

ER 56-Adressierprogramm SYMBOL (Dr.A. Schönhage, Köln).

Einführung zur Anwendung der Programmiersprache SYMBOL
und in die Arbeitsweise des Übersetzungsprogramms ÜP-SYMBOL
für die Rechenanlage ER 56.

Recheninstitut der Technischen Hochschule Stuttgart

Mai 1964

Bearb.: Gu.

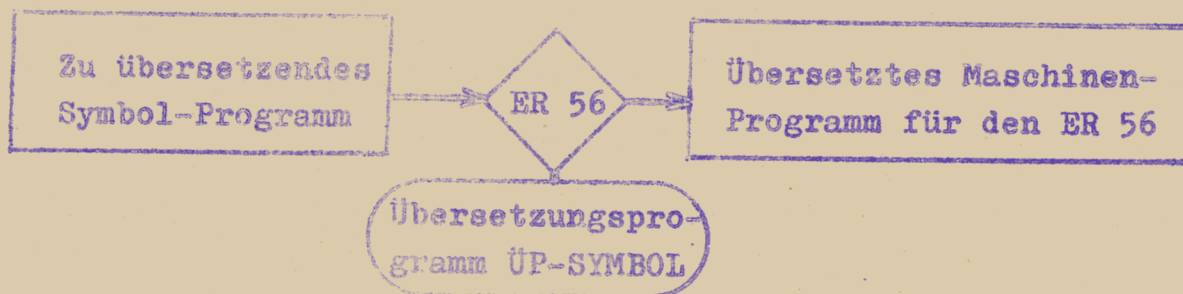
SYMBOL ist ein Adressier- und Übersetzungsprogramm für die Rechenanlage ER 56 von Dr. A. Schönhage, Rechenzentrum der Universität Köln.

SYMBOL vereinfacht die Programmierung dieser Rechenanlage. Es setzt voraus, dass der Befehlscode, die Informationsdarstellung sowie die Bedienung der ER 56 dem Programmierer bekannt sind.

SYMBOL erleichtert das Erstellen von Befehlslisten im ER 56-Maschinencode, vermindert dadurch die Programmierzeit und trägt dazu bei, gewisse Arten von Programmierfehlern zu vermeiden. Es lässt für den Adressteil und den Indexteil von Befehlen eine flexible symbolische Schreibweise zu. Ferner erlaubt es, Gleitkommazahlen und Alpha-Text in bequemer Form anzugeben.

Das Übersetzungsprogramm ÜP-SYMBOL liegt in der Programm-bibliothek des ER 56 vor. Damit übersetzt die Rechenanlage jedes nach den syntaktischen Regeln der SYMBOL-Programmiersprache verfasste Programm in ein Programm im Maschinencode.

Sofern das Übersetzungsprogramm keine syntaktischen Fehler auffindet - die dann über den Zeilendrucker der Anlage angezeigt werden - wird das übersetzte Maschinenprogramm über den Lochstreifenstanzer ausgegeben.



Die Bedienung des Übersetzungsprogramms verläuft in folgenden Schritten:

Bibliotheksprogramm ÜP-SYMBOL ab Zelle 1000 einlesen.

Zu übersetzendes Programm in den Photoleser einlegen. *Eingabe schalter α*

Übersetzungsprozess mit Fremdbefehl 1000991 starten. *Ausgabe schalter (2 aus 5)*

Ausgabe des übersetzten Programms über den Streifenstanzer und STOP 9001019.

Auf Drücken der Starttaste gibt das ÜP-SYMBOL eine der Übersetzung entsprechende Namenliste aus.

Gegebenenfalls Fehleranzeige über den Zeilendrucker und STOP 9002019.

Mit dem übersetzten Programm kann nun gearbeitet werden. Da es nur auf syntaktische Fehler geprüft ist, ist es noch auszutesten.

Mit Indexregister 5 wird die Anzahl der im Augenblick übersetzten Wörter angezeigt.

Bei der Übersetzung sind also drei Programmstreifen notwendig:

1. Der Streifen des zu übersetzenden Programms wird nach den Regeln der SYMBOL-Programmiersprache im Fernschreibercode erstellt und am Druckerpult mit Betriebsart "alpha" in den (2 aus 5) Code gewandelt. *z.B. Eingabe schalter α in Plotter*
2. Das übersetzte Programm wird durch den Streifenstanzer im (2 aus 5)-Code ausgeschrieben und dann anschliessend als Maschinenprogramm an einen beliebigen Speicherort eingegeben werden. *(siehe weitere Bemerkung)*
3. Das Übersetzungsprogramm ÜP-SYMBOL ist im Maschinencode der ER 56 geschrieben und liegt als Bibliotheksprogramm vor.

Anmerkung:

Denkbar ist, auch eine andere Rechenanlage damit zu beschäftigen, SYMBOL-Programme für den ER 56 zu übersetzen. Das Übersetzungsprogramm muss im Code der betreffenden Rechenanlage geschrieben sein.

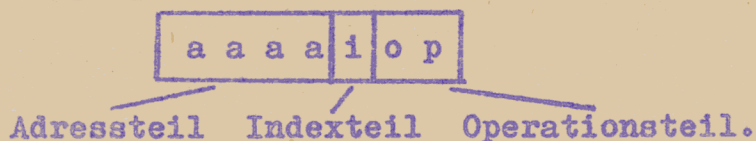
Programmervorteile von SYMBOL - im katalogmässigen Überblick:

- Vereinfachte Schreibweise für BEFEHLSADRESSEN.
- Verwendung von NAMEN als SYMBOLISCHE ADRESSEN.
- Ergänzung symbolischer Adressen durch ADRESS-SUMMANDEN.
- Angabe von SYMBOLISCHEN SPRUNGADRESSEN und BEZUGSPUNKTEN bei der Programmierung von Sprungbefehlen.
- Vereinfachte Angabe von GLEITKOMMAZAHLEN.
- Einstreuen von Texten als PROGRAMM-KOMMENTARE.
- SYNTAKTISCHE PROGRAMM-ÜBERWACHUNG durch das Übersetzungsprogramm.
- Unkomplizierte Bedienungsanweisungen für die Übersetzung.

(Die einzelnen Begriffe werden erst später eingeführt bzw. erläutert.)

Im folgenden ist die Kenntnis des ER 56-Codes vorausgesetzt. Insbesondere sei auf nachstehende Terminologie hingewiesen:

Jeder Befehl im Code der ER 56 besteht aus 7 Dezimalziffern, die sich wie folgt gliedern:



Man unterscheidet absolute Adressen (mit $i = 0$), indizierte Adressen (mit $i = 1, 2, \dots$ oder 8) und relative Adressen (mit $i = 9$). (Bei relativen Adressen bezieht sich die Adresse auf den Programmanfang).

Normalisierte Gleitkommazahlen haben maschinenintern die halblogarithmische Darstellung: Vorzeichen, Mantisse (11 Dezimalziffern) und Exponent (2 Dezimalziffern). Beispiel:

$$+22222222222/51 \quad .$$

Ihr Wert errechnet sich im Beispiel als

$$z = 0,22222222222 \cdot 10^{(51-50)}.$$

1. Programmeinheiten und Befehle

Regel 1: Das ÜP-SYMBOL übersetzt jede Programmeinheit einzeln, d.h., es entschlüsselt beispielsweise Befehl um Befehl und übersetzt sie in die Maschinendarstellung des ER 56.

Als PROGRAMMEINHEIT oder syntaktische Einheit wird vom ÜP-SYMBOL verstanden

ein Befehl oder eine Zahl oder ein Text oder ein Kommentar oder eine Definition oder ein Bezugspunkt oder das Omegaende.

Regel 2: Das Ende einer Einheit - und gleichzeitig der Anfang der nachfolgenden Einheit - ist das erste Zeichen, das nach den Regeln der SYMBOL-Sprache keine gültige Fortsetzung der vorangehenden Einheit sein kann.

Solche Symbole sind z.B. bei Zahlenangaben die Trennungszeichen oder bei Bezugspunkten der darauffolgende Doppelpunkt.

Als Trennungszeichen werden die Zeichen "Wagenrücklauf" , "Zeilenvorsprung" oder "Zwischenraum" interpretiert. Sie sind intern verschlüsselt durch 42,41 bzw.39.

Regel 3: Am Anfang jeder Programmeinheit können beliebig viele Trennungszeichen stehen.

Regel 4: Innerhalb einer Zahlenangabe darf kein Trennungszeichen stehen.

Beispiel: -3.45 ist eine Programmeinheit; -3 .45 wird jedoch als zwei getrennte Einheiten, nämlich als -3 und 0.45 entschlüsselt.

Regel 5: Programmende wird durch Omegaende angegeben, nämlich durch das Doppelwort ~~9999999 9999999~~.

*10 Zeilen einschließen
5 Malterenkreuz*

Regel 6: Schreibweise von Befehlen.

Der Operationsteil ist wie üblich explizit durch zwei aufeinanderfolgende Dezimalziffern anzugeben. Adressen können in der üblichen expliziten Form absolut, relativ oder in Verbindung mit dem Indexteil indiziert angegeben werden, wobei zur Erleichterung auf "führende Nullen" verzichtet werden kann. Die Stellen des Adressteils dürfen nicht durch Zwischenräume getrennt werden. Der Adressteil kann auch in symbolischer Form angegeben werden. Bei absolut definierten symbolischen Adressen wird stets für den Indexteil $i = 0$ gesetzt, sofern keine andere Indizierung vorgegeben wird. Bei relativ definierten symbolischen Adressen wird entsprechend $i = 9$ gesetzt (siehe zu diesen Begriffen Abschnitt 2). Bei expliziten Adressen ist der Indexteil nur dann anzugeben, wenn er $\neq 0$ ist. Ein fehlender Indexteil wird in diesem Falle durch $i = 0$ ersetzt.

Zwischen den drei Adressbestandteilen können Wortzwischenräume geschrieben werden.

2. Symbolische Adressierung

Zur Erklärung des Begriffs Symbolische Adresse sind zwei Definitionen notwendig:

Definition 1: Unter einem NAMEN versteht man jede Symbolfolge, die abgesehen von vorausgehenden Trennungszeichen mit einem Buchstaben beginnt und keine Sonderzeichen oder Trennungszeichen enthält.

Beispiele: Namen sind cis, recheninstitut, helga2, x2567, wvz4711, wäuwau.

Keine Namen sind dagegen c+s (Sonderzeichen!), 2a3b (führende Ziffer!) und a4 b (Trennungszeichen!).

Die Buchstabenschreibweise in Gross- oder Kleinschrift ist bedeutungslos. Als Buchstabenzeichen erkennt SYMBOL die intern

durch 60 bis 89 verschlüsselten Zeichen a,b,c,d,...,x,y,z;
als Ziffernzeichen (intern 00 bis 09): 0,1,2,...,9.

Definition 2: Ein ADRESS-SUMMAND ist entweder eine explizite Adresse (mit höchstens 4 aufeinanderfolgenden Ziffern) oder ein Name, denen ein Vorzeichen unmittelbar vorangestellt ist.

Regel 7: Bei Adress-Summanden sind als Vorzeichen nur + und - (intern verschlüsselt durch 11 bzw. 40) zugelassen. Vor einem Adress-Summanden können Trennzeichen stehen; innerhalb sind sie nicht zugelassen.

Beispiele: Adress-Summanden sind +polo1, -kpf, +356 und -9.

Regel 8: Als symbolische Adressen sind schliesslich erlaubt explizite Adressen oder Namen oder explizite Adressen bzw. Namen, die durch einen Adress-Summanden ergänzt sind.

Beispiele: 0012, polo, 0012 -56, polo +1, polo-eff, 46+p9.

Zur Festlegung symbolischer Adressen gibt es die Möglichkeit der ADRESSENDEFINITION. Damit lassen sich beliebigen Speicheradressen (beliebige) Namen zuordnen.

Regel 9: Unter Adressendefinition versteht man folgende Zuordnung durch ein Gleichheitszeichen:

(name) = (adresse)(indexstelle).

Aus syntaktischen Gründen muss die Indexstelle auch dann angegeben werden, wenn sie = 0 ist. In diesem Falle spricht man von absoluter symbolischer Adresse. Bei 1 = 9 im Gegensatz dazu von relativer symbolischer Adresse. Sie bezieht sich auf den Stand des Befehlsfolgezählers.

Beispiel: Absolute Adressendefinition: form = 2736 0.

Regel 10: Mehrfache Adressendefinition, d.h. eine Belegung einer Adresse mit mehreren verschiedenen Namen, ist nicht zulässig. In diesem Falle stoppt der Übersetzungsprozess.

Es besteht dagegen die Möglichkeit, durch eine Namenliste mehrere Adressendefinitionen in vereinfachter Schreibweise zu geben.

Regel 11: Mehrere, jeweils durch ein Komma voneinander getrennte Namen lassen sich aufeinanderfolgenden Adressen und damit aufeinanderfolgenden Speicherzellen zuordnen. Jedes Komma wirkt damit maschinenintern als Erhöhung der (relativen) Adresse um 0002.

Beispiel: Die Namenliste a, c17e, rd = 0 1
beschreibt mit J1 = 888 folgende Zuordnung:
a = 0000 1 = 0888, c17e = 0002 1 = 0890,
rd = 0004 1 = 0892.

3. Adress-Modifikation

Bei Verwendung der SYMBOL-Programmiersprache ist eine sehr flexible Adress-Modifikation möglich.

Regel 12: Jede (symbolische) Adresse lässt sich modifizieren (a) durch Verwendung eines Indexregisters, (b) durch Verwendung eines Adress-Summanden und (c) gegebenenfalls durch Indexregister und Adress-Summanden kombiniert.

Beispiele: (a) Ist (J2) = 0024, so wird der Befehl ptv 2 10 mit der Sprungadresse ptv+24 ausgeführt.
(b) Der Befehl ptv +68 0 10 wird mit der Sprungadresse ptv+68 ausgeführt.
(c) Der Befehl ptv+68 2 10 wird mit der Sprungadresse ptv+68+24 ausgeführt, sofern (J2) = 0024 ist.

Eine Adressenmodifikation ist also sowohl im Adressteil wie auch durch die Indexstelle möglich. Das UP-SYMBOL überprüft beide Modifikationen auf ihre Verträglichkeit hin, da gewisse Einschränkungen bei der doppelten Modifikation zu beachten sind.

Regel 13: Bei Befehlen mit Operationsteil 00 bis 89 gilt: Mit Indexteil $i = 0$ sind beliebige Adressen erlaubt, mit Indexteil $i \neq 0$ dagegen nur absolut definierte symbolische Adressen. Bei Befehlen mit Operationsteil 90 bis 99 sind ebenfalls nur absolut definierte symbolische Adressen gestattet, wobei folgende Ausnahmebestimmung zu beachten ist:

Mit einer expliziten Adresse hat der Befehl 0002 9 93 beim Stand des Befehlsfolgezählers (BFZ) von 0125 die Adresse $126+2 = 128$, der Befehl 0002 9 95 die Adresse $126-2 = 124$. Da der BFZ durchzählt, d.h. $9999+1 = 0000$ rechnet und auch modulo 10000 subtrahiert, wirken die beiden Sprungbefehle 0002 9 93 und 9998 9 95 gleichartig.

Bei Angabe einer relativen symbolischen Adresse wird beim Befehl aaaa 9 95 ausserdem der Zählerstand des BFZ auf 10000 komplementiert. Als Folge davon wirken die Befehle test 9 93 und test 9 95 mit der symbolischen Adresse test gleichartig.

4. Bezugspunkte

Die SYMBOL-Programmiersprache hat die Möglichkeit, Sprungziele durch Bezugspunkte symbolisch zu markieren.

Regel 14: Ein Bezugspunkt besteht in der Angabe eines Namens mit unmittelbar nachfolgendem Doppelpunktzeichen. Der Bezugspunkt muss vor dem markierten Befehl stehen. Der verwandte Name ist Adresse des Sprungbefehls.

Beispiel: paul: 0031 0 32 (markiertes Sprungziel)

.....

paul 0 10 (unbedingter Rücksprung zum Befehl, der durch paul markiert ist).

Jedes übersetzte Programm beginnt mit der relativen Adresse 0000. Sie wird mit jedem entschlüsselten Befehl um 0001 erhöht.

Ein Bezugspunkt ist in Bezug auf den augenblicklichen Stand des BFZ als relative Adresse definiert. Deswegen können zu einem einzigen Befehl verschiedene Bezugspunkte angegeben werden, z.B. paul: z12: mn6: 0001 0 35.

5. Eingabeform von Gleitkommazahlen

SYMBOL gestattet eine vereinfachte Eingabe für Gleitkommazahlen. Es genügt hier die einfache und allgemein übliche Darstellungsform von Dezimalzahlen mit einigen Einschränkungen. ÜP-SYMBOL übersetzt solche Angaben in normalisierte Gleitkommazahlen für den ER 56.

Regel 15: Innerhalb einer Zahl dürfen keine Worttrennzeichen auftreten.

Zur Unterscheidung von einer Adresse darf eine Zahl nicht mit einer Ziffer beginnen. Das erste Zeichen muss also ein Vorzeichen oder ein Dezimalpunkt oder das Zeichen ϵ für die Basis des Exponenten sein.

Als Vorzeichen können bei GK-Zahlen auftreten: + für die positive Zahl, ++ für die positive Q-markierte Zahl, - für die negative Zahl und -- für die negative Q-markierte Zahl. Fehlende Vorzeichen werden durch + ergänzt.

Es ist nur der Dezimalpunkt zulässig; ein Dezimalkomma wird falsch interpretiert.

J.H. Keller
Unzulässig sind Zahlen mit mehr als 11 geltenden Ziffern (ohne vorausgehende Nullen) sowie Zahlen, die den Bereich der Gleitkommazahlen überschreiten.

Für den Exponenten kommen nur die ganzzahligen Werte von -49 bis +49 in Betracht. Ein fehlender Exponent wird als 00 interpretiert. Als Vorzeichen sind bei Exponenten + und - zulässig. (Eine nicht angegebene Mantisse gilt als 1.0.)

6. Eingabe von Alphatext

Durch SYMBOL lässt sich Alphatext (Überschriften von Tabellen, Zwischentexte, Zeichen für Informationsanordnung etc.) bequem eingeben. Er wird bei der Übersetzung im Alphacode des ER 56 verschlüsselt.

Regel 16: Als Kennzeichnung für ALPHATEXT dient dessen Einklammerung durch Apostroph-Zeichen ('). Diese Zeichen gehören nicht zum Alphatext. Er muss aus mindestens einem Symbol bestehen.

Das letzte Wort des Alphatextes erhält bei der Übersetzung ein Q-Zeichen und wird gegebenenfalls mit dem Zeichen 45 des ER 56-Codes aufgefüllt. Das erste Symbol eines Alphatexts wird nicht auf Textende geprüft, damit man als Ausnahme auch das Apostroph als Alphazeichen eingeben kann. Es ist selbst durch Apostrophzeichen einzuklammern.

Beispiel: 'die funktion f'''(x) lautet:'

(Bei Verwendung von 'im Alphatext enthält der Text schon vor seinem Ende ein Q-Zeichen!)

7. Kommentare im Programm:

Beim Niederschreiben von SYMBOL-Programmen lassen sich KOMMENTARE in das Programm einstreuen. Es sind in Klammern gesetzte Bemerkungen, die vom ÜP-SYMBOL nicht übersetzt werden. Sie werden augenblicklich völlig überlesen. Es ist jedoch geplant, bei einer Niederschrift des übersetzten Programms auf dem Schnelldrucker die Kommentare auszudrucken.

Regel 17: Kommentare können Eingeklammertes enthalten, denn das ÜP-SYMBOL zählt jede Klammeröffnung als +1, jede Klammer-schliessung als -1. Ein Kommentar ist dann beendet, wenn die Zählung wieder den Wert 0 erreicht.

Beispiel: (Ausschnitt aus einem Programm)

1 5 93 (erhoehung von (i5))

8. Programmbeschreibung für ÜP-SYMBOL

Speicherbelegung:

Speicher 0000 bis 0999: Speicher für das übersetzte Programm, auf 1000 Maschinenwörter beschränkt. Das Indexregister J5 zeigt an, welche Zelle als nächste belegt wird. Es enthält am Ende der Übersetzung die Adresse des ersten Omegaendwortes.

Speicher 1000 bis 1690: Speicher für ÜP-SYMBOL. Es wird mit der Adresse 1000 gestartet.

Speicher 1691 bis 1999 und 2000 bis 2899: Namen- und Summenspeicher. Aufsteigend ab 1691 werden alle vorkommenden Namen und ihre Bedeutungen gespeichert; Indexregister J3 zeigt die laufende Adresse an. ^{Ab} Aufsteigend ab 2899 werden Kennwörter für Adress-Summanden gespeichert. Ihre laufende Adresse wird durch J4 angezeigt.

Als Eingabespeicher für das zu übersetzende Programm dienen abwechselnd die Speicheradressen 2900 bis 2999 und 3900 bis 3999. (Ab 3900 werden jeweils 100 Wörter des Programmtextes eingelesen, nach 2900 ff. umgespeichert und dort entschlüsselt, während weitere 100 Wörter nach 3900 ff. eingelesen werden.)

Der Speicherraum von Zelle 3000 bis 3899 wird nicht belegt.

Allgemeiner Programm-Ablauf:

Vorbereitung:

Ablochen des SYMBOL-Programmtextes am Fernschreiber (weißer Lochstreifen).

Wandeln des Fernschreibstreifens in α -Text des (2aus5)-Codes am Druckerpult (ergibt blauen Lochstreifen).

An der Maschine:

Bibliotheksprogramm \ddot{U} P-SYMBOL einlesen (roter Lochstreifen).

Fremdbefehl 1000 0 67.

~~Gewandeltes~~ SYMBOL-Programm (blauer Streifen) am Photoleser einlegen. *Einlese schalter α*

\ddot{U} P-SYMBOL starten.

Fremdbefehl: 1000 0 10, START Stanzer einschalten!

Ausgabe der Übersetzung:

a) STOP 9001 0 19

Korrektur Ablauf der Übersetzung, Ausgabe des übersetzten Programms über den Streifenlocher.

Nach dem nochmaligen Betätigen der START-Taste wird über den Zeilendrucker eine "Namenliste" ausgegeben. STOP 9000 0 19.

Weitere Programme können durch einfaches Betätigen der START-Taste gestartet werden. Dazu muß das neue SYMBOL-Programm am Leser eingelegt sein.

b) STOP 9002 0 19

Syntaktische Fehler im SYMBOL-Programm. Übersetzungsprozeß unterbrochen.

Ausgabe der Fehlerursachen über den Zeilendrucker.

Hinweise auf Fehlerursachen am Druckerpult in Klarschrift ausgeben oder über den Zeilendrucker.

Fehlerursachen

Die Adressenangaben syntaktischer Fehler werden relativ zum letzten entschlüsselten Bezugspunkt gemacht, z.B. in der Form $\alpha n + 004$, durch den Namen des Bezugspunktes und einen Adress-Summanden.

Die Hinweise auf syntaktische Fehler erfolgen in verschiedenen bei ÜP-SYMBOL genau festgelegten Formen:

- Hinweis 1: (adressenangabe): omega im letzten text.
Fehler: in eingestreuten Alpha-Texten darf kein Omega-Wort vorkommen, da es als Programmende definiert ist.
- Hinweis 2: (adressenangabe): omega im letzten kommentar
Fehler: in eingestreuten Kommentaren darf kein Omega-Wort vorkommen.
- Hinweis 3:9: i o p mit adresse unvereinbar.
Fehler: Befehl, der nicht ausführbar ist.
- Hinweis 4: programm zu lang
Fehler: Das übersetzte Programm umfaßt mehr als 998 Einzelbefehle.
- Hinweis 5: zu viele namen
Fehler: Speicherraum zur Aufnahme des Namensverzeichnisses (Adressen 1691-2899) reicht nicht aus.
- Hinweis 6: (adressenangabe): syntax-fehler
Fehler: Verstoß gegen syntaktische Regeln der SYMBOL-Programmiersprache, etwa bei der Befehls- oder Zahlenangabe.
- Hinweis 7: (adressenangabe): doppelte definition
Fehler: Doppelte bzw. widersprüchliche Adressendefinition.
- Hinweis 8: (adressenangabe): gleitkomma-bereich verletzt
Fehler: Die angegebene Gleitkommazahl überschreitet im normalisierten Zustand den Bereich $-0.1 \cdot 10^{-49}$ bis $+0.99 \dots 9 \cdot 10^{49}$.
- Hinweis 9: (adressenangabe): kein alpha bei eingabe
Fehler: Ein Wort des Eingabetextes hat nicht das Vorzeichen 3, 6 oder 9. (Der Text ist damit nicht α -gewandelt.)
- Hinweis 10: (name) nicht definiert
Fehler: Hinweis auf bestimmte namen, deren Definition vergessen wurde. Das Drücken der START-Taste bewirkt, daß ÜP-SYMBOL das bereits gelesene Omega-ende ignoriert und eine Fortsetzung des Programmtextes lesen kann. Legt man am Photoleser die fehlende Namendefinition ein, so läßt sie sich auf diese Weise ergänzen.