilumlaufend angeordnet ist.

**[0025]** Zusammenfassend sei erwähnt, dass Wegfehler aufgrund unterschiedlichen Umfangs nicht an der Last ausgeglichen werden müssen, sondern direkt vor Eingang in den Antriebsregler mit Umfangsparametern UP korrigiert werden. In Druckmaschinen kann beispielsweise ein Schlupf an einer Papierbahn vorteilhaft eliminiert bzw. minimiert werden und somit unter ungünstigen Umständen ein Papierbahnrisso vermieden werden.

**[0026]** Des Weiteren sei erwähnt, dass der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem geringeren Energiebedarf beteiligter Umrichter verbunden ist. Dieses ist auf die Reduzierung von mechanischen Verspannungen von Maschinenelementen und/oder auf das Vermeiden eines Schlupfes zurückzuführen.

### Patentansprüche

1. Regelungsverfahren zum Betrieb von einzeln angetriebenen rotierenden Maschinenelementen mit einer Winkellageregelung, die mit Kraftschluss oder über eine gemeinsame Last gekoppelt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** Umfang beschreibende Parameter (UP) der angetriebenen, korrespondierenden Maschinenelemente (M1,M2) in Form einer Winkellageabweichung (WA) dem Eingang des Winkellagereglers (WR) als Korrekturgröße zugeführt werden.
2. Regelungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Umfang beschreibende Parameter (UP) Durchmesser oder Radien beteiligter Maschinenelemente (M1,M2) verwendet werden.
3. Regelungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Umfang beschreibende Parameter (UP) mindestens ein Durchmesser und mindestens ein Durchmesserunterschied oder mindestens ein Radius und mindestens ein Radienunterschied verwendet werden.
4. Einrichtung zum Betrieb von einzeln angetriebenen rotierenden Maschinenelementen mit einer Winkellageregelung, die mit Kraftschluss oder über eine gemeinsame Last gekoppelt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** Umfang beschreibende Parameter (UP) der angetriebenen, korrespondierenden Maschinenelemente (M1,M2) in Form einer Winkellageabweichung (WA) dem Eingang des Winkellagereglers (WR) als Korrekturgröße zuführbar sind.
5. Verwendung eines Regelungsverfahrens nach Anspruch 1 bis 3 und/oder einer Einrichtung nach Anspruch 4 bei Druckmaschinen.

50

55

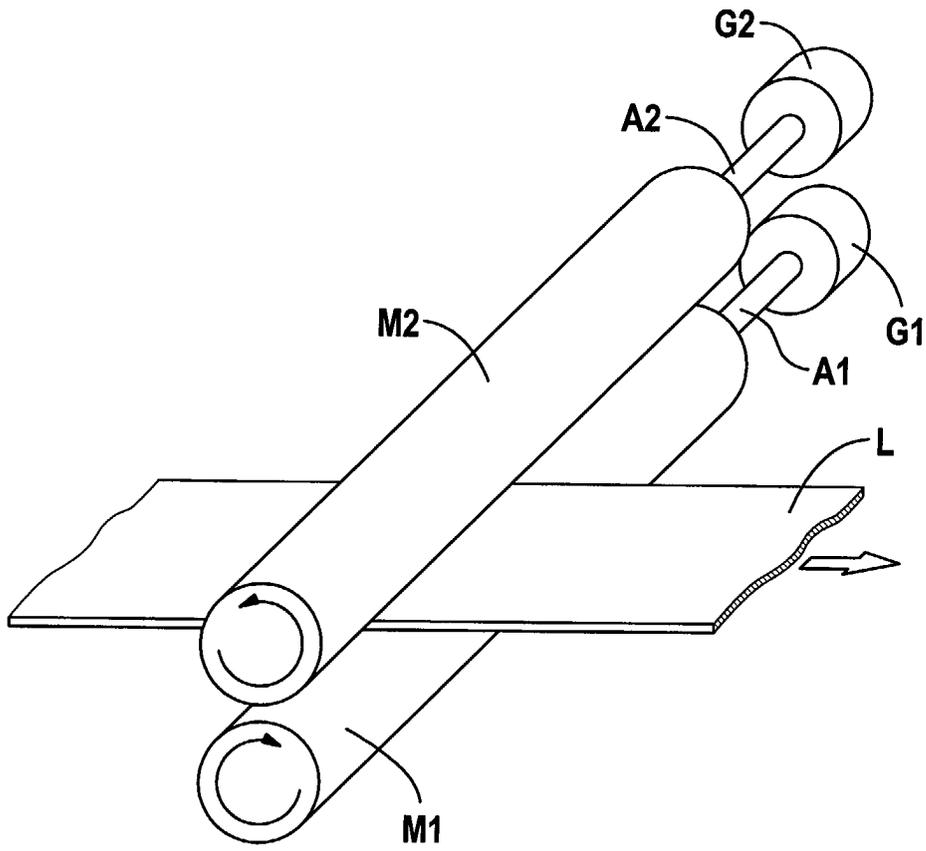


FIG 1

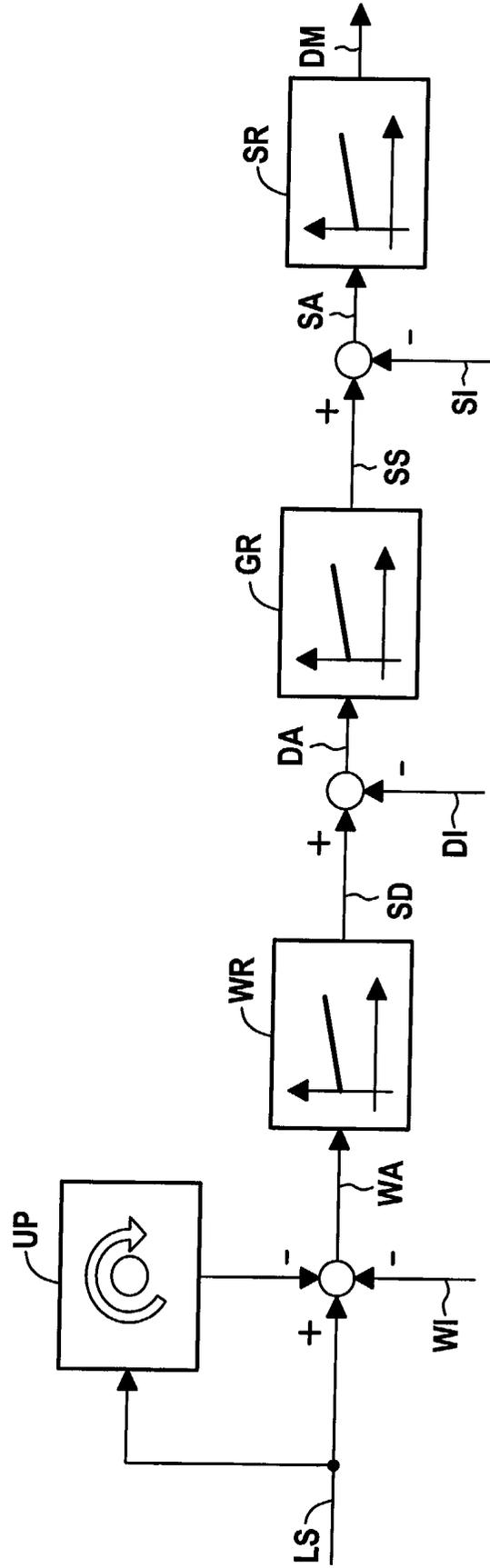


FIG 2



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 01 0666

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 43 22 744 A (BAUMUELLER NUERNBERG GMBH; BAUMUELLER ANLAGEN SYSTEMTECHN (DE)) 19. Januar 1995 (1995-01-19) * das ganze Dokument *	1, 4, 5	B41F13/004
D, A	WO 97 11848 A (BOHRER WOLFGANG ;SCHROEDER HEIKO (DE); SIEMENS AG (DE); MOELLER NE) 3. April 1997 (1997-04-03) * Zusammenfassung; Ansprüche *	1, 4, 5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B41F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		12. September 2002	
		Prüfer	
		Madsen, P	
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	

EPC FORM 1503 03 02 (P04003)

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

EP 02 01 0666

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.

12-09-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4322744 A	19-01-1995	EP 0693374 A1	24-01-1996
		US 5610491 A	11-03-1997
		DE 4322744 A1	19-01-1995
		DE 9321402 U1	27-11-1997
		EP 0916485 A2	19-05-1999
		EP 0916486 A2	19-05-1999
		EP 1052093 A2	15-11-2000
		US 5656909 A	12-08-1997
		US 5668455 A	16-09-1997
WO 9711848 A	03-04-1997	DE 59601958 D1	24-06-1999
		WO 9711848 A1	03-04-1997
		EP 0852538 A1	15-07-1998
		JP 11511407 T	05-10-1999
		US 5947023 A	07-09-1999

EPO FORM P0461

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