

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 421 003 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 89118248.7

(51) Int. Cl.⁵: **B41F 33/00**

(22) Anmeldetag: 02.10.89

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.04.91 Patentblatt 91/15

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE LI

(71) Anmelder: **grapho metronic Mess- und
Regeltechnik GmbH & Co.
Franz-Prüller-Strasse 15
W-8000 München 80(DE)**

(72) Erfinder: **Six, Hans Joachim, Dr.
St. Cajetan Strasse 38
W-8000 München 80(DE)**

(74) Vertreter: **Schütz, Peter, Dipl.-Ing. et al
Dr. Dieter von Bezold Dipl.-Ing. Peter Schütz
Dipl.-Ing. Wolfgang Heusler Briener Strasse
52
W-8000 München 2(DE)**

(54) **Verfahren zur Steuerung der Farbführung bei einer Druckmaschine.**

(57) Bei einem iterativen Verfahren zur Steuerung der Farbführung einer Druckmaschine werden ein Testfeld des Andrucks bzw. Andruckersatzes (z.B. Proof) und eines während des Einrichtens oder des Fortdrucks gedruckten Bogens sowie mitgedruckte Einzelfarbfelder der verwendeten Druckfarben des Fortdrucks ausgemessen und in einem von der CIE empfohlenen Farbraum als Vektoren dargestellt. Längs der Achsen der Einzelfarbvektoren wird ein Hilfskoordinatensystem konstruiert, und die beiden Farbvektoren der Testfeldfarbe von Andruck bzw. Andruckersatz und aktuellem Druck werden in additive Hilfsvektoren längs der Achsen dieses Hilfskoordinatensystems zerlegt. Aus den Beträgen des Hilfsvektors des aktuell gedruckten Testfeldes und des in derselben Achse liegenden Einzelfarbvektors wird ein empirischer Zusammenhang ermittelt, der die Berechnung eines Einzelfarbvektors aus dem vorher berechneten Hilfsvektor der Testfeldfarbe gestattet. Aus den so ermittelten Beträgen wird eine verbesserte Einstellung der zugehörigen Farbzonenelemente abgeleitet, die als Ausgang für eine iterative Wiederholung des Verfahrens dient, das fortgesetzt wird, bis der Unterschied zwischen den Testbereichsfarben von Druckbogen und Andruck unter einen infolge drucktechnischer Einflüsse nicht unterschreitbaren Toleranzwert sinkt.

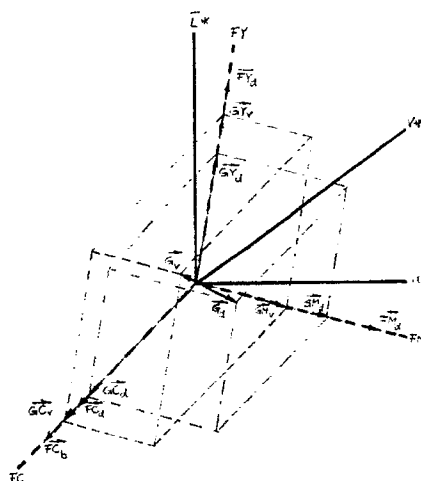


Fig. 2

VERFAHREN ZUR STEUERUNG DER FARBFÜHRUNG BEI EINER DRUCKMASCHINE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Farbführung bei einer Druckmaschine, bei dem jeweils ein Farbort eines Testbereiches eines Andrucks oder Andruckersatzes (im folgenden als Vorlage bezeichnet) und während des Einrichtens und/oder beim Fortdruck (der Einfachheit halber im folgenden als Druck bezeichnet) mittels eines Farbmeßgerätes bestimmt wird und die Meßwerte in je einen der Farbe des Testbereiches entsprechenden Farbvektor in einem ausgewählten Farbraum, vorzugsweise den von der CIE empfohlenen Farbraum L^* , U^* , V^* oder L^*+ , U^* , V^* , transformiert werden.

Aus der EP 0 228 347 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung der Farbgebung im Offsetdruck bekannt, das eine farbmétrisch weitgehende Übereinstimmung zwischen Vorlage und Druck ermöglichen soll. Hierzu wird statt der üblichen Farbdichteregung eine Regelung der Farborte mitgedruckter, im wesentlichen einfarbiger Testfelder vorgenommen, wobei die Farbabstände zwischen den Testfeldern von Vorlage und Druck minimiert werden sollen, indem ein Gesamtfarbabstand als Summe der gegebenenfalls gewichteten Farbabstände der einzelnen Testfelder als Hilfsgröße eingeführt wird, der für bestimmte Bereiche bzw. Farbzonon auf ein Minimum geregelt wird. Wenn auf diese Weise Ergebnisse erzielt werden sollen, die über das hinausgehen, was auch mit einer Regelung der Farbdichte oder der Farborte mitgedruckter Grundfarbenfelder erreichbar ist, muß eine größere Anzahl verschiedenfarbiger Testfelder mitgedruckt werden, für die im allgemeinen der Platz auf einem Druckbogen nicht vorhanden ist. Wenn aber Testfelder aus mehrfarbigem Übereinanderdruck fehlen, lassen sich Differenzen in den Farborten für übereinandergedruckte Farben auf diese Weise nicht beseitigen. Aus den in dieser Druckschrift zu findenden Hinweisen, Testfelder im Bild oder durch Übereinanderdruck mehrerer Farben entstandene Meßfelder in der Farbkontrolleiste zu benutzen, ist dieses Problem ersichtlich, dessen angedeutete Lösung jedoch sehr aufwendig ist.

Ferner ist es aus der DE 37 07 027 A1 und der DE 37 14 179 A1 bekannt, auf welche Weise quantitativ eine zweckmäßige Veränderung der Farbzufuhr vorgenommen werden sollte, wenn mehrfarbige Übereinanderdrucke als Testfelder verwendet werden. Hierbei handelt es sich jedoch um Volltonfelder, wobei eine Lösung dafür angeboten wird, wie die Steuerung nach einem einzigen, durch Übereinanderdruck von drei bzw. vier Farben entstandenden Testfeld erfolgen soll. Zur Durchführung der Berechnungen für diesen Fall müssen Probedrucke mit den verwendeten Druckfarben angefertigt werden oder man muß mit Tabellen arbeiten, in welchen Daten für unterschiedliche Druckparameter abgelegt sind. Für die Berechnungen wird ein Modell nach NEUGEBAUER herangezogen. Es hat sich jedoch in der Praxis gezeigt, daß diese Lehre allein nicht ausreicht, um die zu fordernde Genauigkeit zu erreichen, da die praktischen Prozeßbedingungen des Offsetdrucks, vor allem für die Phase des Einrichtens der Druckmaschine, die Ergebnisse der Vorausberechnungen nicht eintreten lassen, so daß dennoch Eingriffe geschulten Personals notwendig sind, wenn die gewünschte Genauigkeit erreicht werden soll. Für eine Automatisierung der Farbführung eignet sich daher dieses Verfahren nicht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines technisch wenig aufwendigen Verfahrens zur Steuerung der Farbführung einer Offset-Druckmaschine, welches ohne Rückgriff auf umfangreiche Speicherdaten das Einrichten und den Fortdruck so ermöglicht, daß farbliche Übereinstimmung zwischen Vorlage und Druck bis auf eine durch Störeinflüsse beschränkte Genauigkeit in kürzester Zeit erzielbar ist.

Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren gelöst.

Bei der Erfindung wird die gewünschte Farbgebung mehrfarbiger Übereinanderdrucke in jeder Farbzone wie üblich dadurch erzielt, daß die Farbzononstellelemente entsprechend eingestellt werden. Auf einer mitgedruckten Kontrolleiste mit entsprechenden quer oder längs zur Papierlaufrichtung der Druckmaschine angeordneten Rasterfeldern und/oder Volltonfeldern der Einzelfarben ergeben sich dann bestimmte Färbungen, deren Farbdichte oder Farbort gemessen werden können, um den Regelprozeß in der erfindungsgemäßen Weise durchzuführen. Zwischen den Meßwerten für die Einzelfarben und den Übereinanderdruck, die als Farborte in einem Farbraum darstellbar sind, lassen sich gesetzmäßige Zusammenhänge nachweisen, die jedoch nicht den Charakter eindeutiger mathematischer Gleichungen haben, sondern wegen der dem Druckprozeß eigenen Zufallseinflüsse Schwankungen unterworfen sind, für Modellbetrachtungen also - mathematisch ausgedrückt - Zufallsgrößen enthalten. Für die Werte, die der Farbort eines Testfeldes unter bestimmten Bedingungen im Druckprozeß annehmen kann, läßt sich dann eine Häufigkeitsverteilung ermitteln, deren Parameter zur Be-Beschreibung der Zusammenhänge dienen können.

Gemäß der Erfindung werden die Farborte der Testfeldfarbe eines aktuellen Druckes sowie der mitgedruckten Einzelfarben, durch deren Übereinanderdruck die Testfeldfarbe entstanden ist, durch entsprechende Farbvektoren in einem ausgewählten Farbraum, wie er z.B. von der CIE empfohlen wird, vorzugsweise im L^* , U^* , V^* - oder L^* , U^* , V^* -Farbraum, dargestellt. Aus den Einzelfarbvektoren wird ein Hilfskoordinatensystem entwickelt, dessen Achsen in den Richtungen der Einzelfarbvektoren liegen. Auf die Achsen

dieses Hilfskoordinatensystems wird der Farbvektor des aktuellen Übereinanderdruckes in Vektorkomponenten so zerlegt, daß er deren Summe darstellt. Diese Vektorkomponenten sind lediglich Rechengrößen in Form scheinbarer Farbvektoren, die in additiver Farbmischung die Testfeldfarbe ergeben. In gleicher Weise wird der Farbvektor des Testfeldes der Vorlage in solche Schein-Farbvektoren auf den Achsen des Hilfskoordinatensystems zerlegt. Für den Zusammenhang zwischen den Beträgen der Vektorkomponenten des Farbvektors des Testfeldes und denen der entsprechenden Einzelfarbvektoren wird näherungsweise ein linearer Zusammenhang angenommen, so daß aus den für den Druck ermittelten Wertepaaren dieser Größen sich für jede Farbe ein zu den Komponenten des Testfeldfarbvektors zuzuordnender Einzelfarbvektor berechnen läßt.

Bei einer speziellen Form des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem ein proportionaler Zusammenhang zugrundegelegt wird, wird aus den Verhältnissen der Beträge dieser scheinbaren Farbvektoren und des in der gleichen Achse liegenden Einzelfarbvektors für jede Achse ein zur Testfeldfarbe des Andrucks gehöriger fiktiver Einzelfarbvektor bestimmt.

Unter gleichen Druckvoraussetzungen würden die auf diese Weise bestimmten Einzelfarbvektoren der Vorlage, bzw. die durch sie definierten Farborte, nun wieder auf den ursprünglichen ausgewählten Farbraum bezogen, die Testfeldfarbe der Vorlage ergeben haben. Würde man also die Farbzonenteilelemente der Druckmaschine von denjenigen Stellungen, welche für den Druck gewählt worden waren und welche den eingangs benutzten Farborten entsprechen, in diejenigen Stellungen ändern, welche den auf die vorstehend erläuterte Weise gewonnenen neuen Farborten entsprechen, dann müßte die Testfeldfarbe des neuen Drucks identisch mit derjenigen der Vorlage sein.

Da aber weder die Voraussetzung der additiven Farbmischung der Einzelfarben zutrifft, noch lineare Zusammenhänge vorliegen und zusätzlich die Gesetzmäßigkeiten des Zufalls gelten, stellt die nach diesem Modell berechnete Farbortkombination nur eine sehr grobe Näherung der wirklichen Verhältnisse dar. Der bewußt vorgenommene Ansatz der "falschen Startbedingungen" führt aber zu einem technisch realisierbaren relativ einfachen Verfahren und stellt einen wichtigen Gedanken der Erfindung dar, weil der zwangsläufig bei der vereinfachten Beschreibung komplizierter Verhältnisse entstehende Fehler keine Rolle für die Lösbarkeit des Problems spielt. Analog zu den Bedingungen bei der Lösung von Gleichungssystemen durch Iteration führt auch hier die Wiederholung der obengenannten Verfahrensschritte, wobei jeweils die neu bestimmten Farborte als Ausgangspunkte für den nächsten Verfahrensschritt dienen und die Farbzonenteilelemente jeweils entsprechend den neu bestimmten Farborten eingestellt werden, nach kurzer Zeit auf die richtigen Werte für die Farbgebung im Sinne einer Übereinstimmung der Testfarbenfelder von Druck und Vorlage.

Im regeltechnischen Sinn wird der Farbort der gedruckten mehrfarbigen Testfelder zur Regelgröße, während die Führungsgröße durch den Farbort des mehrfarbigen Testfeldes der Vorlage gebildet wird. Die Regelung wird soweit geführt, bis eine vorgegebene Toleranz unterschritten wird, die im allgemeinen durch nicht zu vermeidende Prozeßschwankungen beim Druckprozeß bestimmt wird. Da jeder Farbort eines mehrfarbigen Zusammendrucks beim Offsetdruck z.B. über voneinander unabhängige Farbwerke realisiert wird, werden als Hilfsgrößen die Färbungen der Farbfelder der Einzelfarben bzw. die scheinbaren Färbungen, die sich zu den Färbungen beispielsweise von Graufeldern addieren, eingeführt, und im Gegensatz zur bekannten Regelung der Farbdichten mitgedruckter Farbfelder der Einzelfarben, bei welcher die Führungsgröße in der Regel einen konstanten Wert aufweist, wird erfindungsgemäß der Wert der Hilfsführungsgröße nach jedem Regelschritt neu bestimmt.

Das vorstehend beschriebene Verfahren läßt sich für mehrere ausgewählte oder auch für sämtliche Farbzonenteile über die Maschinenbreite anwenden. Man kann aber auch den Aufwand vereinfachen, wenn man das Hilfskoordinatensystem nur für eine "Musterzone" konstruiert und die für andere Zonen gemessenen Farbvektoren der betreffenden Testfelder in additive Vektorkomponenten auf die Achsen dieses Hilfskoordinatensystems zerlegt und aus ihrem Verhältnis zu den entsprechenden Vektorkomponenten der Musterzone fiktive Einzelfarbvektoren für das jeweilige Testfeld der anderen Farbzonenteile rückrechnet, mit Hilfe deren dann die Korrekturwerte für die Farbzonenteilelemente der jeweiligen Farbzonenteile bestimmt werden.

Eine andere Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß auf die Achsen des aus den mitgedruckten Einzelfarben des Testfeldes einer Musterzone abgeleiteten Hilfskoordinatensystems nicht die Zerlegungsvektoren des Farbvektors der Testfeldfarbe aufgetragen werden, sondern stattdessen Farbdichtewerte der Grundfarben, die an mitgedruckten Einzelfarbfeldern der Grundfarbe des Testfeldes ermittelt worden sind. Dieser Variante liegt die Erfahrung zugrunde, daß das Verhältnis der Dichtewerte jeder Grundfarbe der beiden verglichenen Testfelder in bestimmten Grenzen etwa gleich ist dem Verhältnis der Länge der Farbvektoren dieser Grundfarben. Obwohl die Farbdichte keine vektorielle Größe ist, wird sie in Richtung des jeweiligen Einzelfarbvektors des Musterfeldes, also auf der durch diesen definierten Achse des Hilfskoordinatensystems, aufgetragen. Aus der Länge dieses Einzelfarbvektors und dem Verhältnis der

Farbdichten (derselben Farbe) läßt sich ebenso wie im eingangs beschriebenen Fall ein Einzelfarbvektor für den betrachteten Testbereich rückrechnen. Für die anderen Einzelfarben, aus denen sich die Mischfarbe des Testbereiches zusammensetzt, lassen sich in entsprechender Weise gleichfalls Farbvektoren rückrechnen.

- 5 Eine Variante dieser Ausführungsform besteht darin, daß für die Skalierung der Achsen des Hilfskoordinatensystems anstelle ausgemessener Farbdichtewerte die diesen entsprechenden zahlenmäßigen Einstellwerte der betreffenden Farbzonenelemente auf den Achsen aufgetragen werden, wobei ein zumindest näherungsweise proportionaler Zusammenhang zwischen diesen Einstellwerten und den Farbdichtewerten unterstellt wird. Auch hier läßt sich ein Einzelfarbvektor aus dem Verhältnis der FarbdichteEinstellwerte und
10 dem Einzelfarbvektor (von der Musterzone) rückrechnen.

Im Interesse guter Ergebnisse empfiehlt es sich, das Testfeld mit einer Mischfarbe zu drucken, in welcher die verwendeten einzelnen Druckfarben anteilmäßig so stark vertreten sind, daß Meßfehler möglichst kleingehalten werden. Zur Erfüllung dieser Bedingungen wählt man für die Farbe des Testfeldes zweckmäßigerweise eine Standardfarbe nach DIN 6169.

- 15 Da beim Offsetdruck häufig als Vorlage ein Andruckersatz (Proof) benutzt wird, der mit anderen Farben als den beim Druck tatsächlich verwendeten Farben hergestellt worden ist, empfiehlt es sich, mit einem korrigierten Farbvektor für die Testfeldfarbe zu arbeiten, der die durch diese Unterschiede bedingten Farbabweichungen berücksichtigt, die sich in der Mischfarbe ergeben, wenn mit auf gleiche Farbvektoren eingestellten Einzelfarben gedruckt wird. Da diese Zusammenhänge bekannt sind, sind entsprechende
20 Korrekturen von vornherein möglich.

Die Einstellungen der Farbzonenelemente aufgrund der ermittelten Korrekturwerte werden zweckmäßigerweise nach einem Algorithmus vorgenommen, wie er sich für die Regelung der Farbdichte gedruckter Testfelder bewährt hat.

- 25 Mißt man mehrere Testfelder mit unterschiedlichen Farben aus, so kann man für einzelne Farben unterschiedliche Korrekturwerte für die Farbzonenelemente erhalten, und es empfiehlt sich dann, aus den verschiedenen Werten einen solchen Wert für die tatsächliche Einstellung des betreffenden Farbzonenelementes zu bestimmen, bei dem für alle Farben gesehen die geringsten Abweichungen zwischen Vorlage und Druck auftreten. Die Bestimmung dieses Optimalwertes kann nach einem geeigneten Schema automatisch vorgenommen werden.

- 30 Bei einer praktischen Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens konvergieren die Werte der eingeführten regeltechnischen Hilfsgrößen bis auf die zur Zeit durch das Druckverfahren bedingten Schwankungen. Dadurch läßt sich der stabile Druck im Mittel nach vorgegebenen Werten für den Farbbort beliebiger Meßfelder im Rahmen der Toleranzen des Druckverfahrens erreichen, wobei es besonders vorteilhaft ist, daß man nicht auf Tabellenwerte oder allgemeine Berechnungen zurückgreifen muß, die
35 erhebliche Speicher und Rechnerkapazitäten erfordern, und die in der Regel zu so großen Abweichungen im Ergebnis führen, daß durch geschultes Personal eingegriffen werden muß, sondern unmittelbar auf die jeweils aktuell herrschenden Druckbedingungen zurückgeht und das reale Druckergebnis abfragt, wozu nur ein vergleichsweise geringer Aufwand benötigt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren korrigiert sich selbst; Einrichten und Fortdruck brauchen nicht unterschiedlich behandelt zu werden, da die Regelalgorithmen für
40 beides gelten.

Die Erfindung sei nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den beiliegenden Figuren zeigen

Fig. 1 eine Skizze zur Veranschaulichung, wie ein Testfeld einer Mischfarbe durch Übereinanderdrucken dreier Einzelfarben entstehen kann,

- 45 Fig. 2 einen Farbraum und ein Hilfskoordinatensystem zur Bestimmung der Farborte, entsprechend denen die Farbzonenelemente während des Regelvorgangs schrittweise eingestellt werden.

- Bei dem nun zu beschreibenden Ausführungsbeispiel der Erfindung sei angenommen, daß das Testfeld des Andruckes ein Graubalancefeld sei, dessen Farbe beim Fortdruck durch das Übereinanderdrucken der Grundfarben Cyan (C), Magenta (M) und Gelb (Y) erreicht werden soll. Fig. 1 zeigt ein Beispiel für einen
50 Übereinanderdruck gerasterter Dreiecksflächen dieser Grundfarben C, M und Y, die sich im Mittelbereich überdecken und die bei richtigen Flächendeckungen einen Grauton ergeben.

- Mit einem Farbmeßgerät werden nun das Testfeld der Vorlage, das Testfeld des aktuellen Drucks und die zu letzterem gehörigen drei Grundfarben ausgemessen, beispielsweise in Form der Normfarbwerte X, Y und Z, die dann nach bekannten CIE- Transformationsgleichungen in Farborte eines geeigneten Farbsystems, beispielsweise des L^*, U^*, V^* -Systems, umgerechnet werden. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind
55 beispielhaft solche Meßwerte und Farbortwerte aufgeführt, die für die Lichtart D65 und 2-Grad-Beobachter, 45/0-Grad-Geometrie erhalten worden sind.

Tabelle 1

Farborte der Graubalance- und der Farbfelder im CIELUV-System						
Meßgröße	X	Y	Z	L	U	V
Vorlage:						
(Andruck)						
Grau	8.4670	9.5910	14.0350	37.098	-11.404	-11.758
Druckbogen:						
(Fortdruck)						
Grau	12.3876	12.5889	15.0725	42.137	1.767	-4.696
Cyan	30.5878	37.5087	75.8027	67.657	-42.874	-50.096
Magenta	45.7578	31.2587	42.3613	62.725	71.251	-24.404
Gelb	70.6562	79.1816	35.8652	91.316	10.758	63.369

In dieser Tabelle sind zunächst die Normfarbwerte X, Y und Z des ausgemessenen Graubalancefeldes des Andruckes und darunter die Normfarbwerte für die Mischfarbe Grau desselben Testfeldes des Druckbogen sowie die zugehörigen Werte der Einzelfarben Cyan, Magenta und Gelb (entsprechend Fig. 1) eingetragen. Im rechten Teil der Tabelle sind die umgerechneten Werte L^* , U^* und V^* des benutzten Farbsystems angeführt, welches günstigerweise ein solches ist, in welchem durch Messung ermittelte gleiche Farbabstände auch empfindungsgemäß gleichen Farbunterschieden entsprechen.

Für die Kontrolle des Drucks einer Auflage kann eine Farbkontrolleiste montiert werden, die vorzugsweise in jeder Farbzone u.a. das gleiche Graubalancefeld wie der Andruck und zusätzlich die zugehörigen Farbfelder für die Buntfarben Cyan, Magenta und Gelb enthält, wobei diese Farbfelder jedoch nicht in derselben Weise angeordnet sein müssen, wie es in Fig. 1 lediglich beispielhaft veranschaulicht ist. Während des Einrichtens werden die gedruckten Meßfelder der Farbkontrolleiste in der oben erläuterten Art mit einem Farbmeßgerät in allen Farbzonen ausgemessen. Die weiteren Berechnungen erfolgen dann in der Regel maschinell. Zur Vereinfachung für die hier angestellten Betrachtungen sei jedoch nur eine einzige Farbzone ins Auge gefaßt, wobei die nun folgenden Überlegungen sich auf alle anderen Farbzonen sinngemäß übertragen lassen.

Ersetzt man in den oben angeführten Werten L, U und V die Größe L^* durch $\bar{L}^*$ nach der Beziehung $\bar{L}^* = 100 - L^*$, so kann man die nunmehrigen Werte $\bar{L}^*$, U^* und V^* als Komponenten von Färbungsvektoren auffassen, deren Länge die Sättigung der Farbe darstellt, also wie kräftig bzw. dunkel die jeweilige Farbe ist. Der Einfachheit halber werden diese Vektoren im folgenden als Farbvektoren bezeichnet, deren Komponenten U^* und V^* den Farbton und deren Komponente $\bar{L}^*$ angibt, wie dunkel dieser Farbton ist.

Man erkennt in Fig. 2 den Farbvektor G_v , welcher den Farbort des Testfeldes (z.B. ein Graubalancefeld) der Vorlage im $\bar{L}^*$, U^* , V^* -System angibt. Ferner erkennt man den Farbvektor G_d , der den Farbort des vergleichbaren Testfeldes des Druckbogens in diesem Farbraum kennzeichnet. Außerdem sind die drei Farbvektoren für die drei mitgedruckten Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb eingezeichnet und mit FC_d - (Farbe Cyan-Druckbogen) FM_d bzw. FY_d bezeichnet.

Entlang dieser Einzelfarbvektoren wird nun erfindungsgemäß ein Hilfskoordinatensystem in der Weise konstruiert, daß die Richtung dieser Einzelfarbvektoren die Achsen des Hilfskoordinatensystems definieren: Diese Achsen sind mit FC, FY bzw. FM bezeichnet. Nun wird der Grauvektor G_d des Druckbogens in drei diesen Achsen entsprechende additive Komponenten zerlegt, die in Fig. 2 mit GC_d , GM_d und GY_d bezeichnet sind. In gleicher Weise wird der Grauvektor der Vorlage in drei auf diesen Achsen liegende additive Komponenten zerlegt, die bezeichnet sind mit GC_v , GM_v und GY_v .

Es ist darauf hinzuweisen, daß das soeben beschriebene Hilfskoordinatensystem die aktuellen Druckverhältnisse berücksichtigt, da es durch die Vektoren der aktuell mitgedruckten Einzelfarben definiert ist. Es sei ferner darauf hingewiesen, daß die Zerlegung der Farbvektoren in additive Komponenten dieses Hilfskoordinatensystems nur eine gedankliche Konstruktion darstellt, bei welcher diese Additionskomponenten als rechnerische Hilfsgröße ohne Bezug auf die physikalische Farbzerlegung benutzt werden, da es sich beim Übereinanderdruck von Farben ja in der Regel nicht um additive, sondern beim Druck um die sogenannte autotypische Farbmischung handelt. Die Erfindung basiert nun auf dem Gedanken, daß für die Zerlegung des Vorlage-Graufarbvektors dieselben Gesichtspunkte wie für die Zerlegung des Druck-Grau-

farbvektors gelten müssen, und daß zwischen den Beträgen der Vektorkomponenten der Graufarbvektoren und denen der zugehörigen Einzelfarbvektoren gesetzmäßige Zusammenhänge bestehen. Im einfachsten Fall kann Linearität unterstellt werden, die Proportionalität für die Abhängigkeit der Beträge der Einzelfarbvektoren von den zugehörigen Komponenten der Graufarbvektoren bedeutet. Für die Cyan-Farbrichtung ergibt sich dann beispielsweise FC_d GC_d und damit FC_b GC_v . Daraus folgt, daß also das Verhältnis der additiven Vektorkomponenten GC_v/GC_d , in jeder Achse des Hilfskoordinatensystems auch für die in der betreffenden Achse liegenden aktuellen Farbvektoren gelten muß, so daß sich der in der betreffenden Achse des Hilfskoordinatensystems liegende Farbvektor des Druckes, beispielsweise FC_d , mit Hilfe dieses Verhältnisses in einen Farbvektor der Vorlage zurückrechnen lassen müßte, der einer Einzeldruckfarbe entspricht, die zusammen mit den anderen in gleicher Weise bestimmten Druckfarben genau das Grau der Vorlage ergeben hätte. Die so zurückgerechneten Einzelfarbvektoren für den Andruck werden hier als fiktive Vorlage-Einzelfarbvektoren bezeichnet, da sie ja zunächst noch nicht bekannt sind und erst durch den erläuterten Vergleich der Farbvektoren für Vorlage und Druck und den bekannten Druck-Einzelfarbvektoren als fiktive Einzelfarbvektoren bestimmt werden, aus denen man sich das Grau der Vorlage entstanden zu denken hat.

In Fig. 2 müßte sich beispielsweise für die Cyan-Achse FC des Hilfskoordinatensystems der gesuchte fiktive Farbvektor FC_b für den Cyananteil des Grauvektors G_v der Vorlage zum bekannten Cyananteil FC_d des Druckes verhalten wie die additiven Vektorkomponenten GC_v der Vorlage und GC_d des Druckes zueinander. Damit erhält man den zu bestimmenden fiktiven Cyan-Farbvektor FC_b durch Multiplikation des bekannten Cyan-Farbvektors FC_d mit dem Verhältnis der beiden Vektorkomponenten GC_v/GC_d . Entsprechend lassen sich die anderen fiktiven Farbkomponenten für die Farben Magenta und Gelb bestimmen, die der Übersicht wegen in Fig. 2 nicht eingetragen wurden.

Die auf diese Weise ermittelten fiktiven Farbvektoren definieren Farborte im ursprünglichen $[*,U^*,V^*]$ -Farbraum, auf den wir nun wieder zurückgehen, welche Einzelfarben entsprechen, die in ihrem Zusammendruck das gewünschte Grau der Vorlage ergeben sollten. In Tabelle 2 sind Zahlenbeispiele für die eben erläuterte Bestimmung der fiktiven Farbvektoren für das Vorlage-Grau angeführt.

Tabelle 2

30

Zusammenstellung der ermittelten Vektorkomponenten für das Beispiel				
Druckbogen		Vorlage	fiktive Farbfelder für Vorlagengrau (berechnet)	
Farbfelder (gemessen) Vektoren	Graufeld	Graufeld		
	(gemessen und zerlegt in Additionskomponenten)			
40	FC _d = 73.44 FM _d = 84.03 FY _d = 64.86	GC _d = 72.68 GM _d = 40.76 GY _d = 58.06	GC _v = 88.53 GM _v = 35.69 GY _v = 60.38	FC _b = 89.46 FM _b = 73.58 FY _b = 67.45

Weil die oben erläuterten Annahmen aber nicht exakt gelten, ergeben die durch die fiktiven Farbvektoren definierten Farborte noch nicht genau das Grau der Vorlage, sondern stellen nur einen ersten Schritt zu dessen Annäherung dar. Entsprechend diesen neuen Farborten werden nach bekannten Zusammenhängen die Farbzonensstellelemente der Maschine nachgeführt, und mit dem daraus resultierenden Druckergebnis wird dasselbe Verfahren nochmals angewandt. In regeltechnischem Sinne werden für die Steuerung der Farbzufuhr die fiktiven Farbvektoren FC_b , FM_b und FY_b als Führungsgrößen benutzt, und zwar als Hilfsregelgrößen im Unterschied zu der tatsächlichen Führungsgröße "Farbort". Die Steuerung der Farbzonensstellelemente erfolgt dann so, als ob die obengenannten Werte aktuelle Sollwerte der Färbung im regeltechnischen Sinne wären. Zweckmäßigerweise bedient man sich für die Bestimmung der Einstellungen der Farbzonensstellelemente eines Algorithmus', wie er sich bei der Regelung der Farbdichte bewährt hat.

Nach einigen Schritten der oben erläuterten Art unterschreitet der Farbabstand zwischen dem jeweils neuesten Stand des Farbortes des Graufeldes des neuen Meßbogens und dem des Graufeldes der Vorlage

einen bestimmten Toleranzwert, der durch die eingangs genannten Einflüsse bedingt ist und keine weitergehende Genauigkeit zuläßt. Wesentlich für das beschriebene Verfahren ist es, daß sich der Farbabstand zwischen dem Farbort des Testfeldes der Vorlage und dem des aktuell gedruckten Testfeldes bei jedem weiteren Schritt verkleinert und der Wert der Führungsgröße sich im Rahmen der erwähnten Toleranz auf einen Erwartungswert stabilisiert. Unrichtige Zwischenwerte sind wegen der Konvergenz dieses iterativen Verfahrens von untergeordneter Bedeutung. Es kann auch notwendig werden, daß der obengenannte Zusammenhang modifiziert werden muß, weil die bei aufeinanderfolgenden Regelvorgängen gemessenen Wertepaare der Einzelfarbvektoren und der Komponenten der Graufeldvektoren ($FC_d/GC_d, FM_d/GM_d, FY_d/GY_d$) sich jeweils nicht einer Geraden zuordnen lassen, die im entsprechenden Hilfskoordinatensystem für beide Größen durch den Nullpunkt läuft. Es ist auch denkbar, daß u.U. kein linearer Zusammenhang zwischen diesen Größen besteht. Für diese Fälle läßt sich durch bekannte Verfahren immer aus einer entsprechenden Anzahl von Meßwerten eine geeignete Näherung ermitteln, so daß eine optimale Berechnung der Einzelfarbvektoren möglich ist.

Im oben betrachteten Beispiel bestand eingangs ein Farbabstand von 16 Einheiten im CIELUV-System zwischen dem Graufeld der Vorlage und dem des ersten Meßbogens. Trotz der "falschen Startwerte" verringerte sich dieser Abstand schon nach dem ersten Regelschritt schon auf 5 Einheiten. Dieser gute Reduzierungsfaktor kann sich aber nach dem Unterschreiten eines bestimmten Farbabstandes merklich verkleinern, weil zufällige Prozesse die Oberhand gewinnen; der Farbvektor, der ein durch Zusammendruck mehrerer Farben entstandenes Feld charakterisiert, schwankt im statistischen Sinne zufällig um einen Erwartungswert. Das ist physikalisch bedingt durch zufällige Veränderungen im Druckprozeß, wie sie sich z.B. durch die Schwankung der Farbbildung, der Tonwertzunahme, des Farbflusses oder des Farbfeuchtmittel-Haushaltes ergeben.

25 Ansprüche

- 1) Verfahren zur Steuerung der Farbführung bei einer Druckmaschine, bei dem in einem als Testbereich ausgewählten Bereich der Vorlage und des Drucks Normfarbwerte gemessen werden und die Meßwerte in je einen der Farbe des Testbereiches entsprechenden Farbvektor (G_v, G_d) eines ausgewählten, vorzugsweise von der CIE empfohlenen Farbraumes ($\bar{L}^*, U^*, V^*$) transformiert werden, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß für mindestens eine Farbzone die Normfarbwerte der beim Einrichten und/oder Fortdruck (Druck) in Kontrollfeldern mitgedruckten Einzelfarben ausgemessen und die Meßwerte in Einzelfarbvektoren (FC_d, FM_d, FY_d) des ausgewählten Farbraumes ($\bar{L}^*, U^*, V^*$) transformiert werden,
 - daß entlang der Einzelfarbvektoren (FC_d, FM_d, FY_d) die Achsen eines Hilfskoordinatensystems (FC, FM, FY) definiert werden,
 - daß die Farbvektoren (G_v, G_d) von Vorlage und Druck in Vektorkomponenten (GC_v, GM_v, GY_v bzw. GC_d, GM_d, GY_d) der Achsen dieses Hilfskoordinatensystems (FC, FM, FY) zerlegt werden,
 - daß für jede Achse ein empirischer, funktionaler Zusammenhang, für den näherungsweise Linearität angenommen wird, zwischen den Beträgen der Vektorkomponenten des Farbvektors des Druck-Testfeldes (GC_d, GM_d, GY_d) und den zugehörigen Beträgen der Einzelfarbvektoren (FC_d, FM_d, FY_d) aus diesen Meßwerten abgeleitet wird und daß die bestimmenden Parameter dieses empirischen Zusammenhangs aus Meßwerten des Drucks ermittelt werden,
 - daß über diesen so ermittelten empirischen Zusammenhang für die Farbvektorkomponenten (GC_v, GM_v, GY_v) des Testfeldes der Vorlage die Größe der Einzelfarbvektoren (FC_b, FM_b, FY_b), die den Druck einer bestimmten Farbe des Testfeldes ermöglichen, berechnet wird,
 - und daß aus den so berechneten Einzelfarbvektoren (FC_b, FM_b, FY_b) Korrekturwerte für die Farbzonenelemente der Druckmaschine bestimmt werden.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß für jede Achse des Hilfskoordinatensystems das Verhältnis der beiden Vektorkomponenten ($GC_v/GC_d, GM_v/GM_d, GY_v/GY_d$) für Vorlage und Druck gebildet wird und mit diesem Verhältnis aus dem in der jeweiligen Achse (FC, FM, FY) liegenden Druck-Einzelfarbvektor (FC_d, FM_d, FY_d) ein in der gleichen Achse liegender fiktiver Vorlagen-Einzelfarbvektor (FC_b, FM_b, FY_b) abgeleitet wird, und daß aus den Komponenten dieser fiktiven Vorlagen-Einzelfarbvektoren in dem ausgewählten Farbraum ($\bar{L}^*, U^*, V^*$) die Korrekturwerte für die Farbzeilelemente der Druckmaschine bestimmt werden.
- 3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß für mehrere Farbzonen je ein Testbereich vorgesehen und zur Bildung von Korrekturwerten für die Farbzonenelemente der betreffenden Farbzone ausgemessen wird.
- 4) Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß für jede der mehreren Farbzonen Kontroll-

felder der Einzelfarben mitgedruckt und deren Normfarbwerte bestimmt werden.

5) Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Farbvektoren der Testbereiche der weiteren Farbzonen in Vektorkomponenten längs der Achsen des Hilfskoordinatensystems zerlegt werden und aus den Einzelfarbvektoren der zuerst gemessenen Zone und dem Verhältnis der in derselben Achse

5 liegenden Vektorkomponenten der Testfeldfarbe der betreffenden und der zuerst gemessenen Zone die Einzelfarbvektoren der betreffenden Farbzone bestimmt werden.

6) Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß für weitere Farbzonen die Farbdichtewerte der mitgedruckten Einzelfarben gemessen und längs der Achsen des Hilfskoordinatensystems anstelle der Vektorkomponenten aufgetragen werden, und daß aus den Farbdichtewerten und dem Verhältnis der in

10 jeweils derselben Achse liegenden Farbvektorkomponenten die zum Druck gehörigen Farbdichtewerte der Einzelfarben bestimmt werden.

7) Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß für weitere Farbzonen die Einstellwerte der Farbzonenstellelemente längs der Achsen des Hilfskoordinatensystems anstelle der Vektorkomponenten aufgetragen werden und aus den Einstellwerten und dem Verhältnis der Vektorkomponenten die zum Druck

15 gehörigen Einstellwerte der Farbstellelemente der Einzelfarben bestimmt werden.

8) Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren solange wiederholt wird, bis ein vorgegebener Toleranzwert unterschritten ist.

9) Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus den für jeden Regelschritt ermittelbaren Wertepaaren der Beträge der Farbvektorkomponenten des Testfeldes des Drucks und der zugehörigen

20 Beträge der Einzelfarbvektoren ($FC_d/GC_d, FM_d/GM_d, FY_d/GY_d$) ein schrittweise verbesserter empirischer Zusammenhang zwischen diesen Größen ermittelt und für die Berechnung der Einzelfarbvektoren (FC_b, FM_b, FY_b) benutzt wird.

10) Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Farbe des Testfeldes eine die verwendeten Druckfarben enthaltende Mischfarbe ist.

25 11) Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Farbe des Testfeldes eine Standardfarbe nach DIN 6169 ist.

12) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der der Farbe des Testbereiches entsprechende Farbvektor ein derart korrigierter Farbvektor ist, daß die Farbabweichungen ausgewählter Testfelder zwischen Andruckersatz und Druck minimal werden.

30 13) Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einstellung der Farbzonenstellelemente aufgrund der ermittelten Korrekturwerte nach einem zur Regelung der Farbdichte üblichen Schema durchgeführt wird.

14) Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Testfelder mit unterschiedlichen Farben ausgemessen und Korrekturwerte für die Farbzonenstellelemente bestimmt werden, und daß aus gegebenenfalls unterschiedlichen Korrekturwerten für Einzelfarben ein Optimalwert bestimmt wird.

35 15) Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß statt der Normfarbwerte Dichtewerte der Testbereichsfarben gemessen und zu Korrekturwerten verarbeitet werden.

16) Vorrichtung zur Steuerung der Farbführung bei einer Druckmaschine nach dem Verfahren gemäß einem

40 oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- eine Abtasteinrichtung für mindestens einen Testbereich,
- eine Meßeinrichtung für mindestens eine, dem Testbereich zugeordnete Farbzone zur Ausmessung der Normfarbwerte der beim Druck in Kontrollfeldern mitgedruckten Einzelfarben und der diese bildenden Testbereichsfarbe sowie der entsprechenden Farbe der Vorlage,

45 - eine Einrichtung zur Bestimmung von Norm- und Einzelfarbvektoren in einem ausgewählten Farbraum aus den Meßwerten des Drucks,

- eine Einrichtung zur Zerlegung der Normfarbvektoren in Vektorkomponenten längs der Achse eines durch die Einzelfarbvektoren definierten Hilfskoordinatensystems,

50 - eine Einrichtung zur Berechnung fiktiver Einzelfarbvektoren der Vorlage längs der Achsen des Hilfskoordinatensystems nach einem empirischen funktionalen Zusammenhang, für den näherungsweise Linearität angenommen wird, zwischen den Beträgen der Vektorkomponenten des Farbvektors des Druck-Testfeldes und den zugehörigen Beträgen der Einzelfarbvektoren, wobei die bestimmenden Parameter dieses empirischen Zusammenhangs aus den Meßwerten des Drucks ermittelt sind,

- und eine Einrichtung zur Bestimmung von Korrekturwerten für Farbstellelemente der Druckmaschine aus diesen fiktiven Vorlagen-Einzelfarbvektoren.

55 17) Kontrolleiste zur Verwendung bei dem Verfahren bzw. der Vorrichtung nach den vorstehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kontrollfelder für ausgewählte Farbzonen in Laufrichtung der Maschine hintereinander angeordnet sind.

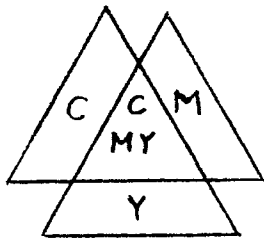


Fig. 1

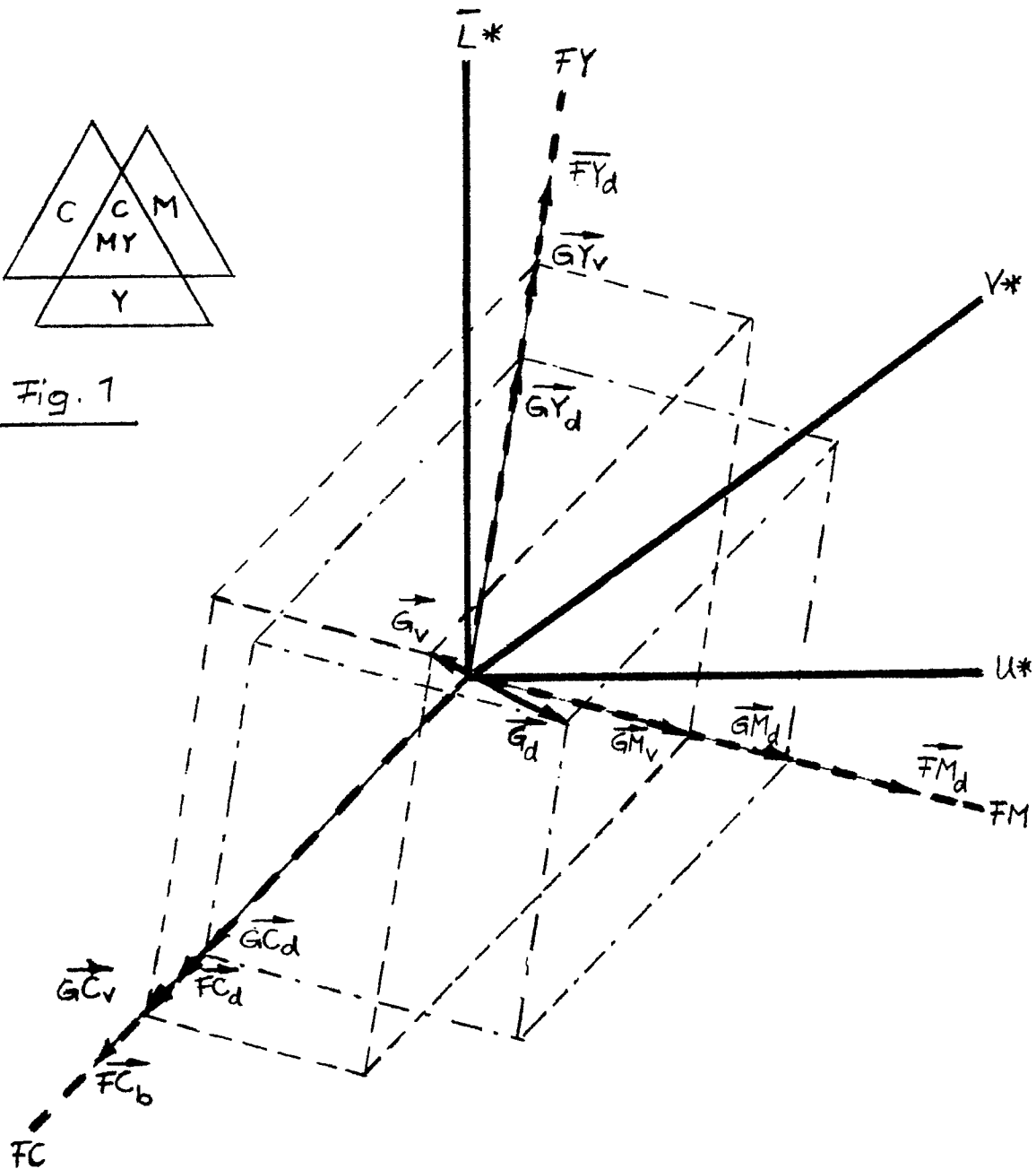


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 11 8248

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	EP-A-321402 (GRETAG) * das ganze Dokument *	1	B41F33/00
A, D	EP-A-228347 (Heidelberger Druckmaschinen) * das ganze Dokument *	1	
A, D	DE-A-3714179 (FOGRA) * das ganze Dokument *	1	
A, D	DE-A-3707027 (FOGRA) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B41F B41L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30 MAI 1990	
		Prüfer EVANS A. J.	
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		I : 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	