

RECHENZENTRUM TH MÜNCHEN
ARBEITSGRUPPE BETRIEBSSYSTEME

INTERNSCHRIFT Nr. 13

THEMA:

Bildsichtgeräte

VERFASSER:

GNATZ

DATUM:

WS 68/69

FORM DER ABFASSUNG

ENTWURF
 AUSARBEITUNG
ENDFORM

SACHLICHE VERBINDLICHKEIT

ALLGEMEINE INFORMATION
DISKUSSIONSGRUNDLAGE
ERARBEITETER VORSCHLAG
VERBINDLICHE MITTEILUNG
VERALTET

ÄNDERUNGSZUSTAND

BEZUG AUF BISHERIGE INTERNSCHRIFTEN

Vorkenntnisse aus:

Erweiterung von:

Ersatz für:

BEZUG AUF KÜNTIGE INTERNSCHRIFTEN

Vorkenntnisse zu:

Erweiterung in:

Ersetzt durch:

ANDERWEITIGE LITERATUR

Kagally

Arbeitsseminar über Betriebssysteme

WS 1968 / 1969

D. Bildsichtgeräte

(Gnatz)

Sichtgeräte dienen der optischen Ausgabe von Information im Verkehr mit einer Rechenanlage. Das Sichtgerät, genauer die Kathodenstrahlröhre, ist ein vollkommen passives Gerät, welches zwar von der Rechenanlage gesteuert wird, aber i.A. keine Information an die Rechenanlage liefert. Wird das Sichtgerät jedoch durch eine Tastatur und durch weitere Zusatzeinrichtungen wie Rollkugel oder Lichtgriffel ergänzt, dann entsteht eine Benutzerstation, die sich bei geeigneter software ausgezeichnet für den Dialogbetrieb (conversational mode, DIN 44 300) eignet.

1.) Das Sichtgerät als passives Ausgabegerät

Kernstück eines Bildsichtgerätes ist eine Kathodenstrahlröhre (cathode ray tube, CRT Braunsche Röhre). Der Kathodenstrahl erzeugt auf dem geeignet beschichteten Bildschirm durch Fluoreszenz einen Lichtpunkt. Die Lage dieses Punktes kann durch zwei zu einander senkrecht angeordnete, elektromagnetische oder elektrostatische Felder, welche der Kathodenstrahl zu durchlaufen hat, verändert werden. Die Ablenkungen werden durch binär verschlüsselte "graphische Befehle" ausgelöst. Um einen Punkt, auf den der Strahl (absolut) positioniert werden soll, zu spezifizieren, benötigt man zwei Binärworte, deren Länge je nach Gerät zwischen 9 und 12 Bit liegt. Man kann dann 512×512 bzw. $4096 \times 4096 (> 16 \times 10^6)$ verschiedene, diskrete Punkte auf dem Bildschirm ansteuern, was einer Rasterung des Bildschirms entspricht.

Der Abstand zweier Rasterpunkte kann etwa bei 0.3 mm liegen. Die Bildschirmgröße bewegt sich zwischen $15 \times 20 \text{ cm}^2$ und $40 \times 40 \text{ cm}^2$.

Neben dem Positionieren des Kathodenstrahls gibt es auch die Möglichkeit, ihn durch Programm an- bzw. abzuschalten und (bei einigen Geräten) seine Intensität zu verändern. Es sind darüber hinaus erfolgreiche Versuche mit Farbbildsichtgeräten bekannt, d. h. die grafischen Befehle müssen in diesem Falle auch Angaben über Farben gestatten.

Das Bild selbst entsteht durch die "Verarbeitung" einer Sequenz von graphischen Befehlen. Eine solche Sequenz wird graphisches (Intern-) Programm genannt. In der englischen Literatur wird der file, der eine solche Sequenz graphischer Befehle enthält, häufig als display file bezeichnet.

Es gibt Bildschirme, auf denen ein Bild, wenn es einmal gezeichnet ist, länger als eine Stunde sichtbar bleibt, ohne daß es erneuert werden müßte. (Direct View Storage Tube, Teleputer, MAC). Bei normalen Braunschen Röhren läßt jedoch die Fluoreszenz im Allgemeinen rasch nach, so daß ein Bild ständig mit einer gewissen Frequenz (Bildwiederholungsfrequenz, refresh rate) neu gezeichnet werden muß. Diese Bildwiederholungsfrequenz liegt je nach Gerät zwischen 16 und 60 Hz; das bedeutet, daß das gesamte graphische (Intern-) Programm zwischen 16 und 60 mal pro Sekunde verarbeitet werden muß. Der Speicherbereich, der das graphische Programm für die Bildwiederholung enthält, heißt Bildwiederholungsspeicher. Er kann entweder im Bildsichtgerät selbst untergebracht sein oder es ist im Speicher der gekoppelten Rechenanlage ein Teil für die Bildwiederholung reserviert. Seine Größe liegt zwischen 1 k₁₆ und 8k₁₆.

Es gibt Sichtgeräte, die nur die Ausgabe von Texten gestatten. Man spricht dann von Textsichtgeräten. Diese Geräte sind mit einem sogenannten Zeichengenerator ausgestattet, der nach (im wesentlichen) zwei verschiedenen Prinzipien konstruiert sein kann. Im einen Fall löst ein aus dem Bildwiederholungsspeicher in den Zeichengenerator gelangendes Zeichen, sagen wir 'A', den Ablauf einer "Steuerkette" derart aus, daß 'A' vom Kathodenstrahl auf dem Bildschirm wie mit einem Griffel "geschrieben" wird. Die Buchstaben werden dabei aufgebaut (je nach Gerät) aus Punkten, Geradenstücken oder aus Teilen

von Lissajou'schen Figuren. Im anderen Fall wird der Kathodenstrahl über eine in die Röhre eingebaute Maske gelenkt, welche dem Strahl das Profil des gewünschten Buchstabens verleiht. Dieses Verfahren arbeitet sehr schnell und liefert ein Schriftbild höchster Qualität. Es ist aber wegen der Kompliziertheit des notwendigen Ablenk- und Reflektionssystems sehr teuer.

Komfortablere Geräte sind neben dem Zeichengenerator mit einem Strecken- oder Vektorgenerator ausgestattet, der die Ausgabe von graphischen Darstellungen ermöglicht. Der Streckengenerator bietet die Möglichkeit irgend zwei Punkte (x_1, y_1) und (x_2, y_2) des Bildschirms durch eine Strecke zu verbinden. Man sagt, daß der Strahl absolut positioniert wird, wenn im zugehörigen graphischen Programm das 4-Tapel x_1, y_1, x_2, y_2 auftritt. Der Strahl wird dagegen inkremental positioniert, wenn in einem entsprechenden graphischen Befehl nur das Zahlenpaar $\Delta x, \Delta y$ auftritt. Im letzteren Falle wird, wenn der Strahl vor Ausführung des Befehls auf den Punkt (x, y) positioniert war, ein Geradenstück von (x, y) nach $(x + \Delta x, y + \Delta y)$ gezeichnet; der Strahl ist dann auf den Punkt $(x + \Delta x, y + \Delta y)$ positioniert.

Es gibt Geräte, die sowohl absolutes als auch inkrementales Positionieren gestatten.

Inkrementales Positionieren ist vorteilhaft, wenn ein Bild darzustellen ist, das mehrere gleiche, lediglich zueinander parallelverschobene Teilbilder enthält. Ein Beispiel hierfür sind etwa die Bilder für Dioden in elektrischen Schaltplänen.

2. Beispiel für die Codierung eines graphischen Programms

Es ist angebracht, an dieser Stelle ein Beispiel eines Codes für ein graphisches Programm zu geben. Es werde dabei angenommen, daß das zur Verfügung stehende Gerät mit drei Zeichengeneratoren verschiedener Belegung und einem Streckengenerator ausgestattet sei. Das Gerät erlaube es, durch Programm den Kathodenstrahl an- bzw. abzuschalten, gebe aber nicht die Möglichkeit, die Intensität

des Strahls zu verändern. Wird Text ausgegeben, so kann der Abstand zweier Zeichen in einer Zeile variiert, die Buchstabengröße um einen gewissen Faktor verändert und zwischen Kursiv- und Normalschrift gewählt werden.

Werden Strecken "gezeichnet", so können diese sichtbar oder unsichtbar "gezeichnet" werden, je nachdem der Kathodenstrahl an- oder abgeschaltet ist. Darüber hinaus soll es möglich sein, gewisse Text- oder Bildteile flackern zu lassen.

Ein graphisches Internprogramm, wie es im display file enthalten sein muß, ist hier eine Folge von Teilprogrammen, von denen jedes mit einem sogenannten Steuerkopf, bestehend aus 6 Hexaden, beginnt. Abbildung 1 zeigt das Prinzip, nach dem ein solches Teilprogramm aufgebaut ist. Der Steuerkopf wird eingeleitet mit einer speziellen Steuerhexade, die man auch "Fluchtsymbol" nennen könnte. Sie dient der Normierung der Elektronik auf einen Anfangszustand. Auf diese spezielle Steuerhexade folgen drei Positionshexaden, welche einen Anfangspunkt A spezifizieren, an dem mit dem Zeichen des durch das Teilprogramm gegebenen Teilbildes (-textes) begonnen wird.

Dabei gilt für den Punkt A = (x, y)

$$x = \sum_{i=1}^9 x_i 2^{9-i}, \quad y = \sum_{i=1}^9 y_i 2^{9-i}$$

mit $x_i, y_i \in \{0, 1\}$. Durch die erste der drei Positionshexaden wird der anzusteuernde Anfangspunkt bereits auf 87 % genau angegeben. Diese Verschlüsselungsmethode, die übrigens bei allen Positionsangaben in diesem Code verwendet wird, ist deshalb bei serieller Übertragung der Hexaden von Vorteil.

Nach den Positionshexaden folgen im Steuerkopf zwei Funktionshexaden 1 und 2. Erstes, fünftes und sechstes Bit (ZG_1, ZG_2, ZG_3) der Funktionshexade 1 dienen der Auswahl des Zeichengenerators, falls Text ausgegeben werden soll. Selbstverständlich darf nur einer der drei Zeichengeneratoren spezifiziert sein. Das zweite Bit (KG) dieser Hexade gibt an, ob der Text kursiv oder normal ausgegeben werden soll, während das dritte Bit (FL) eine Angabe darüber enthält, ob der nachfolgende Text (bis zum nächsten Steuerkopf) oder das erste Geradenstück des nachfolgenden Streckenzugs flackern soll oder nicht.

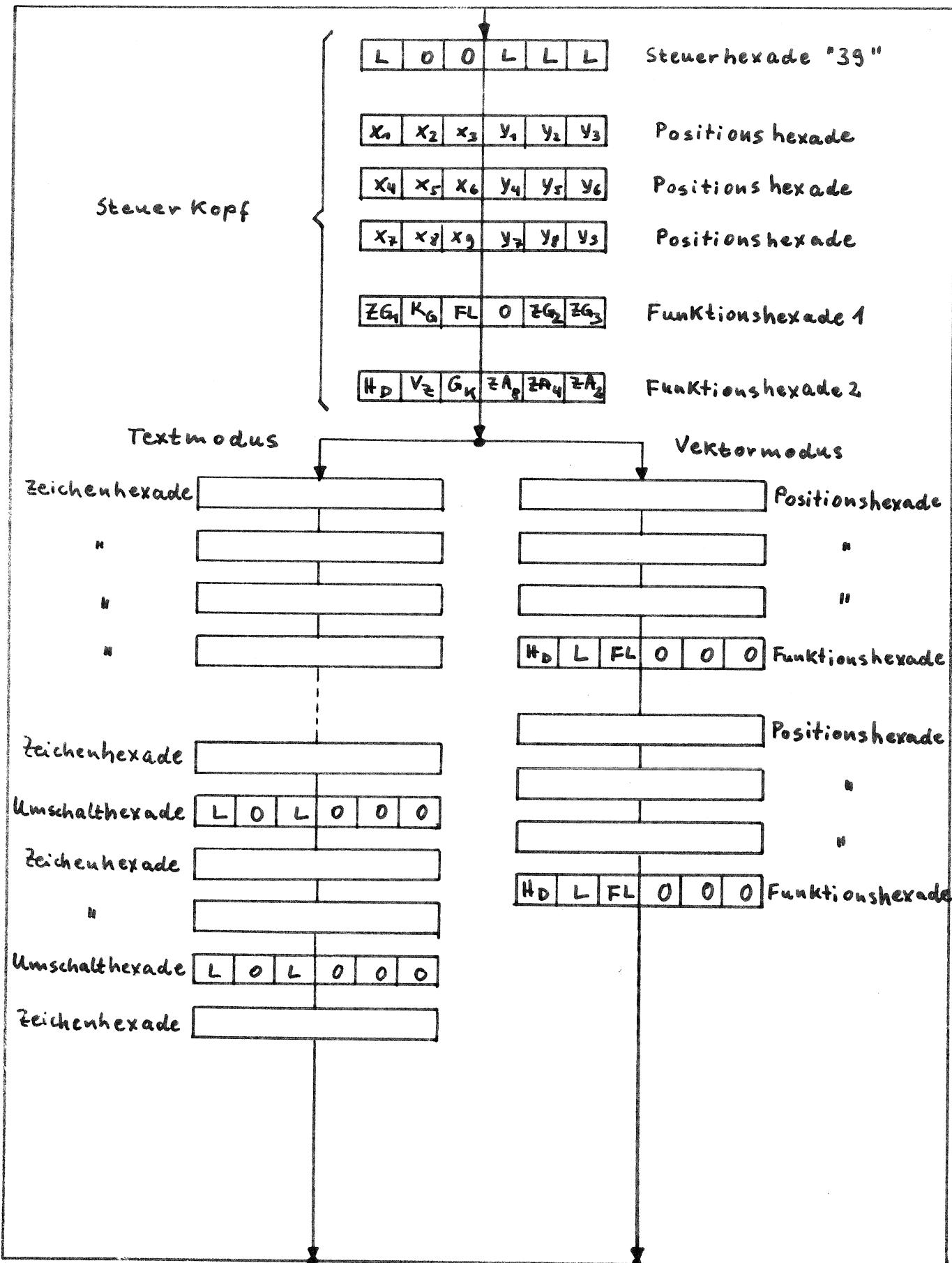


Abb. 1

Das erste Bit (H_D) der Funktionshexade 2 gibt an, ob das erste Geradenstück eines Streckenzuges sichtbar oder unsichtbar zu "zeichnen" ist. Das zweite (V_z) enthält die Angabe, ob Texte oder Streckenzüge zu zeichnen sind; man spricht dementsprechend von Textmodus oder Vektormodus.

Das dritte Bit (G_K) der Funktionshexade 2 gibt an, ob normale Buchstabengröße zu nehmen ist oder ob die Buchstaben um den Vektor 1.3 zu vergrößern sind.

Die letzten drei Bit (Z_A_8 , Z_A_4 , Z_A_2) regeln den Abstand zweier in einer Zeile aufeinanderfolgender Buchstaben. Es ist selbstverständlich, daß sich gewisse Forderungen gegenseitig ausschließen. Es ist zum Beispiel nicht sinnvoll, Vektormodus und Kursivschrift gleichzeitig zu verlangen.

Wurde der Textmodus gewählt, dann werden die auf den Steuerkopf folgenden Zeichenhexaden (bis zum nächsten Steuerkopf) als Buchstaben interpretiert. Die Buchstaben werden alle in eine Zeile, deren Anfang durch die Positionsangabe im Steuerkopf gegeben ist, geschrieben. Zwischen den Zeichenhexaden können spezielle Umschalthexaden auftreten, die von Kleinauf Großschreibung (Faktor 1.3) und umgekehrt umschalten. Der Zeichenwechsel muß mit Hilfe eines neuen Steuerkopfes realisiert werden.

Wurde dagegen der Vektormodus gewählt, so müssen auf den Steuerkopf Gruppen von jeweils 4 Hexaden folgen. Die ersten drei Hexaden einer solchen Vierergruppe dienen der Positionsangabe eines Punktes. Zwei im Code-string aufeinanderfolgende Punkte werden durch eine Strecke verbunden. Anfangspunkt des so entstehenden Streckenzuges ist der im Steuerkopf spezifizierte Punkt. Die vierte Hexade einer Vierergruppe enthält die Angaben sichtbar oder nicht sichtbar (H_D) bzw. flackern oder nicht flackern (FL), diese Angaben beziehen sich jeweils auf die nächste zu zeichnende Strecke.

3.) Tastatur und Rollkugel

Besitzt nun das Bildsichtgerät eine alphamerische Tastatur, dann eignet sich dieses Gerät ausgezeichnet für den Dialogbetrieb. Ein Vorteil des Bildsichtgeräts gegenüber dem Fernschreiber ist zum Beispiel, daß bei Textverarbeitung fehlerhafte Texte nach

Ausführung einer Korrektur zum Verschwinden gebracht werden können, was bei einem Fernschreiberprotokoll nicht möglich ist.

Soll ein Zeichen eines Textes mit Hilfe der Tastatur eingegeben werden, so muß durch eine spezielle Schreibmarke der Punkt am Bildschirm markiert sein, an dem das Zeichen zu "schreiben" ist. Diese Schreibmarke kann durch Spezialtasten auf die gewünschte Position gebracht werden. Werden diese Spezialtasten nicht betätigt, so springt die Schreibmarke nach Eingabe des Textzeichens auf die nächste Zeichenposition der Textzeile oder falls dies nicht möglich, auf den Anfang der nächsten Zeile. Die Korrektur eines Zeichens wird durch einfaches Überschreiben realisiert, d. h. im display file ist eine entsprechende Ersetzung vorzunehmen. Dabei ist es wesentlich zu wissen, ob der Bildwiederholungsspeicher, also der display file, im Speicher der Rechenanlage oder im Sichtgerät untergebracht ist.

Im ersten Fall wird jedes einzelne Zeichen, das von der Tastatur abgegeben wird, direkt an die Rechenanlage übertragen (i.A. über den Fernschreibmultiplexer), während im zweiten Fall der gesamte, eventuell mehrfach korrigierte Inhalt des display file auf einen speziellen Tastendruck hin an die Rechenanlage übertragen wird.

Neben den gewöhnlichen alphamerischen Tasten besitzen viele Geräte bis zu 32 Funktionstasten. Funktionstasten werden in erster Linie dann gebraucht, wenn mit Lichtgriffel oder Rollkugel gearbeitet wird. Das Drücken einer Funktionstaste löst die Übertragung eines speziellen, nicht-alphamerischen Zeichens aus. Während die Bedeutung der von der alphamerischen Tastatur ausgesandten Zeichen in einem gewissen Sinne unveränderlich ist, kann den von den Funktionstasten ausgesandten Zeichen vom Programmierer eine spezielle Bedeutung zugeordnet werden. Zum Beispiel können auf diese Weise durch Tastendruck Unterprogramme aufgerufen werden.

Der große Vorteil der Bildsichtgeräte ist, daß sie (bei geeigneter Konstruktion) nicht nur Dialoge ermöglichen, bei denen Information in der Form von Text, bestehend aus alphamerischen Zeichen, ausgetauscht wird, sondern auch Dialoge, bei denen Information als Bild, also in graphischer Form, mitgeteilt werden kann. Die graphische

Eingabe kann dabei mit einer Rollkugel realisiert werden. Sie besteht aus einer freidrehbaren Kugel in einem Gehäuse, aus dem sie zum Teil hervorragt; sie kann mit der Hand gegenüber einer Unterlage verschoben werden. Die Stellung der Rollkugel wird durch eine sogenannte Rollkugelmarke am Bildschirm sichtbar gemacht. Die Verschiebungen der Rollkugel (bei denen sie nicht auf der Unterlage gleiten darf) entsprechen der Verschiebung der Rollkugelmarke im Maßstab 1:1. Die vom Codegeber der Rollkugel erzeugten Werte werden mit 200 Bd über den Fernschreibmultiplexer an die Rechenanlage weitergegeben. Die Tastatur ist während der Rollkugel-eingabe i.A. blockiert. Durch die Übertragungsrate von 200 Bd und die Geschwindigkeit, mit der die Rollkugel verschoben wird, ist die "Dichte" der eingegebenen Punkte bestimmt.

Existiert eine geeignete software, dann kann mit der Rollkugel am Bildschirm gezeichnet werden wie mit einem Bleistift auf Papier.

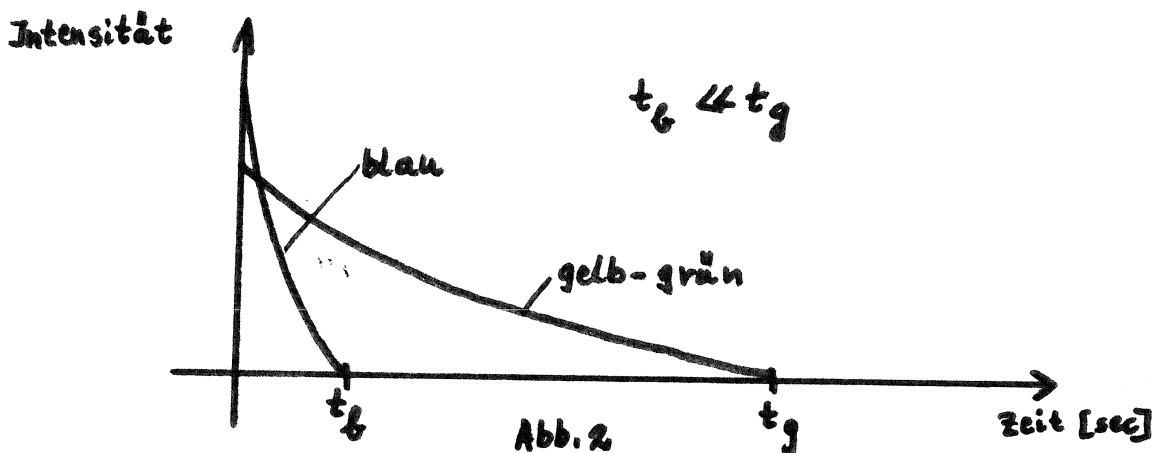
Die Rollkugel kann lediglich Koordinatenwerte, also Zahlenpaare liefern. Die zusätzliche Verwendung von Funktionstasten gestattet es jedoch, diese Zahlenpaare verschiedenen Interpretationen zu unterwerfen.

Man kann etwa daran denken, einen Teil eines Bildes, etwa ein Geradenstück, welches am Bildschirm sichtbar ist, dadurch zu "bezeichnen", daß man die Rollkugelmarke auf dieses Geradenstück setzt, daß man also durch "Deuten" mit der Rollkugelmarke aus einer Menge von Strecken die gewünschte auswählt. Es ist klar, daß hierzu ein ziemlicher Aufwand an software nötig ist. Gerade das "Bezeichnen" von Objekten durch "Deuten" läßt sich aber mit dem sogenannten Lichtgriffel bequemer, d.h. mit geringerem Aufwand an software und mit kürzeren Rechenzeiten, realisieren.

4. Lichtgriffel

Der Lichtgriffel ist eine bleistiftförmige Röhre, welche eine Photozelle enthält. Diese Photozelle kann, wenn durch die Öffnung in der Spitze des Griffels Licht auf sie fällt, einen Impuls auslösen, der von der Rechenanlage in geeigneter Weise interpretiert werden kann.

Um die Funktion des Lichtgriffels genauer darstellen zu können, muß etwas weiter ausgeholt werden: Der Bildschirm eines Sichtgerätes, an dem mit einem Lichtgriffel gearbeitet werden soll, muß mit einer besonderen fluoreszierenden Schicht belegt sein. Das von dieser Schicht ausgesandte Fluoreszenzlicht muß einen sehr rasch abklingenden, blauen und einen langsam abklingenden, gelb- grünen Anteil haben (vgl. Abb. 2)



Die Photozelle im Lichtgriffel ist nun so ausgelegt, daß sie nur auf den blauen, nicht aber auf den gelb-grünen Anteil reagiert. Die Bildwiederholungsfrequenz darf dabei nicht wesentlich größer als $\frac{1}{t_b}$ sein: es ist dann sichergestellt, daß, wenn mit dem Licht-

griffel am Bildschirm auf eine leuchtende Stelle gedeutet wird, ein "scharfer" Impuls entsteht, der eindeutig einem Bild zugeordnet werden kann, dessen zeitliche Länge also kürzer als eine Bildwiederholungsperiode ist.

Da andererseits das menschliche Auge am stärksten auf den gelb-grünen Anteil des Lichtes reagiert und die Bildwiederholungsfrequenz wesentlich größer als $\frac{1}{t_g}$ sein darf, ist das Bild für das menschliche Auge immer noch flimmerfrei.

Der von Lichtgriffel erzeugte Impuls bewirkt zwei Dinge:

- 1.) Der augenblickliche Stand des display-file-Zählers D wird in einem speziellen, abfragbaren Register sichergestellt.
- 2.) Ein Interrupt wird ausgelöst.

Nehmen wir nun an, daß die Grunddaten eines Bildes, welches aus gewissen Elementen A_i ($i=1, 2, \dots$) aufgebaut ist, in der CPU vorhanden sind.

Eine geeignete Displayroutine habe den displayfile anhand der Grunddaten so aufgebaut, daß jedem Element A_i ein gewisses Teilprogramm entspricht, zu dessen Anfang der display-file-Zählerstand B_i gehört. Gleichzeitig habe diese Routine zu jeder Adresse eines Elementes A_i den zugehörigen Zählerstand B_i in die sogenannte Korrelationstafel eingetragen (vgl. Abb. 3). Bei einem Lichtgriffel-interrupt wird nun der eben sichergestellte display-file-Zählerstand mit den Anfängen B_i der Teilprogramme verglichen: Für genau ein i gilt dann $B_i \leq D < B_{i+1}$. Damit kann dann über die Korrelationstafel ein bei den Grunddaten eingetragenes Element identifiziert werden und so aus der Menge der übrigen Elemente für irgendeinen Verarbeitungsvorgang ausgewählt werden.

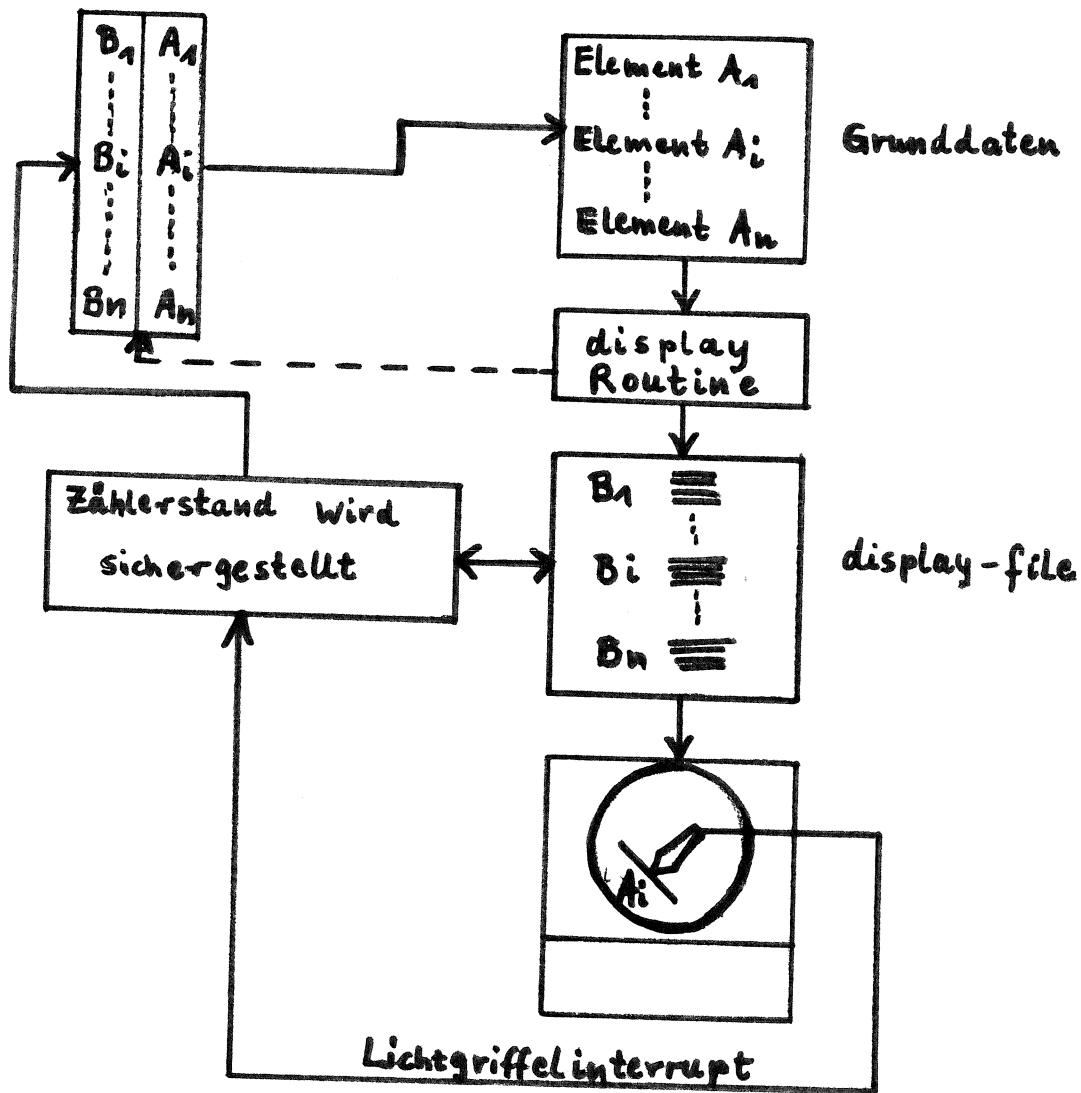


Abb. 3