

6. Tafelübung

- Make
- gdb

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

1999-12-13 14.01 / Tafelübung 6

66

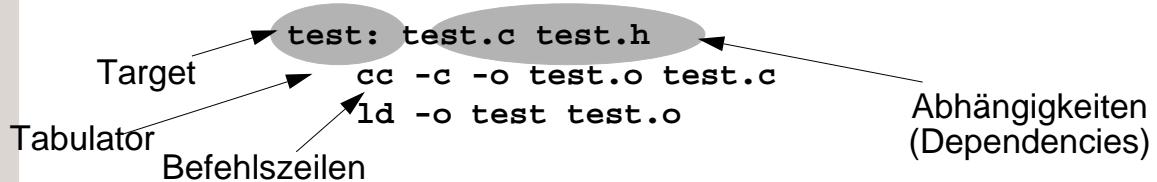
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

Make

- Problem: Es gibt Dateien, die aus anderen Dateien generiert werden.
 - ◆ Zum Beispiel kann eine test.o Datei aus einer test.c Datei unter Verwendung des C-Compilers generiert werden.



- Ausführung von *Update*-Operationen
- **Makefile**: enthält Abhängigkeiten und Update-Regeln (Befehlszeilen)



SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

1999-12-13 14.01 / Tafelübung 6

67

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

Beispiel

```
test: test.o func.o
    ld -o test test.o func.o

test.o: test.c test.h func.h
    cc -c test.c

func.o: func.c func.h test.h
    cc -c func.c
```

Make (2)

- Kommentare beginnen mit # (bis Zeilenende)
- Befehlszeilen müssen mit TAB beginnen
- das zu erstellende Target kann beim `make`-Aufruf angegeben werden (z.B. `make test`)
 - ◆ wenn kein Target angegeben wird, bearbeitet `make` das erste Target im Makefile
- beginnt eine Befehlszeile mit @ wird sie nicht ausgegeben
- jede Zeile wird mit einer neuen Shell ausgeführt (d.h. z.B. `cd` in einer Zeile hat keine Auswirkung auf die nächste Zeile)

Makros

- in einem Makefile können Makros definiert werden

```
SOURCE = test.c func.c
```

- Verwendung der Makros mit `$(NAME)` oder `$(NAME)`

```
test: $(SOURCE)
cc -o test $(SOURCE)
```

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I
© Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

1999-12-13 14.01 / Tafelübung 6

70

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

Dynamische Makros

- `$@` Name des Targets

```
test: $(SOURCE)
cc -o $@ $(SOURCE)
```

- `$*` Basisname des Targets

```
test.o: test.c test.h
cc -c $*.c
```

- `$?` Abhängigkeiten, die jünger als das Target sind

- `$<` Name einer Abhängigkeit (in impliziten Regeln)

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I
© Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

1999-12-13 14.01 / Tafelübung 6

71

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

Makros

■ Erzeugung neuer Makros durch Konkatenation

```
OBJS += hallo.o
OBJS = $(OBJS) + xyz.o
```

■ Erzeugen neuer Makros durch Ersetzung in existierenden Makros

```
OBJS_SOLARIS = $(OBJS:test.o=test_solaris.o)
```

■ Ersetzen mit Pattern-Matching

```
SOURCE = test.c func.c
OBJS = $(SOURCE:%.c=%.o)
```

■ Benutzen von Befehlsausgaben

```
WORKDIR = $(shell pwd)
```

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I
© Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

1999-12-13 14:01 / Tafelübung 6

72

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

Implizite Regeln (Suffix-Regeln)

■ Erzeugen der Datei mit Basisnamen aus Datei mit Endung (Suffix)

```
.c:
$(CC) -o $@ $<
erzeugt aus test.c die Datei test
```

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I
© Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

1999-12-13 14:01 / Tafelübung 6

73

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

Double-Suffix Regeln

- Eine Double-Suffix Regel kann verwendet werden, wenn `make` eine Datei mit einer bestimmten Endung (z.B. `test.o`) benötigt und eine andere Datei gleichen Namens mit einer anderen Endung (z.B. `test.c`) vorhanden ist.

`.c.o:`

```
$(CC) $(CFLAGS) -c $<
```

- Suffixe müssen deklariert werden

`.SUFFIXES: .c .o $(SUFFIXES)`

- Explizite Regeln überschreiben die Suffix-Regeln

`test.o: test.c`

```
$(CC) $(CFLAGS) -DXYZ -c $<
```

Eingebaute Regeln und Makros

- `make` enthält eingebaute Regeln und Makros (`make -p` zeigt diese an)
- Wichtige Makros:
 - ◆ `CC` C-Compiler Befehl
 - ◆ `CFLAGS` Optionen für den C-Compiler
 - ◆ `LD` Linker Befehl
 - ◆ `LDFLAGS` Optionen für den Linker
- Wichtige Regeln:
 - ◆ `.c.o` C-Datei in Objektdatei übersetzen
 - ◆ `.c` C-Datei übersetzen und linken

Beispiel verbessert

```
SOURCE = test.c func.c
OBJS = $(SOURCE:.c=.o)

test: $(OBJS)
    @echo Folgende Dateien erzwingen neu-linken von $@: $?
    $(LD) $(LDFLAGS) -o $@ $(OBJS)

.c.o:
    @echo Folgende C-Datei wird neue uebersetzt: $<
    $(CC) $(CFLAGS) -c $<

test.o: test.c test.h func.h
func.o: func.c func.h test.h
```

Nützliche Konvention

■ Aufräumen mit `make clean`

```
clean:
    rm -f $(OBJS)
```

■ Projekt bauen mit `make all`

```
all: test
```

■ Installieren mit `make install`

```
install: all
    cp test /usr/local/bin
```

Debuggen mit dem gdb

- Programm muß mit der Compileroption **-g** übersetzt werden

```
gcc -g -o hello hello.c
```

- Aufruf des Debuggers mit **gdb <Programmname>**

```
gdb hello
```

- im Debugger kann man u.a.

- ◆ Breakpoints setzen
- ◆ das Programm schrittweise abarbeiten
- ◆ Inhalt Variablen und Speicherinhalte ansehen und modifizieren

Debuggen mit dem gdb

- Breakpoints:
 - ◆ **b <Funktionsname>**
 - ◆ **b <Dateiname>:<Zeilennummer>**
 - ◆ Beispiel: Breakpoint bei main-Funktion

```
b main
```

- Starten des Programms mit **run** (+ evtl. Befehlszeilenparameter)
- Schrittweise Abarbeitung mit
 - ◆ **s** (step: läuft in Funktionen hinein) bzw.
 - ◆ **n** (next: läuft über Funktionsaufrufe ohne in diese hineinzusteppen)
- Fortsetzen bis zum nächsten Breakpoint mit **c** (continue)
- Anzeigen von Variablen mit **p <variablenname>**

Emacs und gdb

- gdb lässt sich am komfortabelsten im Emacs verwenden
- Aufruf mit "**ESC-x gdb**" und bei der Frage "**Run gdb on file:**" das mit der **-g**-Option übersetzte ausführbare File angeben
- Breakpoints lassen sich (nachdem der gdb gestartet wurde) im Buffer setzen, in welchem das C-File bearbeitet wird: **CTRL-x SPACE**

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I
© Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

1999-12-13 14.01 / Tafelübung 6

80

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

Electric Fence

- Speicherprobleme (SIGSEGV!) lassen sich mit der Electric Fence-Bibliothek gut finden:

```
gcc -g -o hello hello.c -L/proj/i4sp/pub/efence -lefence
```

- Programm danach im Debugger laufen lassen

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I
© Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

1999-12-13 14.01 / Tafelübung 6

81

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

- jl_t jl_new(void);
- int jl_delete(jl_t jobs);
- int jl_insert(jl_t jobs, int pid, char *info);
- int jl_remove(jl_t jobs);
- int jl_rewind(jl_t jobs);
- int jl_next(jl_t jobs, int *pid, char **info);

```
char *cmdLine;
int pid;

for(jl_rewind(joblist);
    jl_next(joblist, &pid, &cmdLine) != -1; ) {
... /* z.B. if (...) { jl_remove(joblist); } */
}
```