



---

**Title:** Über den Einsatz von programmgesteuerten  
Rechenmaschinen auf dem Gebiete der Graphik und  
des Kunstgewerbes  
**Author(s):** Konrad Zuse  
**Date:** 1964  
**Published by:** Konrad Zuse Internet Archive  
**Source:** Document - ZIA ID: 0255

---

The Konrad Zuse Internet Archive preserves and offers free access to the digitized original documents of Konrad Zuse's private papers and to other related sources.

The Konrad Zuse Internet Archive is a nonprofit service that helps scholars, researchers, students and other interested parties discover, use and build upon a wide range of content in a digital archive. For more information about the Konrad Zuse Internet Archive, please contact [zusearchive@zib.de](mailto:zusearchive@zib.de).

---

Your use of the Konrad Zuse Internet Archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use (<http://zuse.zib.de/tou>) including the following license agreement. If you do not accept the Terms & Conditions of Use you are not permitted to use the material.

This work by Konrad Zuse Internet Archive is licensed under a  
Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License  
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>).  
Based on a work at <http://zuse.zib.de>



**Attribution (BY)** - You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they endorse you or your use of the work). Attribute with "Konrad Zuse Internet Archive (<http://zuse.zib.de>)".

**Noncommercial (NC)** - You may not use this work for commercial purposes.

**Share Alike (SA)** - If you alter, transform, or build upon this work, you may distribute the resulting work only under the same or similar license to this one.

The usage of this document requires the consideration of possible third party copyrights, and might necessitate obtaining the consent of the copyright holder. The Konrad Zuse Internet Archive assumes no liability with respect to the rights of third parties. The Konrad Zuse Internet Archive is not responsible for the claims of any third party resulting from any infringement of copyright laws.

Dr. Ing. E. h. Konrad Zuse

Über den Einsatz von programmgesteuerten Rechenmaschinen  
auf dem Gebiete der Grafik und des Kunstgewerbes

---

Die programmgesteuerten, heute im allgemeinen elektronischen Rechenmaschinen haben sich große Gebiete der Forschung, Technik, Wissenschaft und Wirtschaft erobert, und es werden täglich neue Anwendungsgebiete erschlossen.

Dabei taucht die Frage auf, ob es grundsätzliche Bereiche der Programmierung gibt, die von einer Rechenmaschine nicht überschritten werden können und die nach wie vor dem schöpferischen Menschen vorbehalten bleiben müssen.

Auf rein mathematisch-wissenschaftlichem Gebiet kommt man heute mehr und mehr zu der Erkenntnis, daß sich eine solche prinzipielle Grenze nicht angeben läßt. Zwar behandeln die heutigen Programme im allgemeinen Arbeitsroutinen, die vorher vom Menschen durchdacht sind, wobei die Maschine in der Schnelligkeit und auch dem Umfang des Zahlenmaterials nach im allgemeinen dem Menschen wesentlich überlegen ist. Grenzgebiete des menschlichen, rein wissenschaftlich-mathematischen Denkens bleiben dabei noch dem "schöpferischen Mathematiker" vorbehalten. Kenner wissen jedoch, daß hier keine prinzipielle Grenze vorliegt, sondern daß logisch schwierige Aufgaben, wie das Beweisen von Sätzen, das Auffinden der Lösung für eine schwierige Digitalgleichung oder dergleichen heute aus dem Grunde noch nicht mechanisiert werden können, weil wir keine Geräte besitzen, die in bezug auf logische Beweglichkeit und Umfang der Kapazität eines mitarbeitenden Speichers (Durchsuchung eines Erfahrungsvorrats) mit dem menschlichen Gehirn Schritt halten könnten.

Mit dem Fortschreiten der technischen Möglichkeiten werden auch diese Gebiete des mathematisch- menschlichen Denkens von der Rechenmaschine bzw. deren Programmen erobert werden, wobei vielleicht erst eine spätere Generation erkennen wird, ob hier irgendwo unüberschreitbare Grenzen liegen, oder ob eines Tages das menschliche Gehirn nicht nur in bezug auf Geschwindigkeit in der Verarbeitung von Rechenroutinen, sondern auch in bezug auf Rangordnung der logischen Ableitungen von der Rechenmaschine überboten werden wird.

Selbstverständlich neigen wir dazu anzunehmen, daß eigentliche schöpferische Geistesakte nicht von der Rechenmaschine erschlossen werden können, und nach dem heutigen Stand der Technik haben wir auch guten Grund dazu.

So werden sich schöpferisch tätige Künstler aller Gebiete gegen die These verwahren, daß auch ihre Tätigkeit eines Tages von Rechenmaschinen geleistet werden könnte.

Es liegen auch bis heute keine Arbeiten vor, die die Programmierung einer wirklich künstlerischen schöpferischen Tätigkeit bedeuten könnten. Jedoch sind einige Ansätze gemacht worden, um auch auf dem künstlerischen bzw. kunstgewerblichen Gebiet Rechenmaschinen mit Erfolg einsetzen zu können.

Bekannt sind die Versuche, "elektronische Musik" durch Programme auf elektronischen Rechenmaschinen komponieren zu lassen. Die Erfolge sind allerdings bisher nicht sehr ermutigend. Vor allem fehlt dabei nach Ansicht des Verfassers das eigentliche schöpferische Element. Die Kompositionen beruhen im wesentlichen auf statistischen Untersuchungen bereits vorhandener Kompositionen, die mit Hilfe von Zufallszahlen abgewandelt werden. Sicher spielt der Zufall bei allen

künstlerischen Arbeiten eine wesentliche Rolle, das eigentlich Schöpferische liegt jedoch wohl im Komponieren derjenigen Melodien, die der statistischen Auswertung durch die Programme zugrunde liegen.

Trotzdem ist es denkbar, daß wir in Zukunft auch in dieser Hinsicht verfeinerte Programme haben werden. Vielleicht ergibt es sich, daß gerade die " schwere Musik ", etwa von Bach, am ehesten der Programmierung zugänglich ist, weil sie am klarsten in mathematische Gesetze zu fassen ist.

Auch auf dem Gebiete der darstellenden Kunst sind schon einige Ansätze gemacht worden. So können mit Hilfe von Analog-Rechenmaschinen interessante Figuren und Muster dargestellt werden, die hohen Ansprüchen an künstlerischem Empfinden genügen. ( Anwendung z. B. für Geldscheine ) Was uns hier jedoch in erster Linie interessiert, ist die Anwendung digitaler programmgesteuerter Maschinen. Auch hier ist einiges schon geschehen. Z. B. ist in " Computers and Automation " ein Artikel unter dem Titel " Computer Art Context " erschienen. Es wäre allerdings zu überlegen, ob das Wort " art " in diesem Fall wirklich mit " Kunst " zu übersetzen ist. Stellt man jedoch die Ansprüche an den Begriff " Kunst ", der ja sowieso unstritten ist, nicht zu hoch, so zeigen die gegebenen Ansätze, daß hier wohl grosse Möglichkeiten vorliegen. Zumindest gilt dies für eine Art " Kunstgewerbe ", das sich der Rechenmaschine als neues Werkzeug bedienen kann, wobei die eigentliche schöpferische Tätigkeit zunächst noch stets dem Programmierer, Mathematiker oder Künstler überlassen bleiben kann, der mit seinen Ideen den Vorgang steuert.

Es entsteht sogleich die weitere Frage, in welcher Form die errechneten Muster, Bilder, Gegenstände oder dergleichen nach ihrer Errechnung in die Wirklichkeit umgesetzt werden können. Selbstverständlich wird man anstreben, diesen Vorgang automatisch durchzuführen, um zwischen Rechenmaschine und der Herstellung des Produktes selbst

nicht noch den Menschen als rein ausführendes Organ einschalten zu müssen. Auch hier liegen bereits einige Ansätze vor. In den letzten Jahren wurden Geräte für graphische Darstellungen entwickelt, die vollständige Zeichnungen automatisch anfertigen können (z. B. der GRAPHOMAT der Firma ZUSE KG). Diese Geräte genügen verschiedenen Ansprüchen in bezug auf Genauigkeit, Schnelligkeit, Format, technischer Durchführung der Zeichnung usw. Es können auch Braunsche Röhren oder Fernschröhren zur kurzzeitigen Darstellung herangezogen werden, oder die erhaltenen Zeichnungen und Bilder sind bei den heutigen Geräten allerdings den technischen Belangen angepaßt, d. h. es werden im wesentlichen Strichzeichnungen hergestellt. Hierbei sind verschiedene Strichstärken und Striche in verschiedenen Farben möglich. Das gleichmäßige Anlegen von Farbflächen oder das feine Abstufen von Tönungen sind mit den heute vorhandenen Mitteln noch nicht darstellbar, jedoch könnten auch hier in Zukunft neue Möglichkeiten erschlossen werden, sofern ernster Bedarf vorliegt.

Auch programmgesteuerte Fräsmaschinen sind schon gebaut bzw. in der Entwicklung, so daß dann daran gedacht werden könnte, Plastiken zu errechnen und automatisch zu fräsen.

Ein anderes Gebiet, auf dem bereits heute gewisse Voraussetzungen für die praktische Anwendung gegeben sind, ist die Entwicklung von Mustern für Teppich-Webstühle. Diese sind mosaikartig aus einzelnen Fäden verschiedener Farbe aufgebaut, und es gibt seit langem Webstühle, die - gesteuert durch Lochkarten - die kompliziertesten Muster automatisch weben können. (z. B. Spezial-Webstühle der Firma Vorwerk)

Der Verfasser möchte jetzt einige allgemeine Gedanken entwickeln, die ihn seit langem beschäftigen und die vielleicht als Anregung für weitere Arbeiten auf dem Gebiet dienen können;

Die dankbarste Aufgabe dürfte zunächst die Entwicklung von Mustern sein, wobei vielleicht ein Erfolg versprechender Weg darin liegt, Gesetz und Zufall geschickt zu verknüpfen.

Das Zusammenwirken von Gesetz und Zufall spielt wohl bei vielen künstlerischen Arbeiten und bei manchen von uns als schön empfundenen Bildern, Mustern usw. eine große Rolle. Einige Beispiele seien angeführt: Beim Kaleidoskop werden durch Schütteln zufällige Konstellationen von Glassplittern gebildet; der eigentliche Reiz des Bildes entsteht jedoch durch eine Sternbildung, die durch eine streng gesetzmäßige Spiegelung hervorgerufen wird.

Auch die Produkte der Natur, wie Pflanzen und Blumen, welche unser Schönheitsgefühl begeistern, sind nach Gesetz und Zufall aufgebaut. Ein allzu regelmäßig aufgebauter Baum wirkt langweilig. Aber die Art der Verzweigungen und Unregelmäßigkeiten liegen trotz ihres zufälligen Charakters im Rahmen bestimmter Gestaltungsgesetze.

Die einzelne Blume mag regelmäßig aufgebaut sein, aber schon die einzelnen Blätter weisen durch zufällige Einflüsse geformte Falten auf. Ein Blumenstrauß erhält durch ein zufälliges Element in der Zusammenstellung der einzelnen Farben einen lebendigen Charakter. Ein anderes Beispiel sind Eisklumen. Die Eiskristallisation erfolgt nach strengen physikalischen Gesetzen, wobei jedoch in der Gestaltung des Musters große Freiheiten gegeben sind, die durch zufällige Einflüsse gesteuert werden. Überhaupt ist nicht unbedingt der am regelmäßigsten aufgebaute Kristall eines Edelsteines immer der schönste. Ein rein gesetzmäßiges Muster stellt zum Beispiel das in

" Computers and Automation " vom August 1963 auf der Titelseite gegebene dar.

Auf ähnliche Weise lassen sich bei einiger Phantasie viele interessante Muster erstellen, wobei es darauf ankommt, ein geschicktes, auf dem Rechner durchzuspielendes Variationsprogramm für die Führung

des Zeichenstiftes des Graphomaten zu finden. Die Schwierigkeit besteht dabei darin, das Gesetz so zu entwickeln, daß die entstehende Figur im Rahmen der gegebenen Zeichenfläche bleibt und möglichst keine Überdeckungen von Strichen stattfinden.

Dabei muß der Zeichenstift selbstverständlich nicht einem geschlossenen Linienzug folgen, sondern es sind Verzweigungen und Absetzungen durchführbar. Das Gesetz kann genau wie bei Analogmaschinen durch eine mathematische Funktion gegeben sein, jedoch erlaubt die Digitalmaschine die verschiedensten Unstetigkeiten.

Ein im wesentlichen auf Zufall aufgebautes Ergebnis könnte man wie folgt entwickeln: Man komponiert ein Bild aus einer Reihe von unabhängigen Kreisen, wobei die Koordinaten des Mittelpunktes, der Radius und die Farbe jeweils Zufallszahlen entsprechen, also beispielsweise durch Würfeln ermittelt werden können. Sowohl den Radius als auch die Koordinaten muß man dabei selbstverständlich den durch die Bildfläche gegebenen Beschränkungen unterwerfen, wobei für den Radius obere und untere Grenzen festgelegt werden. Eine solche Maßnahme stellt jedoch bereits einen Eingriff in das reine Zufallsgesetz dar. Damit haben wir schon den Schlüssel für das weitere Vorgehen, wenn wir Gesetz und Zufall geschickt verbinden wollen.

So könnte man ein Bild aus einzelnen, zunächst nicht zusammenhängenden Elementen aufbauen. Diese Elemente könnten elementare Formen darstellen, z. B. Kreise, wie im oben bereits erwähnten Beispiel. Jedoch kommen auch beliebige kompliziertere Formen in Frage, z. B. Rechtecke, Dreiecke, Vielecke, Sterne, Pflanzen und Blättern nachgebildete Formen usw. Alle diese einzelnen Formen lassen sich weitgehend durch Parameter variieren, wie z. B. Größe, Seitenverhältnis, räumliche Verzerrungen usw. Diese Variationen können mit Zufallszahlen oder einem Gesetz entsprechend durchgeführt werden.

- 7 -

Solche elementaren Formen können wiederum auf verschiedene Weise kombiniert werden, und zwar zufallsmäßig oder gesetzmäßig.

Zufallsmäßig kann z. B. ein durch fallende Blätter gebildeter "Teppich" nachgebildet werden.

Gesetzmäßig können solche elementaren Formen durch Anordnung etwa im Kreis bei vorgeschriebener Verteilung der Lagen zu einem Bild komponiert werden. Die reizvollsten Bilder entstehen vielleicht durch Kombination beider Methoden: Etwa fallende Blätter mit Zonen bevorzugter Fallwahrscheinlichkeit bzw. Bindungen zwischen Koordinaten des Fallens und der Größe der Blätter. (In der Mitte große Blätter, am Rand kleine usw.) So wird die Kombination von zufallsmäßigen und gesetzmäßigen Arbeiten in vielen Fällen durch Beschränkung der Zufallszahlen nach Gesetzen erreicht. (Größe, Lage usw.) Man kann diese Beschränkungen aufgrund des bereits aufgebauten Bildes festlegen: Z. B. durch die Vorschrift, daß keine Überschneidungen bei zufallsmäßigem Anordnen von Formen stattfinden, oder daß eine einzelne Form in bestimmter Weise beispielsweise durch Berührung an die vorhergehende angeschlossen wird, wobei jedoch gewisse Freiheitsgrenzen gegeben sind.

Bleiben wir beim Beispiel der fallenden Blätter, so ergeben sich weitere interessante Perspektiven:

Ohne besondere Beschränkungsmaßnahmen werden sich eine Reihe von Formen überdecken. Es kann sogar so weit kommen, daß die meisten der "früher gefallenen Blätter" durch die späteren überdeckt werden. Es gibt dann verschiedene Möglichkeiten der Darstellung: Z. B. können die Konturlinien unabhängig von den Überdeckungen auf jeden Fall voll ausgezeichnet werden. Es kann aber auch rechnerisch bestimmt werden, welche Blätter oben liegen und das Zeichnen der verdeckten Formen unterbunden werden.



Dies setzt voraus, daß vor dem Zeichnen das gesamte Bild erst gespeichert wird, damit eine entsprechende rechnerische Untersuchung möglich ist, und die nötigen Unterbrechungen der Zeichenkommandos errechnet werden können. Hierzu ist eine entsprechende Speicherkapazität des Rechners erforderlich. Auch können solche Programme recht umfangreich werden.

Stehen nicht nur Strichzeichengeräte sondern auch Abtönungen und Flächen anlegende Geräte zur Verfügung, so können weitere Effekte erzielt werden, indem man ein Gesetz für das "Durchscheinen" der unteren Blätter festlegt, etwa indem man sich vorstellt, daß durchsichtige, verschiedenfarbige Blätter auf eine von unten beleuchtete Glasplatte fallen. Bei Teppichwebstühlen kann dieser Effekt durch entsprechende Ausnutzung der möglichen Abtönungen der Farben erzielt werden.

Genauso wie man in der Ebene Formen zu Bildern komponieren kann, ist dieses auch räumlich möglich, wobei nach den Gesetzen der Perspektive oder einer Parallelprojektion aus den räumlichen Gebilden flächenhafte Bilder gemacht werden können. Der Rechenaufwand und die erforderliche Speicherkapazität des Rechners gehen dann allerdings erheblich in die Höhe.

Dafür können wesentlich wirkungsvollere Effekte erzielt werden, z. B. durch errechnete Beleuchtungseffekte, Schattengebung usw. Es ist theoretisch denkbar, bestimmte Kristallwirkungen, auch solche, die nicht wirklichkeitsgetreu sind, sondern der Phantasie entspringen, durch Programme zu formulieren und in ihren Auswirkungen auf verschiedene Formen darzustellen.

Programme für derartige bestimmte Muster müssen dann so aufgebaut sein, daß sie nach bestimmten Parametern abgewandelt werden können. Hierzu gehören Maßstabsänderungen, Koordinaten-Verzerrungen, konforme Abbildungen, Farbvariationen und Ähnliches.

Im allgemeinen wird der Künstler die Programme und die Rechenmaschine als ausführendes Organ für seine schöpferischen Ideen betrachten. Es wird jedoch oft schwierig sein, die Wirkung eines Musters vorauszu-  
sehen. Dies erfordert ein abstraktes Denken, zu dem nur wenige künstlerisch veranlagte Menschen befähigt sind. Man kann gewisse allgemeine "Abstimmungen" ebenfalls in errechenbare Gesetze fassen und der Rechenmaschine überlassen. Hierzu gehören z. B. die Errechnung allgemeiner Eigenschaften eines Bildes, Aussagen über die gesamte Farbtonung, die Hell-Dunkel-Stufen, Formengehalt usw. Beim Beispiel der fallenden Blätter kann es bei zu langer Fortsetzung des Verfahrens soweit kommen, daß die zuerst entwickelten Formen restlos durch die folgenden überdeckt werden. Ein Fortsetzen des Verfahrens ist dann sinnlos. Hier kann das Kriterium für einen "Wirkungsgrad der entwickelten Form" gefunden werden und durch die Maschine errechnet werden. Es ist sogar denkbar, daß die Maschine selbst ein gewisses Optimum bestimmt, wann ein bestimmter Formenreichtum erreicht ist. Auch in bezug auf die Farbgebung können allgemeine Gesetze aufgestellt werden, die z. B. gewisse Richtwerte für die Größe der den einzelnen Farben zugeordneten Flächenfestlegen. Dadurch kann vor der Darstellung errechnet werden, ob ein Programm ein an sich farbiges Muster unerwartet in Richtung einer monotonen Farbgebung entwickelt. Gewisse selbsttätige Variationsprogramme, welche die Parameter des Programmes beeinflussen, sind denkbar. Dies ergibt aber schon recht komplizierte Programme, so daß man diese Abstimmungen wohl zunächst noch besser dem Menschen überläßt.

Bis zu einem gewissen Grade wird man solche Kontrollen auf jeden Fall durchführen müssen, da es beispielsweise bei der Errechnung von Teppichmustern einen erheblichen Aufwand bedeutet, versuchsweise durchgespielte Mustervariationen zu weben. Man sollte also zumindest von vornherein sinnlose Muster ausschließen können.

Periodische Muster, wie sie im Kunstgewerbe sehr beliebt sind, ( z. B. Teppiche, Tapeten usw. ) können selbstverständlich auch programmiert werden, wobei entsprechende Randbedingungen ins Programm eingebaut sind. ( Linke Kante muß an rechte Kante anschließen und dergleichen. )

Derartig errechnete Muster und Bilder stellen im wesentlichen eine Art abstrakter Kunst dar. Teppichmuster sind ja ein uraltes Beispiel für abstrakte Kunst, so daß hier dem Künstler weitere neue Möglichkeiten gegeben sind. Dabei ist es jeweils Auffassungssache, ob man die Rechenmaschine und die mechanischen Aufzeichnungen lediglich als Werkzeug betrachtet, um die schöpferischen Gedanken des Künstlers zu verwirklichen, ob man bei hochgezüchteten Programmen auch der Rechenmaschine selbst eine gewisse schöpferische Arbeit zugesteht, oder ob man es überhaupt ablehnt, derartige Gebilde mit Kunst zu bezeichnen.

Nachbargebiete dieser Entwicklung wären verschiedene technische Gebiete. Zunächst könnte man derartige Verfahren auch auf architektonische Entwürfe anwenden. Die Ansprüche an die Programme und Rechengерäte werden dabei allerdings immer höher. Die Entwicklung von Raumanordnungen (Grundrissen usw. ) nach gewissen Grundprogrammen und Parametern könnte die Grundlage für die konstruktive Durchführung von Bauten bilden. Durch passende Programme könnte dann

perspektivisch dieser Bau selbsttätig gezeichnet werden. Auch an der Lösung dieses Problems wird stellenweise schon gearbeitet, jedoch sei hier nicht näher darauf eingegangen.

Ebenso wäre die Entwicklung von Konstruktionseinheiten des Maschinenbaus ein dankbares Objekt für die Anwendung solcher Verfahren.

Das Ideal besteht darin, daß ein Konstrukteur durch die Einstellung bestimmter Parameter an einem Rechner über ein Darstellungsgerät die Formen der einzelnen Teile und ihre Kombination gewissermaßen aus dem Handgelenk heraus entwickelt. Das Problem ist jedoch sehr komplex und erfordert jahrelange sorgfältige Vorbereitungen insbesondere der Programme. Die praktische Verwirklichung erfordert nach dem heutigen Stand der Technik noch außerordentlich teure Geräte, so daß sich der Aufwand im allgemeinen nicht lohnt. Hier ist jedoch ein weiteres aussichtreiches Gebiet für zukünftige Entwicklungen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Herstellung von Zeichentrickfilmen auf rechnerischem Wege. Hier können rein technische Probleme der Darstellung von irgendwelchen Bewegungsvorgängen durch Film bearbeitet werden oder auch mehr oder weniger künstlerische Probleme, wie sie etwa von der modernen Konstruktionskunst des Mobile angestrebt werden.

Bereits am Eingang wurden die heute zur Verfügung stehenden praktischen Darstellungsmöglichkeiten mit Hilfe von Geräten kurz besprochen. Die Möglichkeiten seien hier noch einmal zusammengestellt und einige Gedanken für die weitere Entwicklung geäußert.

Wir haben zunächst die reinen Zeichengeräte.

Diese sind nach dem heutigen Stand der Technik nur geeignet, Strichzeichnungen anzufertigen, wobei die verschiedenen Geräte verschiedene

Beweglichkeit, Genauigkeit und Schnelligkeit haben. Der Graphomat z. B. erlaubt, beliebige Kurven zu zeichnen, wobei ein zugehöriger Kleinrechner auch die nötigen Interpolationsrechnungen durchführen kann. Die Genauigkeit und Schnelligkeit kann dabei durch eine Art Unschärfe-Relation verbunden werden; man kann entweder genau und verhältnismäßig langsam oder weniger genau und schnell arbeiten. Striche in verschiedenen Farben und Strichstärken sind ausführbar. Auch sind Gravierverfahren anwendbar, bei denen in eine Folie Striche eingraviert werden.

Es stehen ferner Schnelldrucker zur Verfügung, mit denen eine Art Muster gedruckt werden kann. Die Drucker sind für die Zwecke der Datenverarbeitung entwickelt und hauptsächlich zur Wiedergabe von Zeichen gezeichnet. Die gedruckten Muster entsprechen nicht immer hohen künstlerischen Ansprüchen. Man kann in einer Art Rasterdruck ein Bild herstellen, wobei den einzelnen Typen verschiedene einzelne Rasterbilder zugeordnet werden können. Mit den bestehenden Geräten ist beim Durchlauf nur ein einfarbiges Bild möglich. Bei mehrfarbigen Bildern müßten diese nacheinander durch mehrere Durchläufe mit verschiedenen Farbbändern hergestellt werden, wobei es zweifelhaft ist, ob die heute vorhandenen Geräte eine genaue Positionierung bei den verschiedenen Durchläufen erlauben. Auch können mit diesen Geräten nur verhältnismäßig grobe Rastungen angewandt werden, Striche können nur angenähert dargestellt werden.

Die Entwicklung von Spezialdruckgeräten zur Herstellung farbigere flächenhafter Bilder wäre eine interessante Aufgabe, dürfte aber auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen. Aussichtsreicher erscheint der Weg, das Ziel mit Hilfe der automatischen Herstellung von Druckmatrizen zu erreichen.

Hierbei sind wiederum verschiedene Verfahren möglich. Einmal könnte man mit Hilfe eines programmgesteuerten Fräsers die Matrix etwa für einen reinen Schwarz-Weiß-Druck nach Art des Holzschnittes direkt in ein geeignetes Material einfräsen. Hierbei sind auf dem Wege über die Anfertigung einer Reihe verschiedener Matrizen Abstönungen und Farbgebungen möglich.

Ein anderer Weg wäre der, die verschiedenen Matrizen auf optischem Wege durch programmgesteuerte Belichtung einer lichtempfindlichen Matrize zu gewinnen. Auch könnten hier für die verschiedenen Farben verschiedene Matrizen verwendet werden.

Hiermit kämen wir zu einem rein fotografischen Verfahren, bei dem entweder eine farbempfindliche Schicht oder mehrere Schwarz-Weiß-Schichten für die einzelnen Farben programmgesteuert belichtet würden und nach Entwicklung und Umkehrung zu Projektionszwecken benutzt werden könnten.

In der gleichen Richtung liegen die reinen Anzeigegeräte über Braun'sche Röhren bzw. Fernsehschirm. Im ersten Fall ist eine strichweise Zeichnung - ähnlich einem Zeichengerät - möglich, im zweiten Fall ist ein rasterartiger Aufbau des Gesamtbildes erforderlich. Es existieren teilweise bereits Geräte, die diesen Anforderungen genügen.

Alle Techniken, die auf eine mosaikartige Zusammensetzung von Mustern und Bildern hinauslaufen, können auf dem gezeigten Wege der Automation erschlossen werden.

Vielleicht erlangt die Anwendung auf die Teppichweberei zunächst die größte praktische Bedeutung, da ein unmittelbarer Bedarf vorliegt. Allerdings müßten noch verschiedene konstruktive Aufgaben gelöst werden, um von den Rechenmaschinen bis zum programmgesteuerten Webstuhl möglichst ohne Mitwirkung des Menschen eine geschlossene Steuerung aufbauen zu können.

Ähnlich wie bei Teppichwebstühlen könnte man den Plan fassen, Mosaiksetzgeräte zu entwickeln, welche nach Programm aus einem Vorrat von verschiedenfarbigen Mosaiksteinchen rasterartig ein Bild komponieren

Schließlich sei noch eine Möglichkeit erwähnt, Glasfenster programmgesteuert zu entwickeln, indem mit Hilfe von Schneidegeräten Platten aus farbigem Glas oder anderen durchsichtigem Material mit bestimmten Mustern ausgeschnitten und zusammengesetzt werden. Hierbei können leicht Überschneidungen verschiedener Platten verschiedener Farbe, Form und Stärke stattfinden, wodurch sich sicher sehr reizvolle Wirkungen erzielen lassen.

Die gezeigten Beispiele sollen nur Anregungen geben. Das gesamte Anwendungsgebiet dürfte noch weit größer sein und das Verfahren eine große Zukunft haben.

23. 1. 1964  
I/B1/vk