

MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet Budapest



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA
SZÁMITÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓ INTÉZETE

BESCHRIFTUNG UND BEMASSUNG VON AUTOMATISCH
ERSTELLTEN ZEICHNUNGEN UNTER BENUTZUNG
DES GRAPHISCHEN DIALOGS

DR ADOLF KOTZAUER

Wilhelm-Pieck-Universität Rostock,
Rechnenzentrum

Tanulmányok 79/1978.

A kiadásért felelős:

DR VÁMOS TIBOR

ISBN 963 311 064 5

ISSN 0324-2951

Der Bericht entstand während eines 6-monatigen Aufenthaltes des Verfassers am Institut für Rechentechnik und Automatisierung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Allen Kollegen des Instituts sei an dieser Stelle für die regen Diskussionen und Hinweise zu dieser Problematik gedankt. Alle ihre Meinungen und Gedanken sind verarbeitet und in dem Bericht aufgenommen worden. Besonderen Dank gebührt dabei meinem Betreuer G. K r a m m e r, dessen Gedanken zur Weiterführung der Arbeiten sehr wertvoll sind.

A. Kotzauer

I N H A L T

| | |
|--|----|
| 1. Einführung | 5 |
| 2. Problemstellung | 7 |
| 3. Beschriften und Bemessen im Dialog | 9 |
| 3.1. Begriffe | 9 |
| 3.2. Menüs der Masselemente | 11 |
| 3.3. Dialogaktivitäten des Nutzers | 13 |
| 4. Vorschlag einer Realisierung | 16 |
| 4.1. Menü der Grundelemente | 16 |
| 4.2. Menü des Positionierens und Darstellens für Grundelemente | 20 |
| 4.3. Bemerkungen zu weiteren Menüs | 28 |
| 5. Ausblick und einige Probleme | 29 |
| Literatur | 32 |

1. Einführung

Für viele Anwendungszwecke verliert eine Zeichnung an Informationsgehalt, wenn sie nicht mit zusätzlichen Textinformationen und/oder Bemassungsinformationen versehen sind. Dabei ist es gleichgültig, wie diese Zeichnung erstellt wurde, manuell oder automatisch /d.h. mit Rechenautomat und zugehörigen graphischen Geräten/. Für die weiteren Betrachtungen soll generell vorausgesetzt werden, dass die Zeichnung automatisch erstellt wurde.

Nun gilt es zu untersuchen, wie weit dieser automatische Prozess auch für die Beschriftung und Bemassung nutzbar gemacht werden kann. Dabei können zwei extreme Standpunkte eingenommen werden.

1. Manuelle Beschriftung und Bemassung, d.h. der automatische Prozess der Zeichnungserstellung wird nicht für die Beschriftung und Bemassung genutzt.
2. Automatische Beschriftung und Bemassung, d.h. der Beschriftungs- und Bemassungsprozess erfolgt mit Unterstützung des Prozesses der Zeichnungserstellung automatisch.

Brauchbare Lösungen liegen nach unseren Erfahrungen zwischen beiden Standpunkten. Dabei sind einerseits die zur Verfügung stehenden Mittel, besonders der graphische Dialog, voll auszunutzen, aber andererseits ist auch die schöpferische und komplexe Denkweise des Menschen, geschult durch jahrzehntelange Erfahrung, zu berücksichtigen. Ein solches Zusammenwirken ermöglicht der graphische Dialog.

Für die Realisierung eines Prozesses muss man zunächst seine wichtigsten Charakteristika kennen. Für den Beschriftungs- und Bemassungsprozess sind dies die folgenden:

- Es gibt eine grosse Vielfalt von Elementen für die Beschriftung und Bemassung mit teilweise sehr unterschiedlichen Bedeutungen in den einzelnen Industriezweigen.

Trotzdem lassen sich eine bestimmte Menge von Elementen und vor allem einige Grundprinzipien für den Beschriftungs- und Bemassungsprozess angeben, die die Basis für eine Realisierung bilden und dem Anwendungsprogrammierer eine leichtere Lösung seiner konkreten Aufgaben ermöglichen.

- Es existieren sehr viele /Standard-/ Regeln für die Beschriftung und Bemassung von Zeichnungen.

Für eine effektive Arbeit auf einem Rechenautomaten ist eine Realisierung aller dieser Regeln nicht möglich. Ferner haben wir festgestellt, dass in vielen Industriezweigen nicht alle dieser Regeln benutzt werden.

- Es sollte immer zwischen dem Darstellungsprozess und dem Beschriftungs- und Bemassungsprozess unterschieden werden.

Wir werden sehen, dass die Nacheinanderausführung beider Prozesse viele Vorteile hat.

Es stellt sich immer mehr heraus, dass neben der automatischen Beschriftung und Bemassung von einfachen Objekten und speziellen Fällen der graphische Dialog für die Beschriftung und Bemassung von komplizierten Ansichten und Objekten eine zentrale Rolle spielt. Unsere Untersuchungen ergaben, dass mit wenigen Aktivitäten des Nutzers am Bildschirm /maximal 3 Stück pro Bildelement/ die Beschriftung und Bemassung leicht ausführbar wird. Dies wird durch praktische Realisierungen in Rostock bestätigt. Auf Grund der dort erhaltenen Erfahrungen wird im Abschnitt 4 ein Vorschlag für eine Realisierung angegeben. Er enthält die Ergebnisse und Erfahrungen, die bei der Nutzung in Rostock gesammelt werden konnten, und kann folglich als eine Weiterentwicklung angesehen werden. Für seine Ausführung auf einer konkreten Anlagenkonfiguration sind die üblichen Funktionen eines interaktiven graphischen Programmpakets ausreichend.

2. Problemstellung

Die manuelle Erstellung einer beschrifteten und bemassten Zeichnung von einem Objekt erfolgt in zwei Schritten:

1. Erzeugen einer Zeichnung von dem Objekt bzw. aus seiner Beschreibung.
2. Beschriften und Bemassen dieser Zeichnung.

Für einige Anwendungen /z.B. Ansicht eines Stadtteils für architektonische Zwecke/ ist Schritt 2 nicht notwendig; jedoch für die meisten Anwendungen liegt die Bedeutung gerade im Schritt 2 /z.B. Fundamentplan, Rohrleitungsisometrie/.

Die Erstellung einer beschrifteten und bemassten Zeichnung von einem Objekt mit rechen-technischen Hilfsmitteln erfolgt in drei Schritten:

1. Erzeugen eines Bildes aus der Beschreibung des Objektes.
2. Beschriften und Bemassen dieses Bildes.
3. Erzeugen einer Zeichnung /bzw. Hardcopy/ von dem beschrifteten und bemassten Bild.

Diese Vorgehensweise ergibt sich aus der Arbeitsweise der graphischen Geräte und ihren Möglichkeiten, die sie besitzen. Sie ist eine Lösungsvariante der vorgegebenen Aufgabenstellung und liefert folgende Vorteile und Erleichterungen:

- Schritt 1 und 3 können automatisch ausgeführt werden; für einfache /Standard-/ und Spezialfälle ist dies auch für Schritt 2 möglich;
- Durch den graphischen Dialog erhält der Mensch ein brauchbares Hilfsmittel zur effektiven Erstellung beschrifteter und bemasster Bilder für komplizierte, automatisch nicht lösbare Fälle;

- Aus der Beschreibung eines Objektes können gute Unterstützungen für die Ausführung der Beschriftung und Bemassung ermittelt werden /z.B. Ermittlung von Masszahlen/.
- Die Aufteilung in diese drei Schritte ist für die Segmentierung des gesamten Prozesses und für die Anwendungen gut geeignet, z.B. kann jeder dieser Schritte zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt und/oder in einem unterschiedlichen Programmjob ausgeführt werden; kann dieser oder jener Schritt für spezielle Anwendungen weggelassen werden; können industrie-zweig-abhängige Besonderheiten ohne grossen Aufwand aufgenommen werden.

Nach unseren bisherigen Erkenntnissen und Erfahrungen lässt sich Schritt 2 in enger Zusammenarbeit mit dem Menschen, d.h. im Dialog, effektiv lösen. Dazu müssen die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel Anforderungen aus inhaltlicher und aus arbeitstechnischer Sicht genügen.

Inhaltliche Anforderungen:

1. Weitestgehende Berücksichtigung der herkömmlichen Prinzipien und Standards für die Beschriftung und Bemassung.
2. Einfache Realisierung der üblichen Standardfälle, aber auch eine ansprechende Realisierung der seltenen und abwegigen Fälle .
3. Der Nutzer darf nicht mit Ballast belastet werden, z.B. Bereitstellung nur der Elemente, die dem Arbeitsfeld bzw. dem Industriezweig des Nutzers entsprechen.
4. Einfache Möglichkeiten der Erweiterung zur Verfügung stellen, z.B. Aufnahme von neuen Bemassungselementen.

Arbeitstechnische Anforderungen:

1. Eine flüssige Arbeitsweise des Nutzers ist zu garantieren, d.h. Bemessung der Dialogaktivitäten des Nutzers, damit er sich voll auf sein Problem konzentrieren kann.
2. Gewährleistung einer sicheren Arbeitsweise /auch bei falschen und unmöglichen Aktivitäten des Nutzers/ und einer

ständigen Kontrolle der ausgeführten Aktivitäten und ihrer Korrektur.

3. Keine Voraussetzungen über rechentechnische Spezialkenntnisse des Nutzers stellen.

Die Prozesse zur Realisierung der Schritte 1 und 3 sind ausreichend bekannt. Dazu existieren umfangreiche Untersuchungen, und für kleinere Problemkreise sind schon gewisse Vereinbarungen meist auf nationaler Ebene /z.B. in der DDR vereinheitlichte Aufrufe für die Zeichenmaschinen-software/ erarbeitet worden. An einem Standard auf internationaler Ebene wird gegenwärtig gearbeitet /s.(1)/.

3. Beschriften und Bemessen im Dialog

3.1. Begriffe

Zur Beschriftung und Bemessung eines Bildes werden zwei Arten von Informationen unterschieden, die Textinformation und die Massinformation.

Die Textinformation besteht aus textlichen Mitteilungen /alphanumerische Zeichenketten/, die sich in der Regel auf das gesamte Bild beziehen. Sie werden auf der Darstellungsfläche dort dargestellt, wo sie die Qualität des Bildes nicht beeinträchtigen. Die Textinformation steht kaum mit den Elementen des Bildes in einem unmittelbaren Zusammenhang. Mit ihr wird in wesentlichen die Beschriftung eines Bildes ausgeführt.

Die Bemessung eines Bildes setzt sich aus der Bemessung einzelner Bildelemente, wie Strecken, Winkel, Kreisbögen, Flächenstücke etc., zusammen. Die dafür notwendigen Informationen zur Bemessung eines Bildelementes werden als Massinformation bezeichnet. Die Massinformation besteht aus Masstext und Mass-element.

Der Masstext enthält die textlichen Mitteilungen, die für die Bemassung eines Bildelementes gebraucht werden. Er entspricht in seinem Aufbau einer Textinformation und kann auch wie diese behandelt werden.

Das Masselement gibt die graphischen Informationen für die Bemassung eines Bildelementes an. Seine Grösse und Lage in der Darstellungsfläche wird durch das Bildelement bestimmt.

Damit steht die Massinformation in einem unmittelbaren Zusammenhang mit den Bildelementen und damit mit dem gesamten Bild. Dies hat Konsequenzen auf die rechnerinterne Darstellung der Massinformationen /z.B. Anfertigung einer Hardcopy/.

Die Vielfalt der Masselemente und ihrer unterschiedlichen Formen in den einzelnen Industriezweigen zwingen zur Aufteilung. Unsere Untersuchungen in mehreren Industriezweigen ergaben, dass sich eine Menge von Masselementen angeben lässt, die überall und mit gleicher Bedeutung verwendet werden. Diese Menge von Masselementen bezeichnen wir als Menge der Grundelemente. Die restlichen industriezweig-bezogenen Masselemente nennen wir Sonderelemente. Diese Menge ist oft noch so umfangreich, dass weitere Aufteilungen notwendig werden, z.B. haben wir für den Maschinenbau noch zusätzlich die Menge der Abweichungselemente eingeführt.

In die Menge der Grundelemente haben wir aufgenommen:

1. das Masselement zur Winkelbemassung,
2. das Diagonalkreuz zur Bemassung von Flächenstücken,
3. das Halbmesserzeichen,
4. alle Masselemente, die aus einer Masslinie mit Masspfeilen oder Masspunkten oder Massstrichen und aus zwei Masshilfslinien oder einer oder keiner Masshilfslinie zusammengesetzt werden können.

Wie die Vielfalt der Masselemente dem Nutzer auf dem Schirm angeboten wird, wird im folgenden Abschnitt dargelegt. Dabei lässt sich die Aufteilung der Masselemente in unterschiedliche Mengen, wie sie oben dargelegt wurde, gut ausnutzen.

3.2. Menüs der Masselemente

Der Dialog ermöglicht es, dem Nutzer die Masselemente in einem Menü anzubieten. Jedoch können aus Platzgründen auf dem Schirm nicht alle Masselemente gleichzeitig erscheinen, so dass auch aus rechentechnischer Sicht eine Aufteilung notwendig wird. Von einer Ideal-Aufteilung soll gesprochen werden, wenn die in 3.1. dargelegte Aufteilung /Modellierungs-Aufteilung/ und die gerade angedeutete Aufteilung /Realisierungs-Aufteilung/ übereinstimmen. Die Ideal-Aufteilung erfüllt die beiden folgenden Forderungen:

- Die Masselemente einer Menge sollen einen abgeschlossenen Teilbereich des Bemassungsprozesses /z.B. Abweichungselemente/ darstellen.
- Der Umfang einer solchen Menge soll so gewählt werden, dass diese Menge in einem Menü auf dem Schirm repräsentierbar ist. In konkreten Realisierungen wird nicht immer die Ideal-Aufteilung erreichbar sein.

Eine weitere Erkenntnis, die als Forderung erhoben werden sollte, ist die Darstellung der Masselemente im Menü in ihrer graphischen Form und nicht als irgendeine ausgewählte Zeichenfolge. Die Vorteile für den Nutzer sind offensichtlich.

Für die graphische Darstellung der Masselemente im Menü haben sich zwei Möglichkeiten als brauchbar erwiesen:

1. Darstellung des Masselementes

Durch Zeigen auf das Masselement /z.B. mit dem Lichtstift/ kann es für die Bemassung benutzt werden.

2. Darstellung der graphischen Grundbestandteile von einigen Masselementen.

Der Nutzer muss dann die gewünschte Form eines Masselementes aus den Grundbestandteilen zusammensetzen. /z.B. durch Lichtstiftauswahl/.

Die zweite Möglichkeit ist vor allem dann zu verwenden, wenn es viele Masselemente gibt, die sich aus einer relativ kleinen Menge von Grundbestandteilen zusammensetzen lassen. Dies trifft z.B. für die Menge der Grundelemente zu.

Damit können dem Nutzer für die Dialogarbeit die Masselemente in einer zweistufigen Menühierarchie angeboten werden. In Abb. 1. wird diese Hierarchie skizziert. Gleichzeitig sind daraus auch die Erweiterungsmöglichkeiten zur Aufnahme neuer bzw. anderer Masselemente erkennbar.

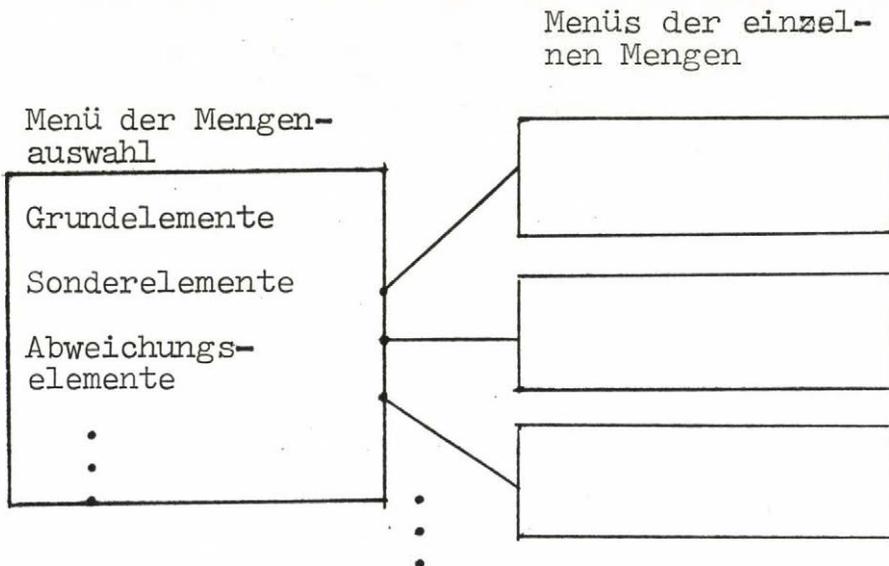


Abb.1.: Menühierarchie der Masselemente

3.3. Dialogaktivitäten des Nutzers

Für die Darstellung der Textinformation enthält jedes interaktive graphische System Möglichkeiten, die für diesen Zweck ausreichend sind. Die dafür notwendigen Aktivitäten des Nutzers lassen sich zusammenfassen in:

1. Angabe der Textinformation
2. Positionierung der Textinformation
3. /nicht immer notwendig/ Korrektur der Textinformation und/oder der Position

Meistens können Texte schon als Bestandteile zum Ausgabeprozess des Bildes im Programm angegeben werden, so dass für den Nutzer noch Korrekturen /d.h. 3. Aktivität/ und Ergänzungen im Dialog notwendig werden. In /1/ sind vielfältige Möglichkeiten der Angabe von Textinformationen beschrieben, jedoch sind für die Beschriftung von Zeichnungen auch schon Standardlösungen /z.B. zwei Zeichengrößen und die horizontale und die vertikale Schreibrichtung/ ausreichend.

Die Darstellung der Massinformation zerfällt in die Darstellung des Masstextes und in die Darstellung des Masselementes. Obwohl Masstext und Masselement durch ihre Lage am Bildelement zusammengehören, bilden doch beide relativ selbständige Einheiten und müssen auch im System separat behandelt werden /z.B. bei der Erstellung einer Hardcopy/. Deshalb ist es sinnvoll, die Darstellung beider zu trennen, vorausgesetzt, dass bei der Darstellung eines Masselementes nicht automatisch ein zugehöriger Masstext erscheint. Der Masstext kann im Dialog wie eine Textinformation behandelt werden.

Für die Darstellung des Masselementes im Dialog ist es wichtig, dass, wenn der Nutzer ein Masselement ausgewählt hat, dieses an der gewünschten Stelle im Bild sofort erscheint. Dies kann mit drei Dialogaktivitäten gelöst werden:

1. Auswahl des Masselementes
2. Positionieren des Masselementes
3. Darstellen des Masselementes

Das Darstellen eines Masselementes ist ein automatischer Prozess, d.h. er muss nur durch Aktivierung einer Lichttaste /eine Elementaraktion/ vom Nutzer angestossen werden.

Für die Auswahl eines Masselementes sind in 3.2. zwei brauchbare Möglichkeiten vorgestellt worden, die mit wenigen Elementaraktionen des Nutzers am Bildschirm einfach realisiert werden können.

Durch das Positionieren wird ein ausgewähltes Masselement einem Bildelement zugeordnet und damit gleichzeitig seine endgültige Gestalt im Bild festgelegt. Die Bestimmung der Positionspunkte kann mit der Gerätetechnik des Bildschirms /z.B. Rollkugel und Lichtkreuz, Lichtstift/ erfolgen. Um Ungenauigkeiten bei der Anfertigung einer Hardcopy /z.B. eine Vergrößerung auf einer Zeichenmaschine/ zu vermeiden, empfiehlt es sich, eine Möglichkeit zu schaffen, die eine genaue Verbindung zwischen den Punkten des Bildelementes und den Positionspunkten des zugehörigen Masselementes herstellt.

Die Arbeitsweise: Auswahl, Positionieren und Darstellen eines Masselementes, wird bei der Bemassung eines jeden Bildelementes angewendet. Eine Vereinfachung in dieser Arbeitsweise kann noch erreicht werden, wenn ein ausgewähltes Masselement erst an allen dafür vorgesehenen Bildelementen angebracht wird, bevor die Auswahl eines neuen Masselementes erfolgt. Auf diese Weise wird z.B. eine sehr effektive Erzeugung von beliebigen Kettenmassen möglich.

Für die Menüarbeit empfiehlt sich, nach der Auswahl noch ein weiteres Menü aufzunehmen, in dem das Positionieren und Darstellen des Masselementes erfolgen kann. Damit kann die Anzahl der Menüsprünge auf ein Minimum reduziert werden. Für die Bemassung durch Masselemente ergibt sich somit eine 3-stufige Menühierarchie, die in Abb.2 als Menübaum dargestellt ist, wobei angedeutet ist, dass Masselemente aus einem Menü unterschiedliche Menüs zum Positionieren und Darstellen aufrufen können. Bei einer praktischen Realisierung von

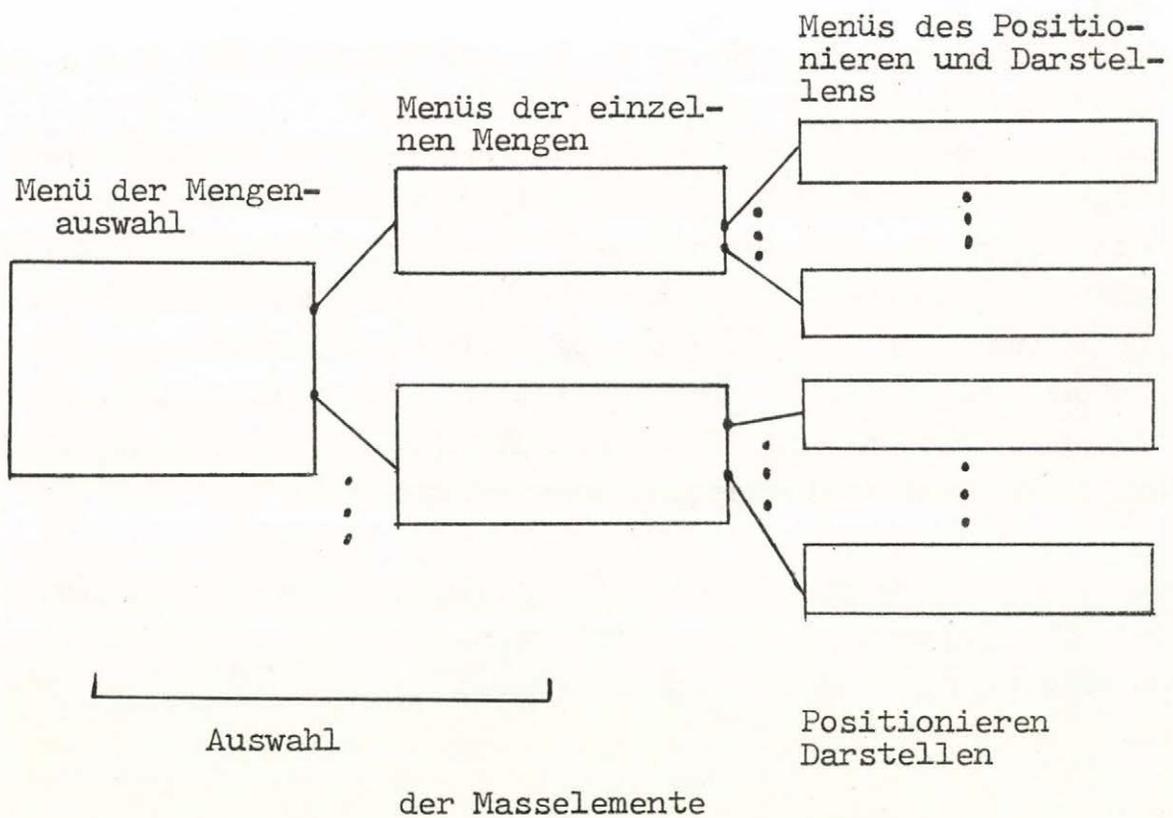


Abb.2. Menühierarchie für die Bemassung durch Masselemente

Masselementen für den Maschinenbau stellte sich jedoch heraus, dass insgesamt zwei unterschiedliche Menüs des Positionierens und Darstellens ausreichten.

Die Elementaraktionen des Nutzers beim Positionieren und Darstellen sind einmal von der Form und Art des Masselementes und zum anderen von den Wünschen und der Vorgehensweise des Nutzers abhängig. Nach entsprechender Einarbeitung kann die Anzahl sehr gering gehalten werden.

4. Vorschlag einer Realisierung

In diesem Abschnitt wird ein Vorschlag für die Bemassung eines Bildes angegeben, der auf Ergebnissen und Erfahrungen einer Realisierungsvariante im DIGRA 73-System beruht. Er kann einerseits als eine Erweiterung und Verbesserung dieser Variante angesehen werden, er wird aber andererseits in einer solchen allgemeingültigen Form dargestellt, dass er mit jedem interaktiven graphischen System realisiert werden kann. Es ist verständlich, dass nur die wesentlichen Gedanken dargelegt werden, zumal dann auch für die einzelnen Details ein konkretes System zugrunde gelegt werden müsste. Ferner erfolgt im wesentlichen eine Beschränkung auf die Angabe und Auswahl der Grundelemente und ihrer Positionierung und Darstellung.

Ein Überblick über die Realisierungsvariante in Rostock ist in /2/ angegeben. Weitere Gedanken, besonders zur automatischen Beschriftung und Bemassung, sind in /3/ und /4/ zu finden.

4.1. Menü der Grundelemente

Dieses Menü dient zur Auswahl der Grundelemente und ist in die 'Menüs der einzelnen Mengen'/s. Abb.1 oder Abb. 2/ einzuordnen. Im 'Menü der Mengenauswahl'/s. Abb. 1 oder Abb. 2/ muss für dieses Menü eine entsprechende Lichttaste vorhanden sein, deren Aktivierung die Darstellung dieses Menüs auf dem

Schirm bewirkt. In Abb. 3 ist das Menü mit seinem Menüelementen angegeben.

In der Masselementzeile /s. Abb. 3/ wird die Information über das ausgewählte Masselement angegeben. In einem Feld der Masselementzeile kann der Namen /angegebene Ziffer oder angegebener Buchstabe/ eines Masselementes oder Grundbestandteiles oder LEER /d.h. '*/ / erscheinen. Für die Eintragung gelten dabei die folgenden Regeln:

1. Die Masselemente 1, 2 oder 3 können nur in das erste Feld /von links/ der Masselementzeile eingetragen werden; das zweite und dritte Feld kann in diesem Falle nicht belegt werden.
2. Die Grundbestandteile, die mit Buchstaben markiert sind /d.h. Masslinien/, können nur in das zweite Feld der Masselementzeile eingetragen werden.
3. Die Grundbestandteile 4 und 5 /d.h. die Masshilfslinien/ können nur in das erste und dritte Feld der Masselementzeile eingetragen werden.
4. LEER /d.h. * / kann in jedes Feld der Masselementzeile eingetragen werden.

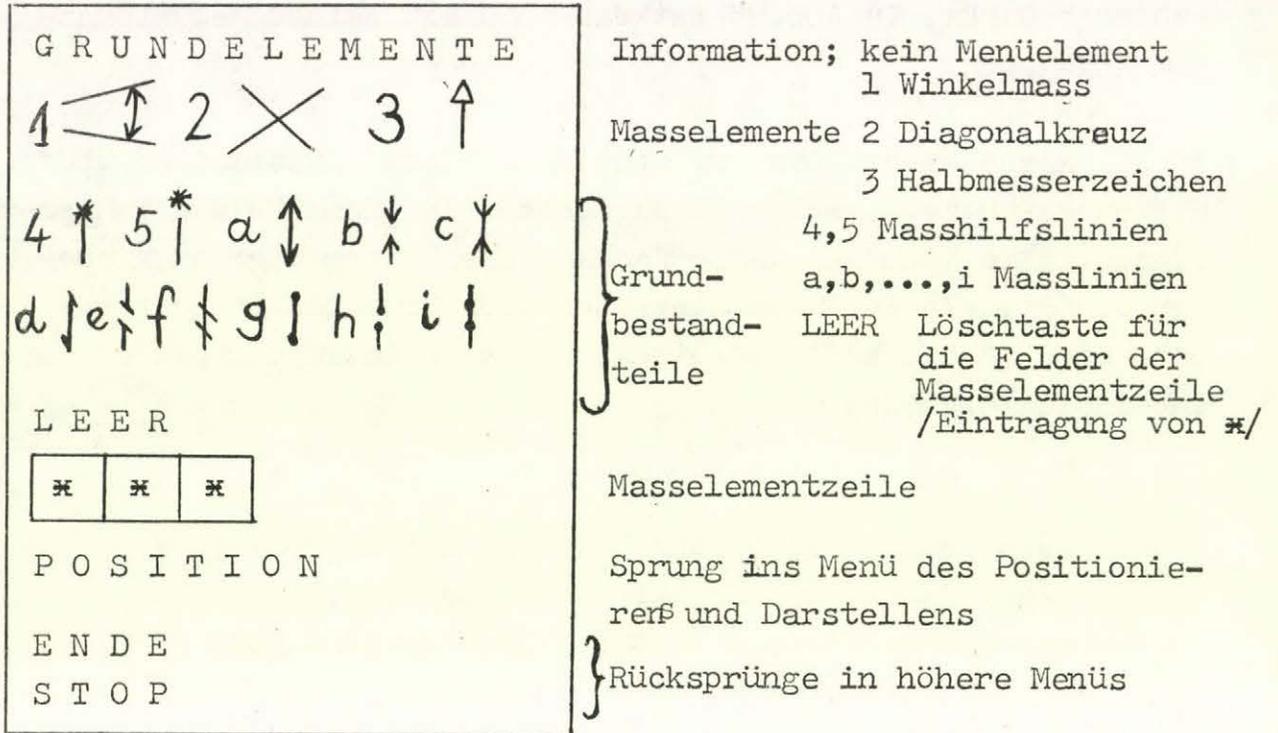


Abb.3: Menü der Grundelemente

Die Standardauswahl eines Masselementes kann in 1-3 Elementaraktionen des Nutzers abgeschlossen werden:

1. Eintragung ins 1. Feld der Masselementzeile durch Zeigen auf LEER oder auf 4 oder 5 oder auf 1,2 oder 3; bei 1, 2 oder 3 ist die Auswahl beendet.
2. Eintragung ins 2. Feld der Masselementzeile durch Zeigen auf a oder b oder ... oder i; falls keine zweite Masshilfslinie gebraucht wird und das 3.Feld der Masselementzeile LEER /d.h. ⌘/ ist, ist die Auswahl beendet.
3. Eintragung ins 3. Feld der Masselementzeile durch Zeigen auf 4 oder 5 oder auf LEER; Auswahl ist beendet.

Bei der Aktivierung des Menüs gilt folgendes:

- Wird das Menü der Grundelemente vom übergeordneten Menü /d.h. vom `Menü der Mengenauswahl', s. Abb. 2/ aktiviert, dann sind die Felder der Masselementzeile LEER /wie in Abb. 3 angegeben/.
- Wird das Menü der Grundelemente von einem untergeordneten Menü /d.h. von einem `Menü des Positionierens und Darstellens', s. Abb.2/ aktiviert, dann stehen in den Feldern der Masselementzeile die Informationen des unmittelbar vorher ausgewählten Masselementes.

In diesem letzten Fall der Aktivierung kann die Auswahl eines neuen Masselementes günstiger über eine Korrektur erfolgen als über die Standardauswahl. Eine Korrektur wird auch notwendig, wenn eine falsche Auswahl eines zulässigen Masselementes /s. Standardauswahl/ erfolgte.

Für die Korrektur eines Feldes der Masselementzeile werden zwei Elementaraktionen benötigt:

1. Zeigen auf das zu korrigierende Feld der Masselementzeile;
2. Zeigen auf das neu einzutragende Element entsprechend den Regeln 1-4; Korrektur ist beendet.

Nach der Auswahl des Masselementes wird durch Zeigen auf P O S I T I O N das zugehörige Menü des Positionierens und Darstellens aufgerufen und auf dem Schirm dargestellt. In diesem Menü erfolgt dann das Positionieren und Darstellen des ausgewählten Masselementes.

Die Lichttasten ENDE und STOP haben in allen Menüs die gleiche Wirkung. Durch Zeigen auf ENDE wird in das unmittelbar übergeordnete Menü /s. Abb.2/ gegangen und durch Zeigen auf STOP in das Dialoghauptmenü, d.h. in unserem Falle wird die Bemassung im Dialog beendet.

4.2. Menü des Positionierens und Darstellens für Grund- elemente

Dieses Menü dient zum Positionieren und Darstellen eines Grundelementes, das gemäss 4.1. ausgewählt wurde. Es wird vom Menü der Grundelemente durch Zeigen auf POSITION /s. Abb. 3/ aufgerufen. Ein ausgewähltes Grundelement kann mehrmals auf dem Bild dargestellt werden, wenn die Aktivitäten des Positionierens und Darstellens entsprechend oft von Nutzer wiederholt werden.

In Abb. 4 ist das Menü mit seinen Menüelementen angegeben. Es beinhaltet nur Aktivitäten zum Positionieren und zum einfachen Darstellen eines Masselementes. Ergänzungen und Erweiterungen werden am Ende dieses Abschnittes angegeben.

| | |
|--------------------------|--|
| POSITION - GRUNDELEMENTE | Information; kein Menüelement |
| WEITER | } Setzen des Lichtkreuzes auf Punkte der Bildelemente |
| ZURUECK | |
| X1 = X3 = | } Positionspunkte P_1, P_2, P_3, P_4 , die in Abhängigkeit des ausgewählten Masse- elementes belegt werden / 2 - 4 Punkte/. |
| Y1 = Y3 = | |
| X2 = X4 = | |
| Y2 = Y4 = | |
| HORI | } <u>horizontale</u> oder <u>vertikale</u> Darstel- lung der Masslinie bezogen auf die untere Bildschirmkante /X-Achse/ |
| VERI | |
| LK-EING = R* | } Positionierung der Masslinien /Ab- stand/ zum Bildelement mit dem Lichtkreuz |
| A | |
| SAMMELN | } Darstellen des Masselementes |
| DARSTELLEN | |
| LOESCHEN | Löschen von dargestellten Massele- menten |
| ENDE | } wie in Abb.3 |
| STOP | |

Abb.4: Menü des Positionierens und Darstellens von
Grundelementen

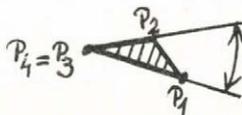
Positionieren der Masselemente: Das Winkelmass und das Diagonalkreuz /Masselemente 1 und 2 in Abb. 3/ benötigen vier Positionspunkte; alle anderen Masselemente, die im Menü der Grundelemente /s. Abb. 3/ gebildet werden können, benötigen zwei Positionspunkte. Die Reihenfolge der Auswahl dieser Punkte ist beliebig; entscheidend ist die Zuordnung zwischen dem ausgewählten Punkt im Bildelement und dem ausgewählten Positionspunkt im Menü. Diese Zuordnung muss der Nutzer treffen. Für die Zuordnung gilt folgendes:

1. Winkelmass:



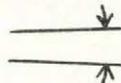
Soll die Standardlänge /z.B. 10 mm/ nicht eingehalten werden, kann durch Zeigen auf LK-EING =, nachdem vorher das Lichtkreuz an die entsprechende Stelle gebracht wurde, ein anderer Platz für den Winkelbogen ausgewählt werden. Die ausgewählte Länge erscheint dann nach LK-EING = in Millimeterangabe /oder einer anderen Masseinheit/, Auf diesen Prozess hat die Markierung beim R oder A keine Bedeutung.

Sonderfall: P_3 und P_4 können zusammenfallen.

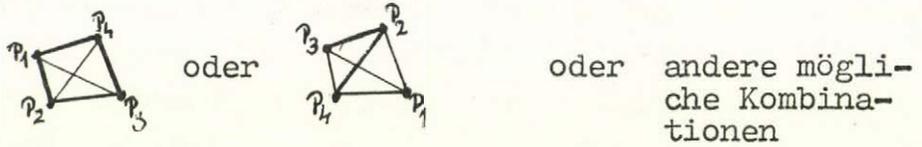


Alle anderen möglichen Sonderfälle sind vom Programm auszuschliessen und dem Nutzer mitzuteilen, damit er dann eine entsprechende Korrektur vornehmen kann.

Für die Darstellung kann noch festgelegt werden, dass, wenn der Winkel kleiner als eine vorgegebene Schranke /z.B. 10° / wird, der Winkelbogen von "ausen" angebracht wird, also



2. Diagonalkreuz:



Die Verbindung ist immer: P_1 und P_3 , P_2 und P_4 .

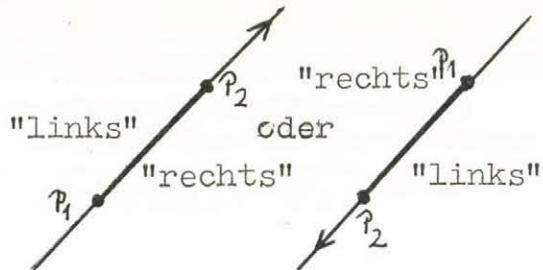
Entartungen /Zusammenfallen von Punkten, u.a./ sind möglich.

3. Halbmesserzeichen:



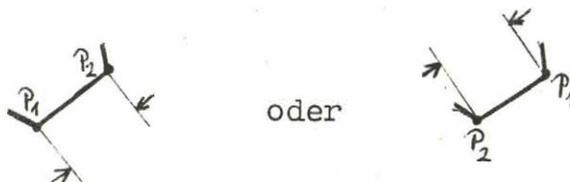
4. Restlichen Masselemente:

Mit der Festlegung von P_1 und P_2 auf dem Bildelement ist eine Richtung bestimmt, nach der das Masselement angetragen wird.



Das Masselement /Masslinie und eventuell Masshilfslinien/ soll immer "rechts" /s. obige Skizze/ angetragen werden.

Beispiel: Würde das Masselement '4b4' /s. Abb. 3/ ausgewählt, so erhält man

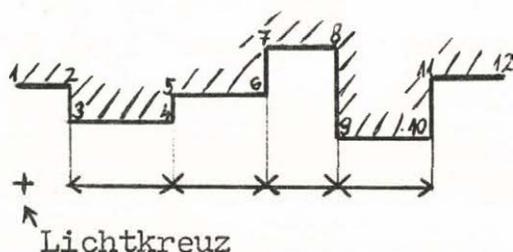


Die Länge der Masshilfslinien hat Standardlänge, falls nicht über LK-EING = eine andere Länge festgelegt wurde. Diese Länge bleibt solange erhalten, bis eine neue ausgewählt wird.

Falls nicht HORI oder VERI markiert ist /mit \ast /, was durch Zeigen auf HORI oder VERI erreicht werden kann, wird die Masslinie parallel zur Verbindungsstrecke $\overline{P_1 P_2}$ gelegt.

Soll die Richtung einer Masslinie für weitere Masslinien beibehalten werden, so ist nach der Angabe von LK-EING = auf A zu zeigen /Markierung von R geht dann auf A über, s. Abb.4/. Dann liegen alle nachfolgenden Masslinien auf der so festgelegten Geraden und die zugehörigen Masshilfslinien werden entsprechend bestimmt. Diese Festlegung ist besonders gut für das Anbringen von Kettenmassen geeignet. Das folgende Beispiel soll dies veranschaulichen, und gleichzeitig wird durch Angabe der Dialogaktivitäten die Arbeitsweise des Nutzers auf diesem Menü aufgezeigt.

Beispiel: Es soll das dargestellte Kettenmass im Dialog erzeugt werden.



Die Numerierung der Punkte wird nur zur Erläuterung der Dialogaktivitäten gebraucht.

Dialogaktivitäten

1. Masselement '4a4' auswählen.
2. Lichtkreuz auf 3 bringen /3-mal WEITER zeigen/ und dann auf $X_1 =$ oder $Y_1 =$ zeigen /Koordinaten von 3 nach P_1 /.
3. Lichtkreuz auf 4 bringen /1-mal WEITER zeigen/ und auf $X_2 =$ oder $Y_2 =$ zeigen /Koordinaten von 4 nach P_2 /.
4. Markierung von HORI oder VERI löschen, falls vorhanden, d.h. Zeigen auf HORI oder VERI; sonst übergehen.

5. Lichtkreuz /z.B. mit Rollkugel/ auf Punkt bewegen, durch den die Gerade für die Masslinien gehen soll, und dann auf LK-EING = zeigen /nach LK-EING = erscheint die Abstandszahl und R erhält π /.
6. Auf A zeigen / π von R nach A/.
7. Auf DARSTELLEN zeigen /Masselement bei 3 und 4 erscheint/.
8. Korrektur des Masselementes auf ' πa_4 '.
9. Auf WEITER zeigen /Lichtkreuz auf 4/ und auf X1 = oder Y1 = zeigen /Koordinaten von 4 nach P_1 /.
10. Lichtkreuz auf 6 bringen /2-mal WEITER zeigen/ und auf X2 = oder Y2 = zeigen /Koordinaten von 6 nach P_2 /.
11. Auf DARSTELLEN zeigen /Masselement bei 4 und 6 erscheint/.
12. Auf WEITER zeigen /Lichtkreuz auf 6/ und auf X1 = oder Y1 = zeigen /Koordinaten von 6 nach P_1 /.
13. Lichtkreuz auf 9 bringen /3-mal WEITER zeigen/ und auf X2 = oder Y2 = zeigen /Koordinaten von 9 nach P_2 /.
14. Auf DARSTELLEN zeigen /Masselement bei 6 und 9 erscheint/.
15. Auf WEITER zeigen /Lichtkreuz auf 9/ und auf X1 = oder Y1 = zeigen /Koordinaten von 9 nach P_1 /.
16. Auf WEITER zeigen /Lichtkreuz auf 10/ und auf X2 = oder Y2 = zeigen /Koordinaten von 10 nach P_2 /.
17. Auf DARSTELLEN zeigen /Masselement bei 9 und 10 erscheint/.

Durch die Markierung von A konnte als Bildelement eine Strecke gewählt werden /z.B. die Strecke von 6 nach 9 für Aktivität 12 - 14/, die nicht im Bild vorhanden ist. Trotzdem ist die gewünschte Lage der Masslinie erhalten worden. In unserem Fall hätte auch der Punkt 7 als P_1 benutzt werden können.

Generell gilt, dass beliebige Punkte des Bildes als Positionspunkte ausgewählt werden können, auch solche, die im Bild nicht durch eine Strecke verbunden sind. Im obigen Beispiel könnten durchaus der Punkt 2 als Positionspunkt P_1 und der Punkt 9 als Positionspunkt P_2 benutzt werden; die Antragung eines Mass-

elementes /z.B. '4a4'/ würde dann entsprechend den vorhandenen Informationen im Menü / z.B. VERI markiert/ erfolgen. Mit dieser Möglichkeit können viele abwegigen Bemessungsfälle realisiert werden.

Nutzung von HORI und VERI: Von diesen beiden Lichttasten kann nur höchstens eine von beiden mit ✕ markiert sein. Unabhängig von der Lage der Positionspunkte wird die Masslinie horizontal /bei Markierung von HORI/ oder vertikal /bei Markierung von VERI/ bezüglich der unteren Bildschirmkante /X-Achse/ angetragen. Der Abstand der Masslinie vom Bildelement kann über LK-EING = variiert werden. In Tab. 1 ist die Nutzung von HORI und VERI veranschaulicht.

| HORI VERI | HORI ✕ VERI | HORI VERI ✕ |
|--------------|----------------|----------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

s Abstand; bei LK-EING = angegeben

Tab.1: Nutzung von HORI und VERI

Die Markierung kann gelöscht werden, wenn auf die markierte Taste gezeigt wird.

Nutzung von LOESCHEN: Wird auf die Taste LOESCHEN gezeigt, so erhält sie die Markierung * und im Bild können die dargestellten Masselemente gelöscht werden, auf die mit dem Lichtstift gezeigt wird. Wird abermals auf LOESCHEN gezeigt, so verschwindet die Markierung und der Löschprozess ist beendet. In diesem Fall empfiehlt es sich, die Markierung blinken zu lassen, damit der Nutzer auf diesen Sachverhalt besonders hingewiesen wird.

Nutzung von SAMMELN: Mit dieser Taste können mehrere Masselemente zu einer Bildeinheit /z.B. ein Segment/ zusammengefasst werden. Dies ist z.B. bei Kettenmassen von Vorteil. Mit dieser Zusammenfassung wird erreicht, dass die Anzahl der Bildeinheiten im Rechner nicht zu gross wird, zumal diese Anzahl in den meisten interaktiven graphischen Systemen beschränkt ist.

Als Vorgehensweise für den Nutzer wird empfohlen, dass bei Zeigen auf SAMMELN das entsprechend ausgewählte und positionierte Masselement in die Bildeinheit eingetragen, aber nicht dargestellt wird. Danach kann das Masselement neu positioniert bzw. sogar ein neues Masselement ausgewählt und positioniert werden. Erst wenn bei einem Masselement auf DARSTELLEN gezeigt wird, wird dieses als letztes in die Bildeinheit eingetragen, und die gesamte Bildeinheit wird dargestellt. Durch Zeigen auf DARSTELLEN wird somit die Bildeinheit abgeschlossen.

Dies hat dann zur Folge, dass beim Löschprozess /Zeigen auf LOESCHEN/ die gesamte Bildeinheit gelöscht wird, wenn mit dem Lichtstift auf ein Masselement gezeigt wird, das zur Bildeinheit gehört.

Ergänzungen: Bei den bisherigen Überlegungen zum Menü des Positionierens und Darstellens wurde der Masstext nicht betrachtet. Besonders Angaben, die sich aus der Beschreibung des Objektes ermitteln lassen /z.B. Abstandsangaben/, können in diesem Menü Berücksichtigung finden.

Einerseits könnten diese Angaben automatisch ermittelt und dargestellt werden. Dies würde bedeuten, dass das Programm für das Darstellen, das durch Zeigen auf DARSTELLEN bzw. SAMMELN aktiviert wird, um einen Programmteil erweitert werden müsste, der diese Angaben aus der Beschreibung des Objektes für das jeweilige Bildelement ermittelt, und der sie nach fest vorgegebenen Regeln als einen Bestandteil in das Masselement eingliedert.

Andererseits könnten diese Angaben vom Nutzer angegeben werden. Dazu wären weitere Tasten im Menü notwendig. So könnte der Nutzer durch Zeigen auf die Taste MASSTEXT = eine Information eingeben /z.B. über die alphanumerische Tastatur/, die als ein fester Bestandteil dem ausgewählten Masselement zugewiesen und nach fest vorgegebenen Regeln zusammen mit diesem Masselement dargestellt wird. Diese Informationen könnte der Nutzer einer "Masstabelle" entnehmen, die vom System zu einem früheren Zeitpunkt /z.B. während des graphischen Ausgabeprozesses/ ermittelt worden ist.

Diese Erweiterungen hängen in starkem Masse von den vorhandenen Informationen in der Beschreibung des Objektes und von den Zugriffsmöglichkeiten zu diesen Informationen während des Dialoges ab. Lösungen in dieser Richtung sollten in Abhängigkeit der Anwendungskomplexe erstellt werden.

Eine weitere Ergänzung wäre, die Positionspunkte P_3 und P_4 mit * * * * zu markieren, wenn diese für das ausgewählte Masselement keine Bedeutung haben. Für den Nutzer wäre eine solche Markierung ein Hinweis für seine Aktivitäten. Auch sollten dann die zugehörigen Tasten im Menü /X3 =, Y3 =, X4 =, Y4 =;

s. Abb.4/ nicht aktivierbar sein.

Eine weitere Hilfe, besonders für den "vergesslichen" Nutzer, wäre die Aufnahme eines "Gedächtnisfeldes" im Menü des Positionierens und Darstellens, in dem der Inhalt der Masselementzeile aus dem Menü der Grundelemente /s. Abb. 3/ angegeben wird.

4.3. Bemerkungen zu weiteren Menüs

Die Menüs für die Sonderlemente sind stark von dem Industriezweig, für den sie benutzt werden sollen, abhängig. Nach unseren bisherigen Erfahrungen in Rostock haben sich hier für die Auswahl der Masselemente vor allem Menüformen bewährt, die auf der ersten Auswahlmöglichkeit /s.3.2./ basieren. Als ein Beispiel sei in Abb. 5 ein Menü für die Abweichungselemente des Maschinenbaus angegeben. Dabei erhält das jeweils ausgewählte Masselement eine Markierung /z.B. #/, die erst dann ihren Platz im Menü ändert, wenn die Auswahl eines anderen Masselementes vorgenommen wird. Eine ähnliche Form wie in Abb. 5 können auch die Menüs für die anderen Sonderlemente aufweisen.

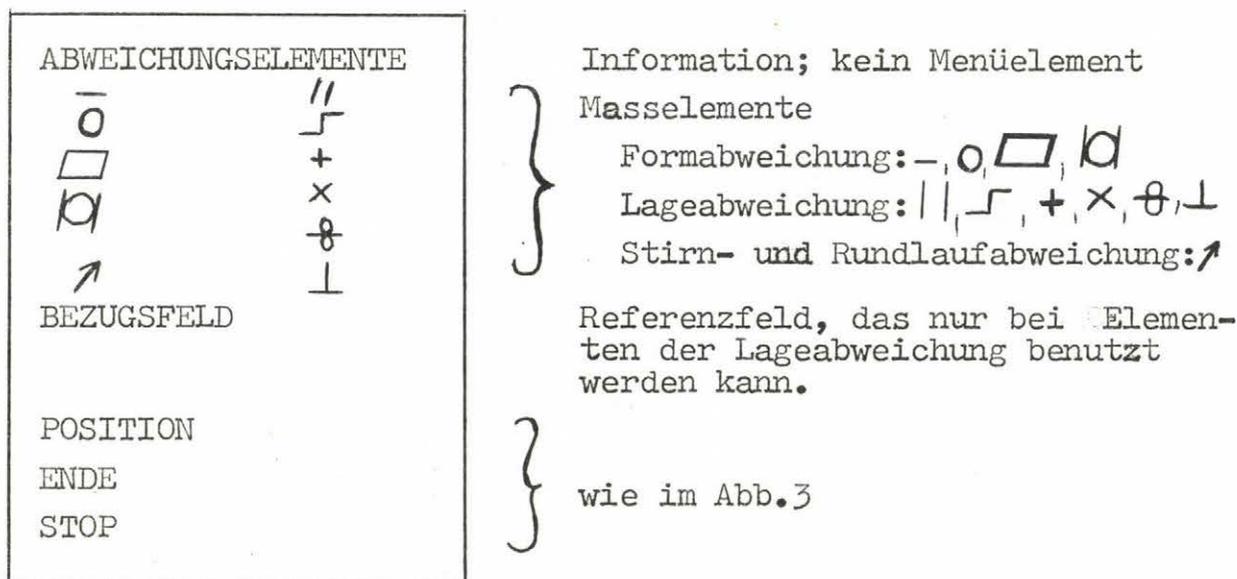


Abb.5: Menü der Abweichungselemente

Die Menüs des Positionierens und Darstellens haben eine grosse Abhängigkeit in ihrer Form und in der Arbeitsweise auf ihnen von den jeweiligen Masselementen, die mit diesem Menü positioniert und dargestellt werden sollen. Trotzdem sollte bei ihrem Entwurf auf eine einheitliche Form und auf eine einheitliche Arbeitsweise auf ihnen geachtet werden. So sollte z.B. in der ersten Hälfte immer der Positionsteil für das Masselement zu finden sein und in der zweiten Hälfte der Teil für die Darstellung und die weiteren Aktivitäten /Löschen, Rücksprünge u.a.m/. Als Forderungen können hierbei aufgestellt werden:

- Die Menüs so einheitlich wie möglich gestalten,
- wenig unterschiedliche Formen der Menüs,
- gleiche Aktivitäten in den Menüs immer mit gleichen Tastennamen versehen und möglichst den gleichen Platz in jedem Menü zuweisen.

So kann z.B. das Menü des Positionierens und Darstellens für die Abweichelemente im wesentlichen den gleichen Aufbau wie das der Grundelemente besitzen.

In der Konzipierung der Dialogarbeit auf diesen Menüs sollten die Arbeitsgepflogenheiten der Nutzer der jeweiligen Industriezweige so weit wie möglich Berücksichtigung finden.

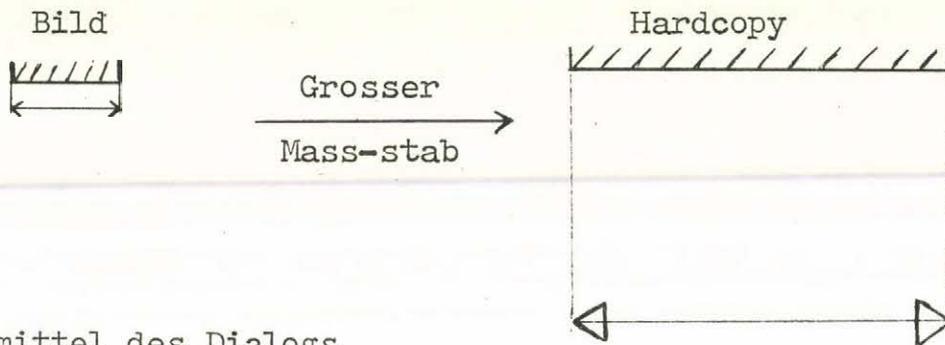
5. Ausblick und einige Probleme

In diesem Abschnitt sollen einige Probleme aufgezählt und ein Ausblick auf die unmittelbare Entwicklung gegeben werden, wie sie gegenwärtig von uns gesehen werden. Dabei gibt die Reihenfolge der Aufzählung keine Wertung an.

1. Textproblem, Vergrößerung und Verkleinerung

Wenn von einem beschrifteten und bemassten Bild eine Hardcopy in vergrössertem oder verkleinertem Massstab erzeugt werden soll, entsteht das Problem der Behandlung und Darstellung der Textinformation und des Masstextes durch das System.

In /1/ wird eine Lösung angeboten, deren Realisierung auf einfacheren Systemen sehr kompliziert werden kann. Wird der Vergrößerungsmassstab zur Erzeugung einer Hardcopy sehr gross gewählt, so kann eine schlechte Qualität der Hardcopy entstehen. Folgende Skizze veranschaulicht diesen Sachverhalt.



2. Hilfsmittel des Dialogs

Es sind solche Dialoghilfsmittel zu schaffen, damit der Nutzer einfach /d.h. mit wenig Aktivitäten und kurzen Reaktionszeiten des Systems/ die Beschriftung und Bemassung lösen kann.

Lassen sich solche Hilfsmittel angeben, damit der Nutzer seine eigenen Masselemente im Dialog definieren kann? Dies ist eine generelle Frage des Dialogs. In einigen Programmiersprachen wird eine Lösung angegeben, die jedoch vom Nutzer einige Spezialkenntnisse verlangt. Eine andere Frage ist, ob Forderungen in einer solchen Form für den Bemassungsprozess notwendig sind.

3. Auch wenn der automatische Beschriftungs- und Bemassungsprozess an Bedeutung gewinnen sollte, hat die Beschriftung und Bemassung im Dialog ihre Berechtigung.

10. Welche Bestandteile des Beschriftungs- und Bemassungsprozesses sind, wenn überhaupt, in die interaktive graphische Grundsoftware aufzunehmen?

L i t e r a t u r

- /1/ General Methodology and the Proposed Standard.
Second Report of Core Definition Sub-Group of SIGGRAPH's Graphics Standards Planning Committee of ISO /TX 97/SC 5. Also In: Computer Graphics, 11, 3, Fall 1977.
- /2/ Kotzauer, A.; Kowalski, M.; Küster, W.: Einsatz des digitalgraphischen Dialogs zur Erstellung bemasster Zeichnungen mit EDVA.
Rechentechnik/Datenverarbeitung, im Druck.
- /3/ Firkins, N.L.; Hossack, J.Q.: A Command Structured Approach to Structural Object Plotting and Automated Line Dimensioning.
Comp. and Structures, 7, 5, 587 - 598 /1977/.
- /4/ Lewandowski, S.; Melzer-Vassiliadis, P.: Rechnerunterstütztes Technisches Zeichnen.
Informatik-Fachberichte, Band 11, 148 - 162 /1977/.
Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York.

4. Was soll im Dialogprozess der Bemassung der Nutzer machen, was der Rechenautomat?

Generelle Antwort: Der Nutzer ist dabei von sämtlichen Routinearbeiten zu befreien; besondere Fähigkeiten des Nutzers sind vom Rechner auszunutzen.

D.h. dort die automatische Bemassung ausführen, wo sie leicht möglich ist; erst dann den Nutzer einsetzen, wo komplizierte Entscheidungen für den Rechner entstehen.

5. 3D Bemassung

Zunächst sollte die Bemassung einer Ansicht eines 3D Objektes gelöst werden, bevor die Bemassung des 3D Objektes untersucht wird. Wir wissen nicht, ob die Lösung der letzteren notwendig ist, wenn eine gute Lösung der ersteren vorliegt.

6. Durchdenken der vorhandenen Standards

Die /Standard-/ Regeln der Beschriftung und Bemassung sind nicht alle für die Erleichterungen geeignet, die die Digitalgraphik ermöglichen kann, so dass ein nochmaliges Durchdenken dieser Regeln für jeden Industriezweig erforderlich wird.

Ziel: Entwicklung von Standards, die den Besonderheiten des Rechenautomaten mit seinen peripheren graphischen Geräten gerecht werden, aber nicht an Informationsgehalt für den Nutzer verlieren.

7. Weitere Untersuchungen sollten sich mit der Schaffung einer "guten Technologie in der Dialogarbeit des Nutzers" befassen.
8. Lichtstiftauswahl im Menü ist besser als Tastenauswahl.
9. Welche Probleme entstehen, wenn die Anzahl der Bemassungselemente sehr gross wird; wo liegen die Grenzen?

