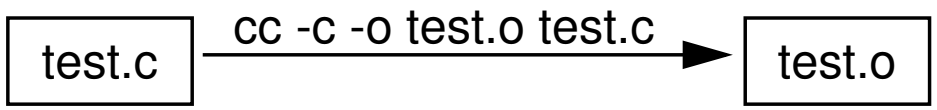
6. Tafelübung

- Make
- gdb

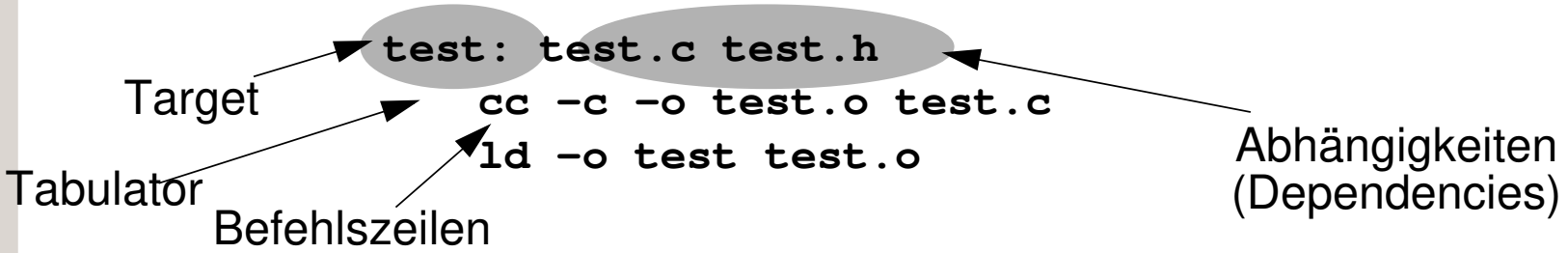
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

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)



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
```


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

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)

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

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)
```


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)

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)
```


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`**

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 $<
```


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

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

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

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
```


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

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
```


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

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

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

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>

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

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`**

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

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

joblist

- 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); } */
}
```


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