

## Tutorial 2

### Erstellen, Kompilieren und Ausführen eines C-Programms

Copyright © Institut für Informatik, Universität Leipzig

ph v/2010/03

In dieser Aufgabe wiederholen wir das Anlegen von Datasets (Allocate) sowie das Füllen mit Daten unter Verwendung des ISPF-Editors, und Sie lernen kennen, wie man ein C-Programm unter Z/OS schreibt, kompiliert und ausführt.

Hinweis: Dieses Tutorial wurde unter Verwendung der Benutzer-ID "PRAKT20" erstellt. In allen Dateinamen müssen Sie "PRAKT20" durch ihre eigene Benutzer-ID ersetzen.

*Aufgabe: Arbeiten Sie nachfolgendes Tutorial durch.*

#### 1. Einrichten der Entwicklungsumgebung

Wir müssen als erstes noch 2 Datasets anlegen. Der eine Dataset soll den Quellcode des C-Programms aufnehmen, der zweite die ausführbare Datei. Einen Dataset haben wir schon in der letzten Aufgabe erstellt: Den "PRAKT20.TEST.CNTL", welcher das JCL-Script enthält und zum Kompilieren benutzt wird.

*Aufgabe: Legen Sie den Dataset PRAKT20.TEST.C ("PRAKT20" durch Ihre Benutzer-ID ersetzen) an. Verwenden Sie die gleichen Parameter wie im Tutorial zur Aufgabe 1.  
Legen Sie den Dataset PRAKT20.TEST.LOAD ("PRAKT20" durch Ihre Benutzer-ID ersetzen) an, welcher die ausführbare Datei nach dem Kompilieren aufnehmen soll. Verwenden Sie wieder die Ihnen bekannten Parameter, mit einem Unterschied: Statt im Dateiformat (Record format) "Fixed Block" soll dieser Dataset im Dateiformat "Undefined" erstellt werden. Dazu ist an der dafür vorgesehenen Stelle ein "U" als Parameter anzugeben.*

## 2. Erstellen des Quelltextes des C-Programms

```

Menu Utilities Compilers Options Status Help
-----
ISPF Primary Option Menu

0 Settings      Terminal and user parameters      User ID . : PRAKT20
1 View          Display source data or listings    Time. . . : 15:03
2 Edit          Create or change source data       Terminal. : 3278
3 Utilities     Perform utility functions         Screen. . : 1
4 Foreground    Interactive language processing    Language. : ENGLISH
5 Batch         Submit job for language processing  Appl ID . : PDF
6 Command       Enter TSO or Workstation commands  TSO logon : IKJACCNT
7 Dialog Test   Perform dialog testing            TSO prefix: PRAKT20
8 LM Facility   Library administrator functions    System ID : DAVI
9 IBM Products  IBM program development products   MVS acct. : ACCT#
10 SCLM         SW Configuration Library Manager   Release . : ISPF 4.5
11 Workplace    ISPF Object/Action Workplace

Enter X to Terminate using log/list defaults

Option ==>> 2
F1=Help      F3=Exit      F10=Actions  F12=Cancel
MA*   a                               ^                               23/015

```

Abbildung 1: "ISPF Primary Option Bildschirm"

Wir haben bisher die Utilities-Funktion benutzt, um unsere Entwicklungsumgebung anzulegen. Hierzu haben wir drei Partitioned Datasets angelegt. Jetzt wollen wir diesen Speicherplatz benutzen, um ein Programm zu schreiben, zu übersetzen und auszuführen.

Dies geschieht mit Hilfe der "Edit"-Funktion. Wie in Abbildung 1 demonstriert, geben wir eine "2" in die Kommandozeile des "ISPF Primary Option Menu" ein und betätigen die Eingabetaste.

```

Menu  RefList  RefMode  Utilities  LMF  Workstation  Help
-----
                          Edit Entry Panel

ISPF Library:
Project . . . . PRAKT20
Group . . . . . TEST . . . . .
Type . . . . . C
Member . . . . V1 (Blank or pattern for member selection list)

Other Partitioned or Sequential Data Set:
Data Set Name . . . .
Volume Serial . . . . (If not cataloged)

Workstation File:
File Name . . . .

Options
Initial Macro . . . . / Confirm Cancel/Move/Replace
Profile Name . . . . - Mixed Mode
Format Name . . . . - Edit on Workstation
Data Set Password . . - Preserve VB record length

Command ===>
F1=Help      F3=Exit      F10=Actions  F12=Cancel
-----
MA*   a                                           09/021

```

Abbildung 2: "Edit Entry"-Bildschirm

Wir wollen zuerst das Quellprogramm mit Hilfe des ISPF-Editors erstellen. Der "Edit Entry"-Bildschirm fordert uns auf, den Namen des zu editierenden Programms einzugeben (s. Abbildung 2).

Unser Quellprogramm soll als eine (von potentiell mehreren) Files in dem für Quellprogramme von uns vorgesehenen Partitioned Dataset PRAKT20.TEST.C gespeichert werden. Files innerhalb eines Partitioned Datasets werden als Members bezeichnet. Zur Unterscheidung brauchen die einzelnen Members einen Namen.

Wir bezeichnen unseren Member als V1 (Version 1). Der volle Name dieses Members ist PRAKT20.TEST.C(V1). Wir geben diese Werte in die dafür vorgesehenen Felder des "Edit Entry"-Bildschirmes ein. Es ist also, wie in Abbildung 2 gezeigt, ihre Benutzer-ID ins Feld "**Project**", "TEST" ins Feld "**Group**", "C" ins Feld "**Type**" sowie "V1" ins Feld "**Member**" einzutragen. Anschließend betätigen Sie die Eingabetaste.



```

File Edit Confirm Menu Utilities Compilers Test Help
-----
EDIT          PRAKT20.TEST.C(V1) - 01.00                      Columns 00001 00072
***** Top of Data *****
==MSG> -Warning- The UNDO command is not available until you change
==MSG>          your edit profile using the command RECOVERY ON.
***** #include <stdio.h>
***** main()
***** {
*****     printf(" Hallo Welt, unser erstes TSO-Programm \n");
***** }
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
Command ==> _____ Scroll ==> PAGE
F1=Help      F3=Exit      F5=Rfind     F6=Rchange  F12=Cancel
MA*   a                                           10/050

```

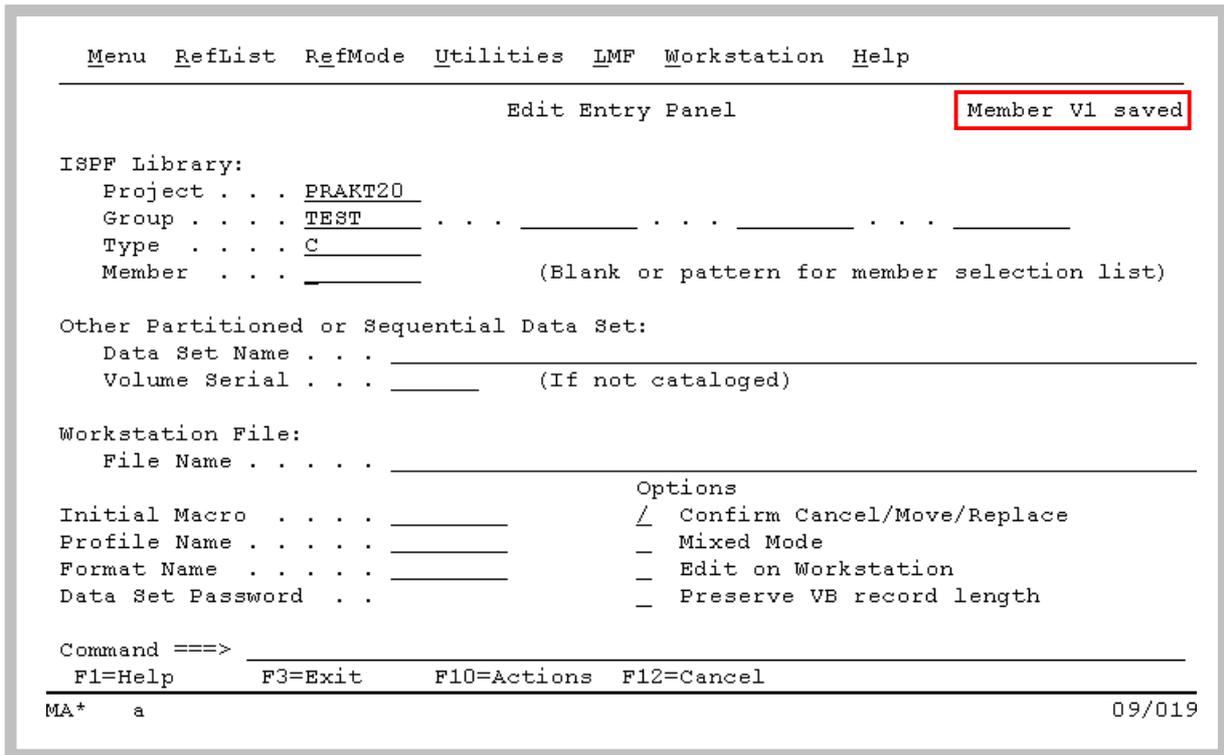
**Abbildung 4: ISPF-Editor mit C-Programm**

Wir schreiben das in Abbildung 4 gezeigte C-Programm.

Durch Betätigen der F3-Taste kehren wir zum vorherigen Bildschirm zurück. Unser Programm wird automatisch abgespeichert (saved).

### **Wichtiger Hinweis:**

Alle Schlüsselworte des Programmcodes müssen klein geschrieben werden. Achten Sie auch darauf, dass der Modus, der klein geschriebene Buchstaben während des Abspeicherns in groß geschriebene konvertiert, ausgestellt ist. Wenn nicht, können Sie, während der ISPF-Editor geöffnet ist, "CAPS OFF" gefolgt von der Eingabetaste in die Kommandozeile eingeben.



**Abbildung 5: "Edit Entry Panel"-Bildschirm**

Rechts oben erscheint die Meldung, dass unser Member abgespeichert wurde (s. Abbildung 5).

Durch erneutes Eingeben des Member-Namens sowie durch Betätigen der Eingabetaste rufen wir den ISPF-Editor nochmals auf (s. Abbildung 2).

```

File Edit Confirm Menu Utilities Compilers Test Help
-----
EDIT          PRAKT20.TEST.C(V1) - 01.00          Columns 00001 00072
***** ***** Top of Data *****
==MSG> -Warning- The UNDO command is not available until you change
==MSG>          your edit profile using the command RECOVERY ON.
000100 #include <stdio.h>
000200 main()
000300 {
000400     printf(" Hallo Welt, unser erstes TSO-Programm \n");
000500 }
***** ***** Bottom of Data *****

Command ==> █                               Scroll ==> PAGE
F1=Help      F3=Exit      F5=Rfind      F6=Rchange  F12=Cancel
MA*   a                               ^                               23/015

```

**Abbildung 6: C-Programm mit Zeilennummern**

Abbildung 6 zeigt: Der Editor hat unser Programm mit Zeilennummern versehen. Wir könnten es jetzt abändern, brauchten dazu aber Kenntnisse des ISPF-Editors.

Für Interessierte gibt es eine umfangreiche Dokumentation von IBM unter

<http://ranch.state.nd.us/pdf/pdf/ispedt04.pdf>

Wir betätigen die F3-Taste, um zum "Edit Entry Panel" zu gelangen.

### 3. Erstellen und Ausführung des JCL-Scriptes

```

Menu  RefList  RefMode  Utilities  LMF  Workstation  Help
-----
                          Edit Entry Panel

ISPF Library:
Project . . . . PRAKT20
Group . . . .  TEST
Type . . . .   CNTL
Member . . . .  V1          (Blank or pattern for member selection list)

Other Partitioned or Sequential Data Set:
Data Set Name . . . . _____
Volume Serial . . . . _____ (If not cataloged)

Workstation File:
File Name . . . . . _____

Initial Macro . . . . _____ Options
Profile Name . . . . _____ / Confirm Cancel/Move/Replace
Format Name . . . . _____ - Mixed Mode
Data Set Password . . . . _____ - Edit on Workstation
                                           - Preserve VB record length

Command ===> _____
F1=Help      F3=Exit      F10=Actions  F12=Cancel
-----
MA*  a                                           09/021

```

Abbildung 7: "Edit Entry Panel"-Bildschirm

Unter Unix brauchen wir in der Regel ein "Make File", um ein C-Programm zu übersetzen. Unter TSO wird dafür ein "Compile Script File" benötigt. Wir legen alle "Compile Scripts" als Members in dem von uns dafür vorgesehenen Partitioned Dataset PRAKT20.TEST.CNTL ab. In der letzten Aufgabe haben wir schon vorgearbeitet und schon ein solches Script PRAKT20.TEST.CNTL(V1) erstellt, das wir nun verwenden wollen, um unser Quell-Programm zu übersetzen, zu linken und das ausführbare Maschinenprogramm (Binary) abzuspeichern.

Die hierfür verwendete Scriptsprache ist die "Job Control Language" (JCL).

JCL ist sehr leistungsfähig und bestens geeignet, sich wiederholende komplexe Vorgänge im Großrechnerbereich zu automatisieren. JCL ist der Standard für die Stapelverarbeitung.

Neben JCL existieren weitere Scriptsprachen unter z/OS. Weit verbreitet ist REXX. Letzteres ist etwa vergleichbar mit Perl oder Tcl/TK und wie diese auf unterschiedlichen Plattformen verfügbar.

Wir geben als Typ "CNTL" sowie als Member "V1" ein und betätigen die Eingabetaste (s. Abbildung 7).



Unser JCL-Script macht einen reichlich kryptischen Eindruck. JCL-Scripte werden dadurch gekennzeichnet, dass alle Zeilen mit "//" beginnen.

Das Script besteht aus 3 Statements, die jeweils in den Zeilen 1, 3 und 4 anfangen. Wenn ein Statement nicht in eine Zeile paßt, besagt ein Komma am Ende der Zeile, dass die Fortsetzung in der nächsten Zeile erfolgt. Zeilen 2, 5 und 6 sind solche Fortsetzungszeilen.

Ein JCL Statement (Record) besteht aus 4 Teilen:

- // in Spalte 1 und 2
- Label Feld, bis zu 8 Zeichen lang, beginnt in Spalte 3
- Statement Type, beginnt in Spalte 12
- Parameter

Das erste Statement in einem JCL-Script ist immer ein "JOB" Statement. Es enthält eine Reihe von Dispositionsparametern, die von dem "z/OS Job Entry Subsystem" ausgewertet werden. Es ist üblich, als Label für das Job-Statement die TSO-Benutzer-ID (hier "PRAKT20") plus einen angehängten Buchstaben zu verwenden. Aus diesem Grund haben TSO-Benutzer-ID's eine maximale Länge von 7 Zeichen.

Das dritte Statement unseres Scripts ist ein EXEC Statement. Es enthält die Anweisung, die Prozedur "EDCCB" abzuarbeiten. "EDCCB" ist ein von TSO zur Verfügung gestelltes Script, welches

- den C-Compiler aufruft,
- anschließend den Linkage-Editor aufruft,
- den zu übersetzenden Quelltext als Member eines Partitioned Datasets mit dem Namen INFILE='...' erwartet
- das erstellte Maschinenprogramm unter OUTFILE='...' abspeichert.

Es existiert eine große Anzahl derartiger vorgefertigter Scripte, die zusammen mit z/OS ausgeliefert werden. Der Systemadministrator stellt sie in "JCL Libraries" (JCLLIB) zusammen. Es existieren häufig mehrere "JCL Libraries". Was, wie und wo ist von einer Installation zur nächsten oft verschieden und wird vom Systemadministrator verwaltet.

Das mittlere JCL-Statement "JCLLIB ORDER=CBC.SCBCPRC" definiert, in welcher "JCL Library" das Script "EDCCB" zu finden ist.

```

File Edit Confirm Menu Utilities Compilers Test Help
-----
EDIT          PRAKT20.TEST.CNTL(V1) - 01.00                Columns 00001 00072
***** Top of Data *****
==MSG> -Warning- The UNDO command is not available until you change
==MSG>          your edit profile using the command RECOVERY ON.
000100 //PRAKT20C JOB (),CLASS=A,MSGCLASS=H,MSGLEVEL=(1,1),NOTIFY=&SYSUID,
000200 //          TIME=1440
000300 //PROCLIB JCLLIB ORDER=CBC.SCBCPRC
000400 //CCL      EXEC PROC=EDCCB,
000500 //          INFILE='PRAKT20.TEST.C(V1)',
000600 //          OUTFILE='PRAKT20.TEST.LOAD(V1),DISP=SHR'
***** Bottom of Data *****

Command ==> SUB
F1=Help      F3=Exit      F5=Rfind     F6=Rchange   F12=Cancel
MA*  a                               ^                23/018

```

Abbildung 9: Ausführung des JCL-Scriptes

Unser Compile- und Link-Script kann nun ausgeführt werden. Wir geben, wie in Abbildung 9 gezeigt, auf der Kommandozeile "SUB" (für Submit) ein und betätigen die Eingabetaste.

TSO	JES	USS	CICS	DB2	andere
Subsystem	Subsystem	Subsystem	Subsystem	Subsystem	.....
z/OS Kernel					

Das "Job Entry Subsystem" (JES) des z/OS-Betriebssystems dient dazu, Stapelverarbeitungsaufträge (Jobs) auf die einzelnen CPU's zu verteilen und der Reihe nach abzuarbeiten. Jobs werden dem "JES"-Subsystem in der Form von JCL-Scripten zugeführt, wobei deren erstes JCL-Statement ein JOB-Statement sein muß. PRAKT20.TEST.CNTL(V1) ist ein derartiges Script. Das Kommando "SUB" (Submit) bewirkt, dass PRAKT20.TEST.CNTL(V1) in die Warteschlange der von JES abzuarbeitenden Aufträge eingereicht wird.

```

File Edit Confirm Menu Utilities Compilers Test Help
-----
EDIT          PRAKT20.TEST.CNTL(V1) - 01.00          Columns 00001 00072
***** ***** Top of Data *****
==MSG> -Warning- The UNDO command is not available until you change
==MSG>          your edit profile using the command RECOVERY ON.
000100 //PRAKT20C JOB (),CLASS=A,MSGCLASS=H,MSGLEVEL=(1,1),NOTIFY=&SYSUID,
000200 //          TIME=1440
000300 //PROCLIB JCLLIB ORDER=CBC.SCBCPRC
000400 //CCL      EXEC PROC=EDCCB,
000500 //          INFILE='PRAKT20.TEST.C(V1)',
000600 //          OUTFILE='PRAKT20.TEST.LOAD(V1),DISP=SHR'
***** ***** Bottom of Data *****

IKJ56250I JOB PRAKT20C(JOB05141) SUBMITTED
*** █

MA*  a                               ^                               22/006

```

**Abbildung 10: Meldung "JOB PRAKT20C(JOB05141) SUBMITTED"**

Der JCL-Kommando-Interpreter überprüft die Syntax des Scripts. Falls er keinen Fehler findet, übergibt (submitted) er den Job zur Abarbeitung an das JES-Subsystem. Die Meldung oberhalb der Kommandozeile besagt, dass dies hier der Fall ist (s. Abbildung 10). Der Job erhält die Nummer 05141. Diese Nummer kann z.B. vom Systemadministrator benutzt werden, um den Status der Verarbeitung dieses Jobs abzufragen.

Wir warten einige Sekunden und betätigen anschließend die Eingabetaste. Erscheint keine Meldung, hat JES das JCL-Script noch nicht endgültig abgearbeitet. Wir warten erneut einige Sekunden und Betätigen die Eingabetaste; wir wiederholen dies notfalls mehrfach, bis eine Statusmeldung, so ähnlich wie in Abbildung 11 dargestellt ist, ausgegeben wird.

```

15.14.44 JOB05141 $HASP165 PRAKT20C ENDED AT N1  MAXCC=0  CN(INTERNAL)
***

```

---

```

MA*  a                                ^                                02/006

```

**Abbildung 11: Statusmeldung nach Abarbeitung des JCL-Scriptes**

"MAXCC-0" ist eine Erfolgsmeldung: Die Übersetzung ist erfolgreich durchgeführt worden. "MAXCC-4" ist ebenfalls OK, alles andere besagt, dass ein Fehler aufgetreten ist. In diesem Fall greifen Sie besser zum z/OS-C-Compiler-Handbuch.

Das übersetzte Programm ist nun ausführungsfertig in dem File PRAKT20.TEST.LOAD(V1) abgespeichert.

z/OS gestattet es, Programme entweder interaktiv im Vordergrund oder als Stapelverarbeitungsprozesse durch JES im Hintergrund abzuarbeiten. Ersteres garantiert bessere Antwortzeiten, letzteres führt zu einem besseren Durchsatz. Warum wurde unser Programm im Hintergrund (Stapel) übersetzt ?

Ein z/OS-Server ist normalerweise ein Produktionssystem. Die Programmentwicklung ist dabei ein störender Faktor. Die Entwicklung von z/OS-Anwendungen erfolgt deshalb meistens auf einem separaten Entwicklungssystem. Dieses arbeitet vielfach mit einem für Entwicklungsaufgaben besser geeignetem Betriebssystem. Handelt es sich dabei um einen separaten z/OS-Rechner (oder eine LPAR auf dem gleichen Rechner) so wird dafür häufig das z/VM-Betriebssystem eingesetzt. In jedem Fall würde Entwicklung, Komponenten-Test und Systemtest auf der Entwicklungsmaschine erfolgen.

Das resultierende Quellprogramm ist dann im Normalfall fehlerfrei und kann sehr umfangreich sein. Nur in diesem Zustand wird es auf den z/OS-Produktionsrechner portiert. Das endgültige Übersetzen ist ein längerdauernder Prozess, dessen Ausführung besser im Stapel erfolgt. Diese Übersetzung ist in der Regel Teil eines komplexeren Produktionseinführungsprozesses, den ein Unternehmen benutzt, um unternehmenskritische Anwendungen einzuführen.

## 4. Ausführung des C-Programms

```

Menu  Utilities  Compilers  Options  Status  Help
-----
                ISPF Primary Option Menu

0  Settings      Terminal and user parameters      User ID . : PRAKT20
1  View          Display source data or listings   Time. . . : 15:22
2  Edit          Create or change source data      Terminal. : 3278
3  Utilities     Perform utility functions         Screen. . : 1
4  Foreground   Interactive language processing   Language. : ENGLISH
5  Batch         Submit job for language processing Appl ID . : PDF
6  Command      Enter TSO or Workstation commands TSO logon : IKJACCNT
7  Dialog Test  Perform dialog testing            TSO prefix: PRAKT20
8  LM Facility  Library administrator functions  System ID : DAVI
9  IBM Products IBM program development products MVS acct. : ACCT#
10 SCLM         SW Configuration Library Manager Release . : ISPF 4.5
11 Workplace   ISPF Object/Action Workplace

Enter X to Terminate using log/list defaults

Option ==> tso call 'prakt20.test.load(v1)'
F1=Help      F3=Exit      F10=Actions  F12=Cancel
MA* a                                     ^                                     23/046

```

Abbildung 12: "ISPF Primary Option Menu"-Bildschirm

Wir sind nun soweit, dass unser Programm ausgeführt werden kann. Durch mehrfaches Betätigen der F3-Taste kehren wir in das "ISPF Primary Option Menu" zurück (s. Abbildung 12). Auf der Kommandozeile geben wir den Befehl

```
tso call 'prakt20.test.load(v1)'
```

ein und betätigen die Eingabetaste. "prakt20.test.load(v1)" enthält das vom Compiler erzeugte Maschinenprogramm. "call" ist ein TSO-Kommando und ruft ein Programm auf. Wir sind aber im ISPF-Subsystem und nicht im TSO-Subsystem. "tso call" an Stelle von "call" bewirkt, dass der "call"-Befehl auch innerhalb des ISPF-Subsystems aufgerufen werden kann.

### Wichtiger Hinweis:

Achten Sie darauf, daß Sie bei dem Befehl "tso call 'prakt20.test.load(v1)'" die richtigen Hochkommas verwenden. Das Hochkomma, das auf den meisten Tastaturen über dem Zeichen "#" steht, ist das korrekte.

```

Menu Utilities Compilers Options Status Help
-----
                ISPF Primary Option Menu

0 Settings      Terminal and user parameters      User ID . . : PRAKT20
1 View          Display source data or listings      Time. . . . : 15:22
2 Edit          Create or change source data          Terminal. . : 3278
3 Utilities     Perform utility functions              Screen. . . : 1
4 Foreground   Interactive language processing       Language. . : ENGLISH
5 Batch         Submit job for language processing      Appl ID . . : PDF
6 Command       Enter TSO or Workstation commands      TSO logon : IKJACCNT
7 Dialog Test   Perform dialog testing                TSO prefix: PRAKT20
8 LM Facility   Library administrator functions      System ID : DAVI
9 IBM Products IBM program development products MVS acct.  : ACCT#
10 SCLM         SW Configuration Library Manager     Release . . : ISPF 4.5
11 Workplace   ISPF Object/Action Workplace

Enter X to Terminate using log/list defaults

Hallo Welt, unser erstes TSO-Programm
*** █

MA*  a                                ^                                22/006

```

**Abbildung 13: Ausgabe unseres C-Programms**

Abbildung 13 zeigt: Oberhalb der Kommandozeile erscheint die Ausgabe unseres C-Programms.

Sie können ein neues Quellprogramm PRAKT20.TEST.C(V2) schreiben und hierfür ein neues JCL-Script PRAKT20.TEST.CNTL(V2) erzeugen, was sich von PRAKT20.TEST.CNTL(V1) durch andere INFILE- und OUTFILE-Parameter unterscheidet (z.B. V2 statt V1). Letzteres resultiert in zusätzlichen Members in unseren drei Partitioned Datasets.

***Aufgabe:** Verfassen Sie ein eigenes funktionsfähiges C-Programm (keine Modifikation des vorgegebenen Hallo-Welt-Programms) und legen Sie den Quellcode in PRAKT20.TEST.C(V2) ab. Das angepasste JCL-Script legen Sie bitte in PRAKT20.TEST.CNTL(V2) ab ("PRAKT20" ist bei beiden Datasets durch Ihre Benutzer-ID zu ersetzen). Erstellen Sie je einen Print-Screen von Ihrem ISPF-Fenster mit dem Quellcode Ihres Programms sowie von Ihrem ISPF-Fenster mit der Ausgabe Ihres C-Programms. Erzeugen Sie ebenfalls einen Print-Screen von dem ISPF-Fenster, das das von Ihnen modifizierte JCL-Script enthält. Schicken Sie die drei Print-Screens im Bitmap- oder JPEG-Format (pro Bild maximal 250 KByte) an die untenstehende Mailadresse.*