



European Patent Office



EP 0 933 201 A1

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(51) Int. Cl.⁶: **B41F 13/00**, B41F 13/004,
B41F 13/02, B65H 23/188

(22) Anmeldetag: 02.02.1998

(72) Erfinder: Flamm, Heinz
5612 Villmergen (CH)

(74) Vertreter:
Pöpper, Evamaria, Dr. et al
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht (TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

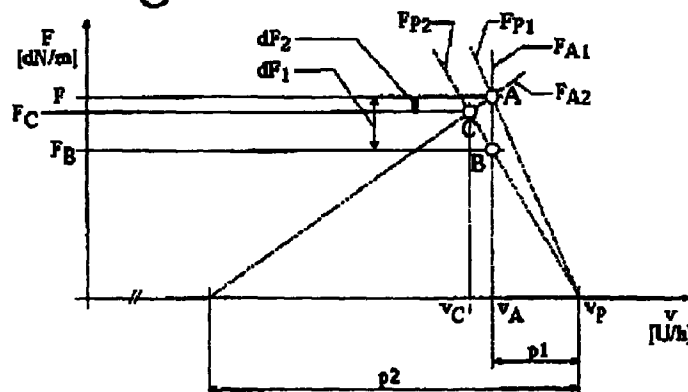
(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG**
5401 Baden (CH)

(54) Verfahren zur Regelung des Antriebes einer Papierbahn einer Druckmaschine

(57) Es wird ein Verfahren für die Antriebsregelung des elektrischen Vorspannwerkes von Rotationsdruckmaschinen mit einzeln angetriebenen Rotationsdruckzylindern und Falzapparaten angegeben, so dass bei Änderung der Papiersorte oder des Produktionslaufes ohne Maschinenhalt nur geringe Bahnspannungsänderungen auftreten und die Betriebsgrenzen hinsichtlich

Bahnspannung sicher eingehalten werden. Dieses Verfahren ist gleichermassen für Rotationsdruckmaschinen mit einzeln angetriebenen Druckwerken bzw. Druckbrücken und Falzapparaten als auch für konventionelle, durch mechanische Wellen via Kupplungen angetriebene Druckmaschinen geeignet.

Fig.3



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Drucktechnik. Sie geht aus von einem Verfahren zur Regelung des Antriebes für den Transport einer Papierbahn einer Druckmaschine gemäss dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

Stand der Technik

[0002] Die Erfindung wird insbesondere mit Vorteil für wellenlose Rotationsdruckmaschinen eingesetzt. Eine wellenlose Rotationsdruckmaschine mit paarweise zu Zylindergruppen zusammengefassten Gummituch- und Platten- bzw. Formzylindern wird in der DE 43 44 896 A1 beschrieben. Ein Verfahren zum Betrieb eines Antriebssystems, das insbesondere für wellenlose Rotationsdruckmaschinen geeignet ist, beschreibt die DE 196 26 287 A1. Nach diesem Verfahren ist die Drehmomentenregelung mit einer Geschwindigkeitsregelung (Drehzahlregelung) oder Positionsregelung (Winkellagerregelungen) der angetriebenen Achsen überlagert. Hierbei werden zur Regelung der einzelnen Antriebe für Druckzylinder und Falzapparate bei den für Rotationsdruckmaschinen gestellten hohen Anforderungen nach winkelsynchronem Gleichlauf bevorzugt Positionsregelungen eingesetzt.

[0003] Ein wesentlicher Vorteil von einzeln angetriebenen Rotationsdruckmaschinen ist, dass diese Maschinen in der Lage sind, einen Produktwechsel bei laufender Maschine durchzuführen. Solche Produktwechsel beinhalten das An- und Abstellen von Druckstellen sowie Papiersortenwechsel bei laufender Maschine, was zu erheblichen und unzulässigen Änderungen der Papierbahnspannungen führen kann.

[0004] Beim Betrieb von derart geregelten Antriebsgruppen - und insbesondere dann, wenn auch Produktwechsel bei laufender Maschine durchgeführt werden oder wenn Papiersortenwechsel innerhalb einer laufenden Produktion vorkommen - kommt es zu unerwünschten Nebenerscheinungen wie zu stark schwankenden Bahnspannungen und als Folge davon z.B. zu Papierissen.

[0005] Die konventionellen Verfahren zur Regelung des Antriebes für den Transport einer Papierbahn kennen hauptsächlich zwei Betriebsarten: Die Antriebe werden entweder auf konstante Drehzahl oder auf konstante Bahnspannung geregelt. Diese Verfahren haben in der einen oder andern Form den Nachteil, dass:

- sich der Papierzug zwischen dem Einzugswerk und dem Druckwerk beim Anfahren der Maschine nur sehr langsam aufbaut.
- die Bahnspannung im Normalbetrieb relativ stark schwankt.
- die Bahnspannung bei Änderung der Papiersorte

oder des Produktionslaufes extrem stark schwankt, was auf die schlagartig veränderte Papierbahnlängen bei Druckanstellung bzw. Druckabstellung der Druckwerke zurückzuführen ist. Dies gilt sowohl für Bahnführungen über mehrere Drucktürme als auch für solche innerhalb eines Druckturmes, eines Wendeturmes oder des Falzapparates.

- die Bahnspannung bei Nothalt der Maschine nicht eingehalten wird.

[0006] Alle diese Nachteile sind darauf zurückzuführen, dass

- sich einerseits die Papiereigenschaften der laufenden Bahn ändern und bei konstanter Drehzahlregelung zwangsläufig häufige und grosse Regelausgleichvorgänge durchzuführen sind und
- andererseits die Maschine hinsichtlich Regeldynamik solche Regelabweichungen nicht in der gewünschten Zeit auszugleichen vermag und zudem zu einem Schwingungsverhalten neigt.

Darstellung der Erfindung

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zur Regelung des Antriebs der Papierbahn einer Druckmaschine anzugeben, bei welchem die Bahnspannung in allen möglichen Betriebsarten der Rotationsdruckmaschine, mit oder ohne Wechsel der Papiersorte oder des Inhalts des gedruckten Produktes bei laufender Maschine keine nennenswerten Schwankungen aufweist und Abweichungen rasch ausgeglichen werden. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des ersten Anspruchs gelöst.

[0008] Kern der Erfindung ist es, dass die Regelung der Antriebe der Papierbahn z.B. in den Vorspannwerke oder den Wendetürmen einer Rotationsdruckmaschine sowohl Drehzahl als auch Bahnspannung flexibel berücksichtigt. Damit wird eine deutlich bessere Papierführung mit kontrollierter Bahnspannung sowohl im statischen wie auch im dynamischen Betrieb ermöglicht. Im einfachsten Fall wird dies durch Einstellungen des Drehzahlreglers erreicht, so dass dieser eine deutliche Abhängigkeit des Antriebsmomentes von der Abweichung zwischen Soll- und Istzahl zeigt. Diese Reglerabweichung wird im Leitsollwert berücksichtigt und damit ein passender Arbeitspunkt eingestellt. Bei produktionsbedingter Variation der Maschinenkonfiguration verschiebt sich der aktuelle Arbeitspunkt entlang einer Kurve (Belastungskurve), wobei sowohl der Drehzahlwert als auch das Antriebsmoment verändert werden. Die Steigung dieser Kurve ist ein Mass für den Einfluss der Laständerung auf Drehzahl und Moment. Sie wird verzugsweise so gewählt, dass das Antriebsmoment und damit die Bahnspannung innerhalb der Betriebsgrenzen gehalten werden. Der Leitsollwert bestimmt weitgehend das statische und dynamische Führungsverhalten.

[0009] Es kann zwischen vorgesteuertem und geregelter Betrieb unterschieden werden. Im einfacheren Fall des vorgesteuerten Betriebes (open loop) werden bekannte Einflussgrößen des zu kontrollierenden Prozesses berücksichtigt. In einem ersten Schritt werden damit der stationäre Betriebsfall als auch beschleunigungsabhängige Größen voreingestellt. Im optionalen geregelten Betrieb (closed loop) wird beispielsweise die Bahnspannung gemessen; sie wirkt über einen Regelalgorithmus auf den Leitsollwert. Damit ist eine Ausregelung von Restfehlern gewährleistet.

[0010] Im Vergleich zum Betrieb nach dem Stand der Technik ergeben sich markante Vorteile:

- Im vorgesteuerten Betrieb wird bereits eine hohe statische Genauigkeit der Bahnspannung erreicht, die eine geringe Sensibilität auf Störgrößen aufweist.
- Da die oben beschriebene Belastungskurve Teil des Drehzahlreglers ist, weist das Verhalten eine extrem hohe Dynamik auf. Damit sind charakteristische Reaktionszeiten von unter 1 Millisekunde möglich. Dieses ist bedeutend rascher als bei konventioneller Bahnspannungsregelung.
- Weiters führt die Belastungskurve zu einer Dämpfung von mechanischen Schwingungen. Diese Eigenschaft ist vor allem bei mechanischen Anregungen, wie sie bei Änderung der Papiersorte oder des Produktionslaufes auftreten, wichtig.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den entsprechenden abhängigen Ansprüchen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung der Rotationsdruckmaschine mit den die Bahnspannung beeinflussenden Elementen

Fig. 2 Eine schematische Darstellung des Reglers für das elektrische Vorspannwerk einer Rotationsdruckmaschine

Fig. 3 Ein Diagramm zur Darstellung der Abhängigkeiten zwischen Bahnspannung und Drehzahl bei unterschiedlichen Papiersorten bzw. Produktionsläufen.

[0013] Die in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0014] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung der Rotationsdruckmaschine mit den die Bahnspannung beeinflussenden Elementen. Als Papierführung bzw. Papierbahn wird die Bahn bezeichnet, die das zu bedruckende Papier vom Rollenwechsel (1) über die Pendelwalze (2) und das elektrische Vorspannwerk (3), über eine beliebige Kombination von Druckwerken im Druckturm (5) bzw. in mehreren Drucktürmen, über Wendeturm (6), Sammelwalze (7), Trichtereinlaufwalze (8) bis hin zum Falzapparat (9) durchläuft. Die Bahnspannung der Papierbahn wird am elektrischen Vorspannwerk (3) über den Antrieb (M) und den Regler (4) eingestellt. Dabei dürfen vorgegebene Grenzwerte nicht über- oder unterschritten werden. Wird nun eine Papiersorte bei laufender Maschine am Rollenwechsler (1) gewechselt, ändert die Bahnspannung aufgrund der geänderten Papiereigenschaften schlagartig (Fall 1). Ist der Druckturm mit einzeln angetriebenen Druckwerken bzw. Druckbrücken ausgerüstet, können Änderung des Produktionslaufes bei laufender Maschine durchgeführt werden. Solche Produktwechsel beinhalten das Anstellen bzw. Abstellen der für die beiden Produktionsläufe benötigten Druckwerke. Die Papierbahn liegt bei diesem Vorgang zeitweise und teilweise frei. Als Folge davon variiert die Bahnspannung der Papierbahn erheblich (Fall 2). Beide Fälle sind Anlass für die vorliegende Erfindung, um die Bahnspannungsänderungen innert kürzester Zeit auszugleichen und innerhalb der zulässigen Grenzwerte zu halten.

[0015] Im folgenden wird das erfindungsgemässe Verfahren anhand der Antriebsregelung eines Vorspannwerkes erläutert. Selbstverständlich kann das Verfahren aber überall dort eingesetzt werden, wo die Papierbahn angetrieben werden muss, d.h. insbesondere auch in den Wendetürmen.

[0016] Figur 2 stellt eine Regeleinrichtung für das elektrische Vorspannwerk (3) dar, die für das erfindungsgemässe Verfahren geeignet ist. Im Sollwertgeber (10) wird der Leitsollwert gebildet. Als Leitsollwert kommt je nach Anwendung des Regelverfahrens eine Drehzahl oder eine Position in Frage. Im Sollwertgeber (10) wird in dem geregelten Ausführungsbeispiel nach Figur 2 eine Differenz zwischen dem Leitsollwert und dem Bahnspannungswert (13), der im Vorspannwerk (3) an der Papierbahn gemessen wird, gebildet. Diese Grösse dient dem nachgeschalteten Antriebsregler (11) als Führungsgrösse. Im ungeregelten Fall wird direkt der Leitsollwert als Führungsgrösse weitergegeben. Der Antriebsregler (11) weist ein sogenanntes Droopverhalten auf, d.h. er ermöglicht die erfindungsgemässe lastabhängige Drehzahlablenkung bzw. -erhöhung. Im Regler (11) wird ein Antriebswert gemessen - im Normalfall eine Position oder eine Drehzahl-, mit der Führungsgrösse verglichen und daraus eine resultierende Regelabweichung gebildet. Die Stellgrösse wird dem nicht dargestellten Stromrichter des Motors derart

zugeführt, dass der Motor wie gewünscht angesteuert wird.

[0017] Das erfindungsgemässe Verhalten des Reglers (11) wird im folgenden mit Hilfe der **Figur 3** näher anhand der verschiedenen Betriebsfälle und der erfindungsgemässen Bahnspannungs-Drehzahl-Kennlinien erläutert. Die Abszissenachse zeigt die Maschinendrehzahl (v), die üblicherweise in Zylinderumdrehungen pro Stunde angegeben wird. In der Ordinatenachse ist die Papierspannung (F) eingetragen. Diese wird üblicherweise auf die jeweilige Papierbreite bezogen und in daN/m angegeben. Als Droop wird die Eigenschaft der Vorrichtung (11) bezeichnet, mit der eine lastabhängige Absenkung bzw. Anhebung des Drehzahlsollwertes bewirkt wird.

[0018] Ausgangspunkt im Diagramm ist die Produktionsdrehzahl (v_P). Ein konventionelles lage- oder geschwindigkeitsgeregeltes Vorspannwerk wird mit einer Nacheilung (p_1) betrieben, woraus sich dessen Belastungskurve (F_{A1}) ergibt. Andererseits nimmt die Papierspannung der Papiersorte 1 bzw. von Produktionslauf 1 bei steigender Nacheilung (p_1) des Vorspannwerkes zu. Die Bahnspannung verläuft daher gemäss (F_{P1}). Am Schnittpunkt (A) der beiden Kurven befindet sich der resultierende Arbeitspunkt. Bei Änderung der Papiersorte oder des Produktionslaufes kann die Kennlinie ändern. Bei einem Wechsel der Kennlinie von (F_{P1}) nach (F_{P2}) wechselt der Arbeitspunkt von (A) nach (B). Bei einer Drehzahlregelung nach Massgabe der Belastungskurve F_{A1} wird die Drehzahl v_A auch bei Lastmomentänderungen konstant gehalten. Daraus resultiert eine unzulässige Änderung der Papierspannung um den Betrag $dF_1 = F_A - F_B$.

[0019] Dieser unzulässige Betriebszustand wird mit dem erfindungsgemässen Verfahren durch die Belastungskurve (F_{A2}) vermieden. Die Nacheilung des Leitsollwertes (p_2) ist hier deutlich grösser. Ausgehend von der Papiersorte 1 bzw. von Produktionslauf 1 stellt sich wiederum der Arbeitspunkt (A) mit Drehzahl (v_A) und Papierspannung (F_A) ein. Ein Wechsel der Papiersorte bzw. des Produktionslaufes zur Kennlinie (F_{P2}) führt jetzt zum neuen Arbeitspunkt (C). Dieser beinhaltet sowohl eine geänderte Papierspannung (F_C) als auch eine geänderte Geschwindigkeit (v_C). Der Antrieb reagiert also mit beiden Zustandsgrössen (v und F) auf die Änderung der Prozessgrössen. Es wird nicht nur die Bahnspannung F (bzw. das Antriebsmoment) nachgeführt, sondern die Drehzahl wird ebenfalls nach Massgabe der Laständerung angehoben oder abgesenkt. Die Beziehung zwischen Drehzahländerung und Laständerung kann linear oder auch nichtlinear sein. Die resultierende Papierspannungsänderung (dF_2) ist durch den Einfluss des erfindungsgemässen Verfahrens deutlich geringer, oder sie kann sogar praktisch ganz vermieden werden. Dies geht zwar zu Lasten der Drehzahl (v), was aber keinen Einfluss auf die Produktqualität hat.

[0020] Das erfindungsgemässe Regelungsverfahren

wurde vorstehend anhand des Vorspannwerkes erläutert. Es kann jedoch überall dort eingesetzt, wo eine Papierbahn in einer Druckmaschine angetrieben werden muss, d.h. insbesondere auch in den Wendetürmen. Der Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens liegt speziell darin, dass bei Belastungsänderungen im Betrieb keine unzulässigen Bahnspannungsänderungen auftreten, die die Papierbahn beim Transport überbeanspruchen.

Bezugszeichenliste

[0021]

15	1	Rollenwechsler
	2	Pendelwalze
	3	Elektrisches Vorspannwerk
	4	Regler für Vorspannwerk
	5	Druckturm bzw. Drucktürme mit einzeln angetriebenen Druckwerken bzw. Druckbrücken
20	6	Wendeturm
	7	Sammelwalze
	8	Trichtereinlaufwalze
	9	Falzapparat
25	10	Leitsollwertgeber
	11	Antriebsregler mit Droopverhalten
	12	Antriebsistwert
	13	Bahnspannungssistwert
	M	Antriebsmotor
30	F	Bahnspannung der Papierbahn
	v	Maschinendrehzahl
	F_{A1}	Belastungskurve ohne Droop
	F_{A2}	Belastungskurve mit Droop
	F_{P1}	Kennlinie der Papiersorte 1 bzw. Produktionslauf 1
35	F_{P2}	Kennlinie der Papiersorte 2 bzw. Produktionslauf 2
	F_A	Bahnspannung im Arbeitspunkt A
	F_B	Bahnspannung im Arbeitspunkt B
40	F_C	Bahnspannung im Arbeitspunkt C
	dF1	Bahnspannungsabweichung ohne Droop
	dF2	Bahnspannungsabweichung mit Droop
	v_A	Drehzahl im Arbeitspunkt A
	v_C	Drehzahl im Arbeitspunkt C
45	v_P	Produktionsdrehzahl
	p_1	Nacheilung des Antriebs zur Produktionsgeschwindigkeit ohne Droop
	p_2	Nacheilung des Antriebs zur Produktionsgeschwindigkeit mit Droop
50	A	Vorgegebener Arbeitspunkt bei Kennlinie F_{P1}
	B	Resultierender Arbeitspunkt bei Wechsel von F_{P1} zu F_{P2} ohne Droop
	C	Resultierender Arbeitspunkt bei Wechsel von F_{P1} zu F_{P2} mit Droop

Patentansprüche

1. Verfahren für die Regelung des Antriebes für den

Transport einer Papierbahn einer Druckmaschine, wobei der Antrieb im Betrieb mit einer bestimmten Drehzahl v rotiert und ein Antriebsdrehmoment bzw. eine Bahnspannung erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehzahl v in Abhängigkeit eines Lastdrehmoments nach Massgabe einer Belastungskennlinie abgesenkt oder angehoben wird, so dass der Antrieb gleichzeitig die Zielgrößen Drehzahl und Antriebsmoment bzw. Bahnspannung einstellt, und dass ein Leitsollwert, insbesondere in Form eines Drehzahl- oder Positionssollwertes, nach Massgabe der Belastungskennlinie kompensiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhängigkeit zwischen Änderung dem Lastdrehmoments und der Absenkung oder Anhebung der Drehzahl linear ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhängigkeit zwischen Änderung des Lastdrehmoments und der Absenkung oder Anhebung der Drehzahl nichtlinear ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhängigkeit zwischen Änderung des Lastdrehmoments und der Absenkung oder Anhebung der Drehzahl eine Abhängigkeit von der Zeit ist.

30

35

40

45

50

55

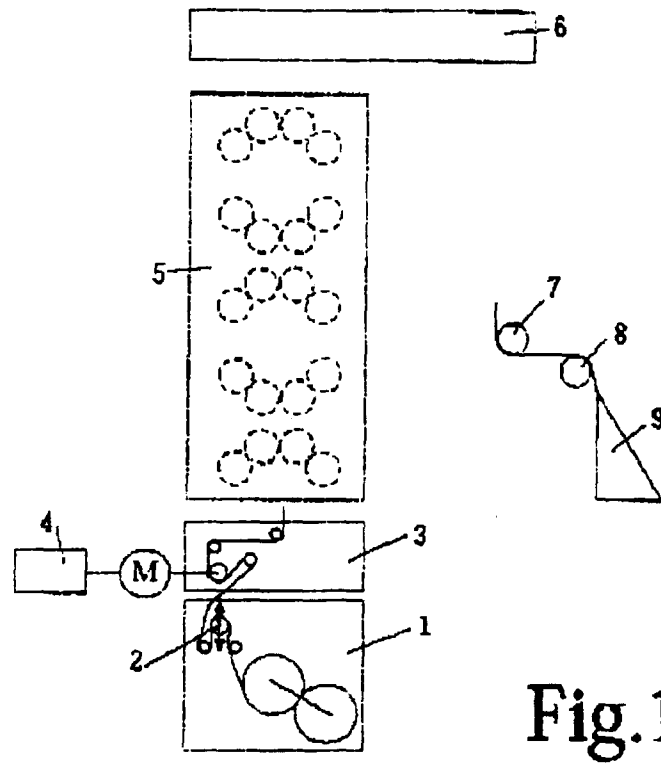


Fig. 2

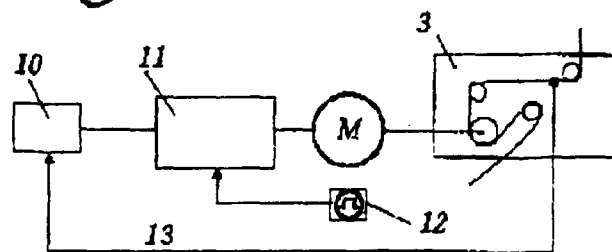
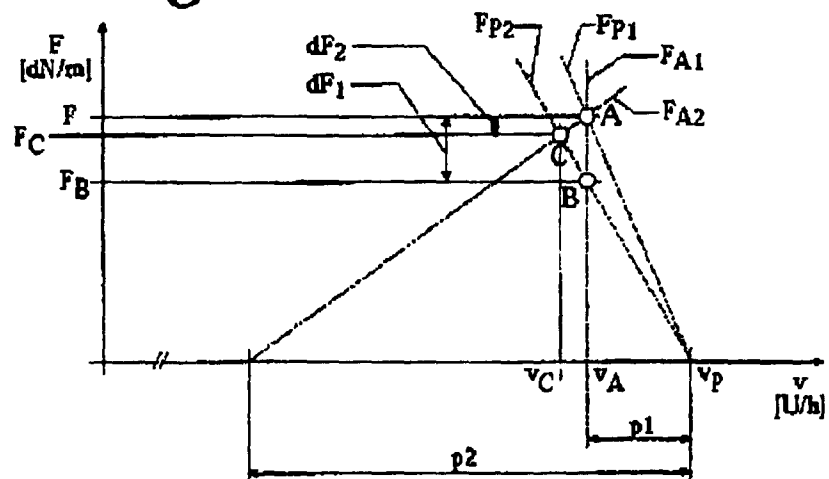


Fig.3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 1727

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 35 19 840 A (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG) 4.Dezember 1986 * das ganze Dokument *	1-4	B41F13/00 B41F13/004 B41F13/02 B65H23/188
X	EP 0 355 442 A (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG) 28.Februar 1990 * das ganze Dokument *	1-4	
X	US 5 269 222 A (JOHNSON ROBERT W ET AL) 14.Dezember 1993 * Zusammenfassung *	1	
X	US 5 524 805 A (SHIBA NORIYUKI ET AL) 11.Juni 1996 * Spalte 5, Zeile 24-37 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B41F B65H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 10.Juli 1998	Prüfer Zellhuber, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	
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			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 98 10 1727

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.

10-07-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3519840 A	04-12-1986	AU 588868 B	28-09-1989
		AU 5635586 A	11-12-1986
		CA 1260115 A	26-09-1989
		CN 1007415 B	04-04-1990
		EP 0204164 A	10-12-1986
		HK 5093 A	29-01-1993
		JP 62171479 A	28-07-1987
		US 5014335 A	07-05-1991
		US 4810942 A	07-03-1989
EP 0355442 A	28-02-1990	DE 3828638 C	27-07-1989
		JP 2107842 A	19-04-1990
		US 4980623 A	25-12-1990
US 5269222 A	14-12-1993	KEINE	
US 5524805 A	11-06-1996	JP 1313247 A	18-12-1989
		JP 2592422 B	19-03-1997
		JP 2013559 A	17-01-1990
		JP 2073340 C	25-07-1996
		JP 7094300 B	11-10-1995
		DE 3919291 A	21-12-1989

EPO FORM P0461

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