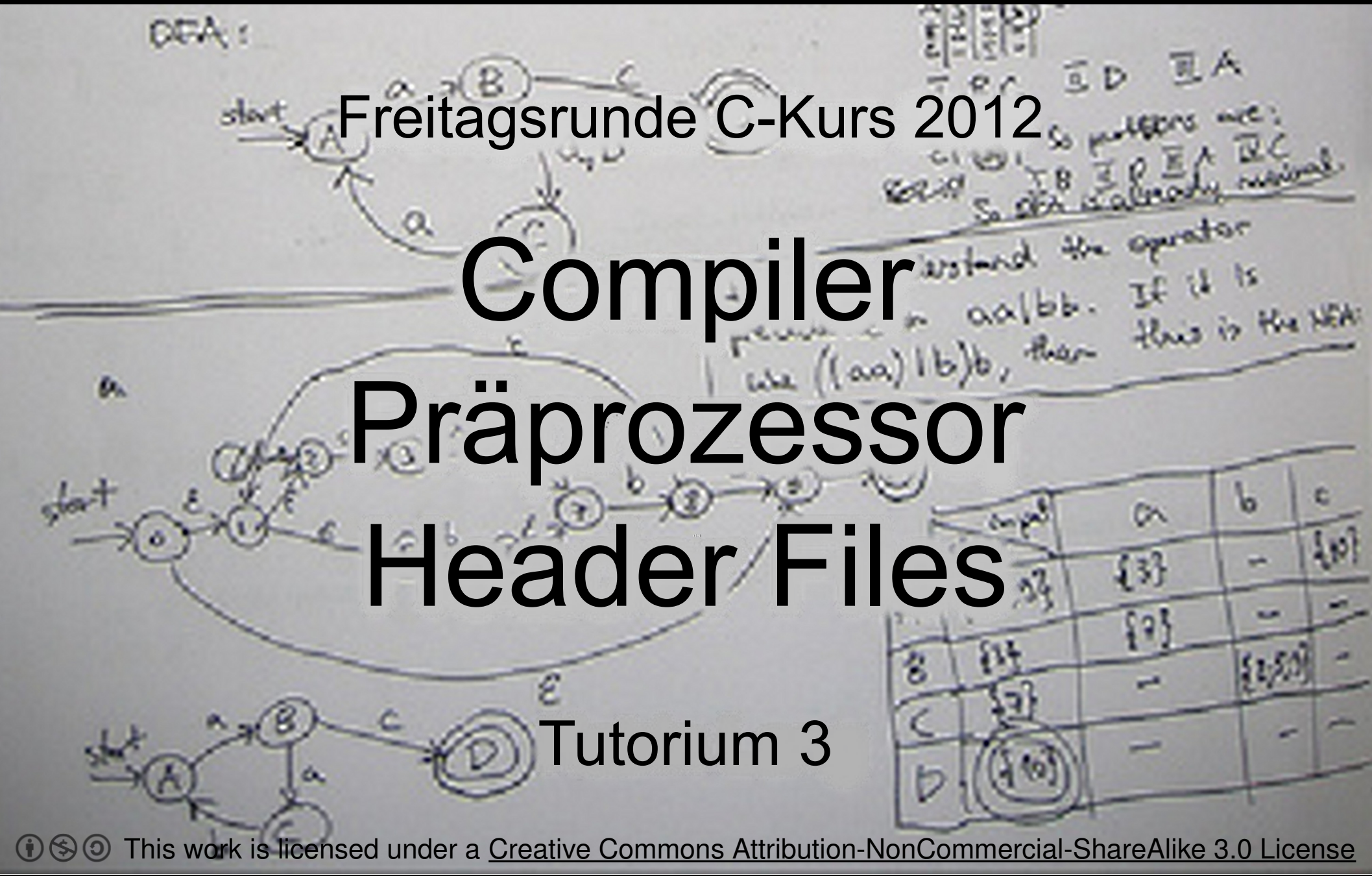
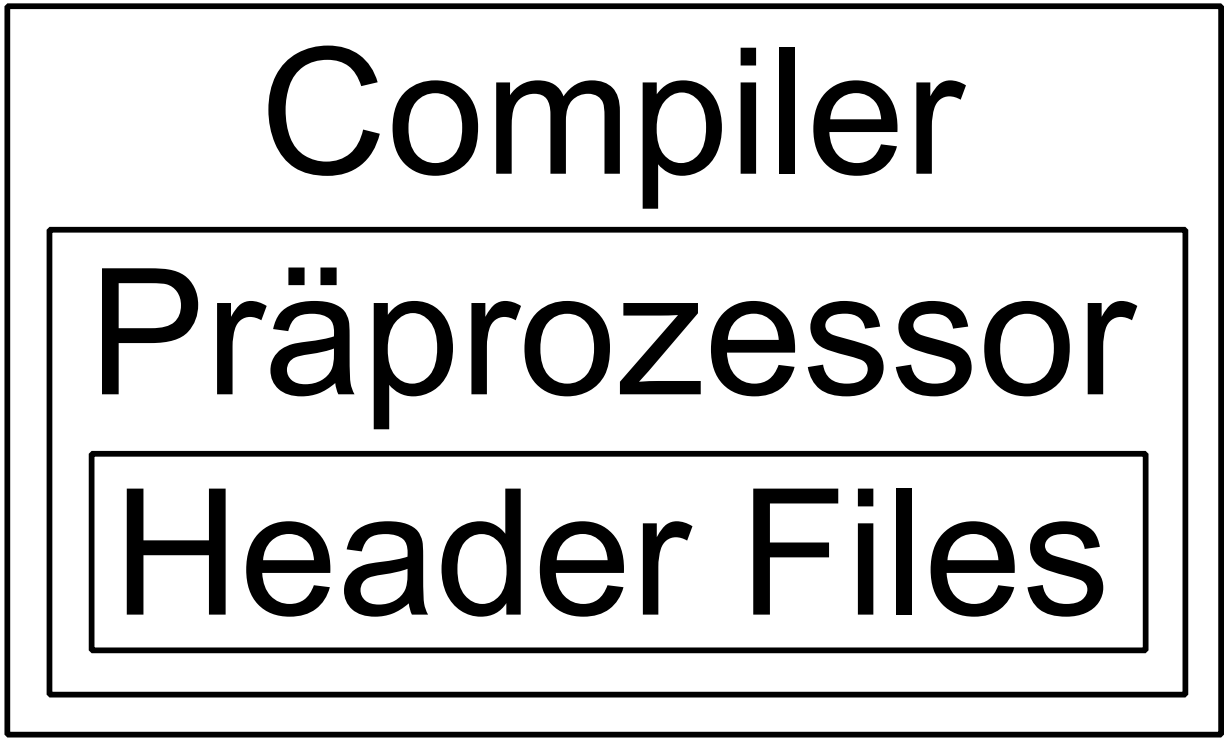


Freitagsrunde C-Kurs 2012

Compiler Präprozessor Header Files

Tutorium 3

Gliederung



Hello World Revisited

Datei hello.c

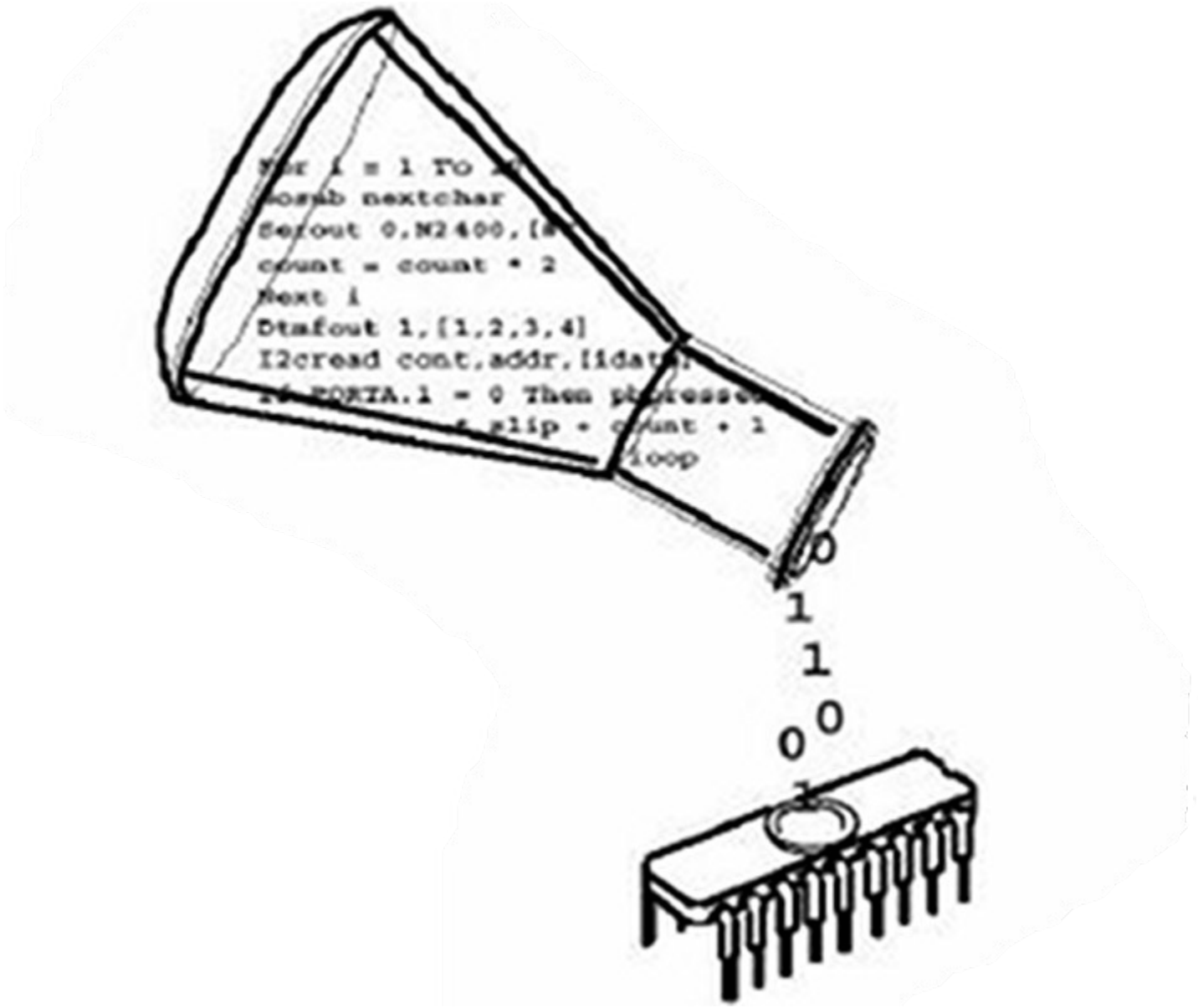
```
#include <stdio.h>

int main() {

    printf("Hello, World!\n");
    return 0;
}
```

Kommandozeile

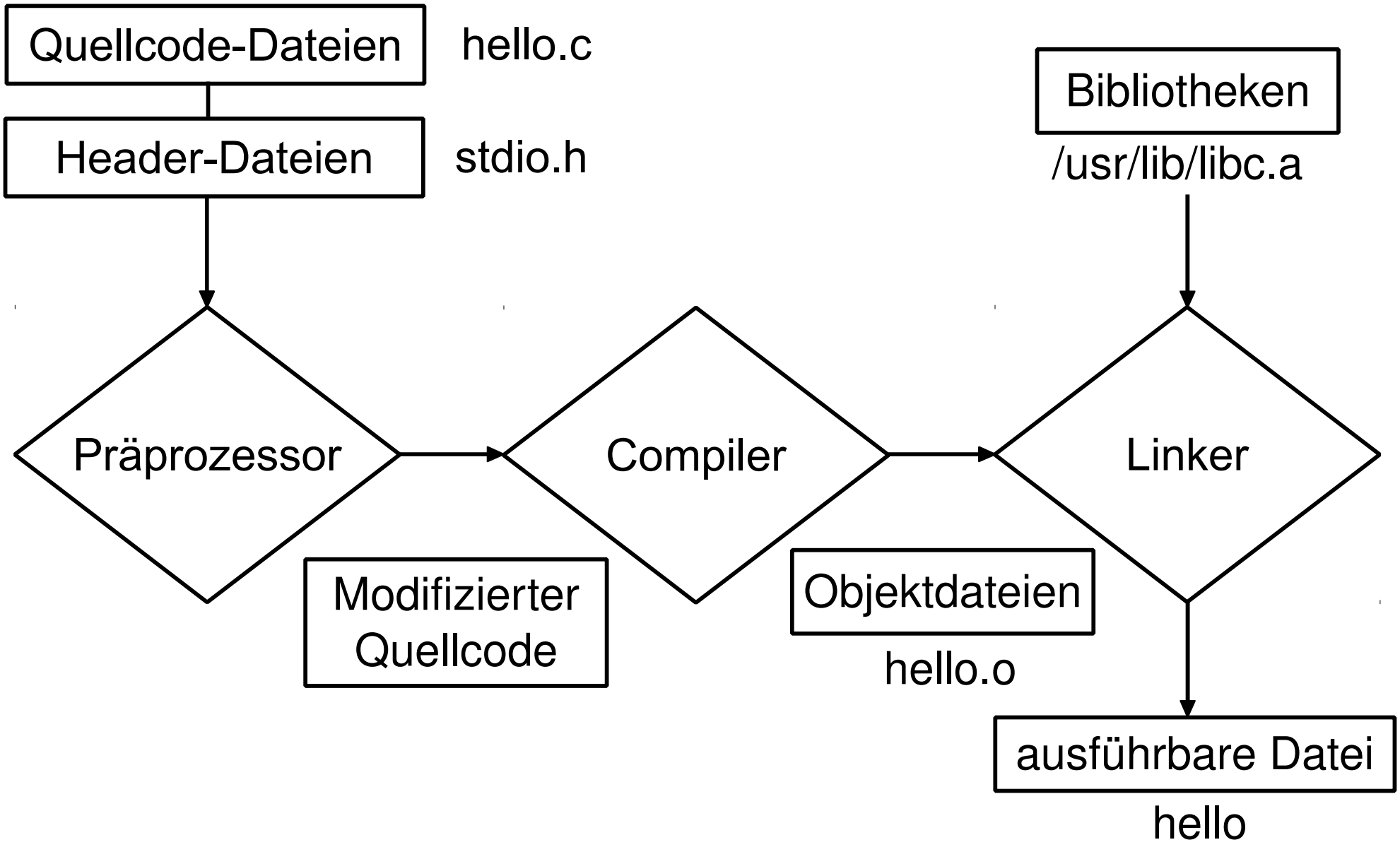
```
$ gcc -o hello hello.c
$ ./hello
Hello, World!
$
```

hello kann nach der Kompilierung wie jedes andere Unix-Kommando ausgeführt werden

Der C-Compiler



Kompilierung als mehrstufiger Prozess



Hello World bestehend aus mehreren Dateien

Datei main.c

```
extern hello(char* who);
extern bye(char* who);

int main() {

    hello("World");
    bye("World");
    return 0;
}
```

Dateien hello.c und bye.c

```
#include <stdio.h>
hello(char* who) {
    printf("Hello, %s!\n", who);
}
```

```
#include <stdio.h>
bye(char* who) {
    printf("Bye, %s!\n", who);
}
```

Separate Kompilierung

```
$ ls
bye.c       hello.c         main.c
$ gcc -c main.c
$ gcc -c hello.c
$ gcc -c bye.c
$ ls
bye.c       hello.c         main.c
bye.o       hello.o         main.o
$
```

Linken

```
$ gcc -o hello main.o hello.o bye.o
$ ./hello
Hello, World!
Bye, World!
$
```

Datei Makefile

```
all: main

main: main.o hello.o bye.o
→ gcc -o hello main.o hello.o bye.o

hello.o: hello.c
→ gcc -c hello.c

bye.o: bye.c
→ gcc -c bye.c

main.o: main.c
→ gcc -c main.c

clean:
→ rm -f hello main.o hello.o bye.o
```

Übungsaufgabe

Kopiert euch die Beispieldateien und das Makefile in einen Ordner.

➜ Kompiliert die Dateien zunächst per Hand separat und linkt sie dann zusammen! Führt jedesmal **ls** aus!

➜ Löscht jetzt alle Objekt- und ausführbaren Dateien!

➜ Führt **make** aus und seht euch die Ausgabe an!

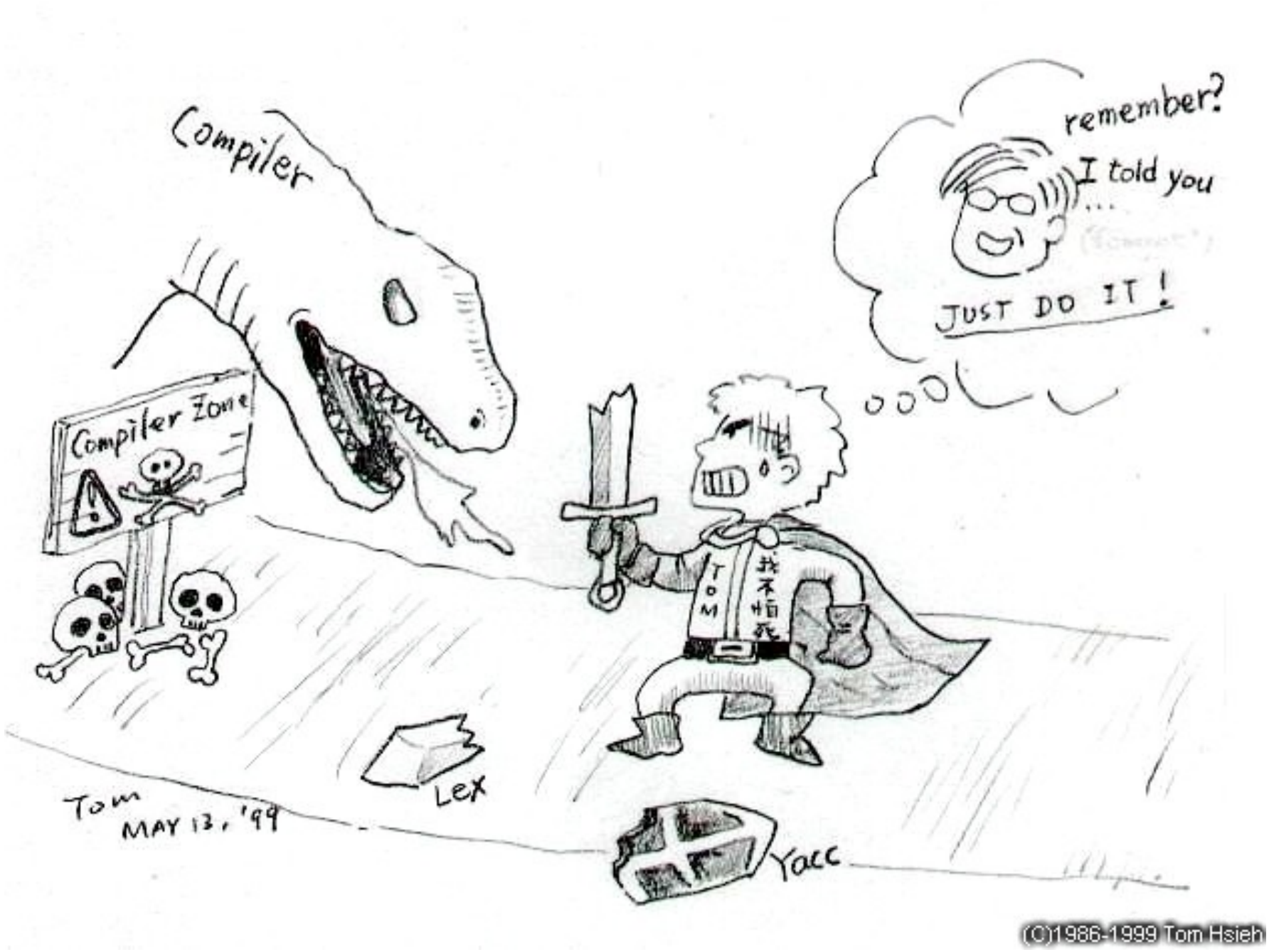
➜ Löscht die Datei **bye.o**!

➜ Führt erneut **make** aus und seht euch die Ausgabe an!

Typen von Fehlern

- Präprozessor-Fehler, z.B.
  - falsch geschriebene Präprozessoranweisung
  - undefinierte symbolische Konstante
- Compiler-Fehler, z.B.
  - Syntaxfehler
  - Typfehler
- Linker-Fehler, z.B.
  - undefined reference to `hello'
    collect2: ld returned 1 exit status
- Laufzeitfehler, z.B.
  - divide by zero
  - Speicherzugriffsfehler: segmentation fault / bus error

Der Präprozessor



Präprozessoranweisungen

- am Zeichen # zu Beginn der Anweisung zu erkennen
- der Präprozessor erkennt nur Zeilen beginnend mit #

Präprozessoranweisungen

- am Zeichen # zu Beginn der Anweisung zu erkennen
- der Präprozessor erkennt nur Zeilen beginnend mit #

- Einfügen von Dateien:

  ➜ #include
- Ersetzen von Text (Makros):

  ➜ #define
- Bedingte Kompilierung:

  ➜ #if, #ifdef, #ifndef, #else, #elif, #endif

Präprozessoranweisungen

- am Zeichen # zu Beginn der Anweisung zu erkennen
- der Präprozessor erkennt nur Zeilen beginnend mit #

- Einfügen von Dateien:

  ➜ #include

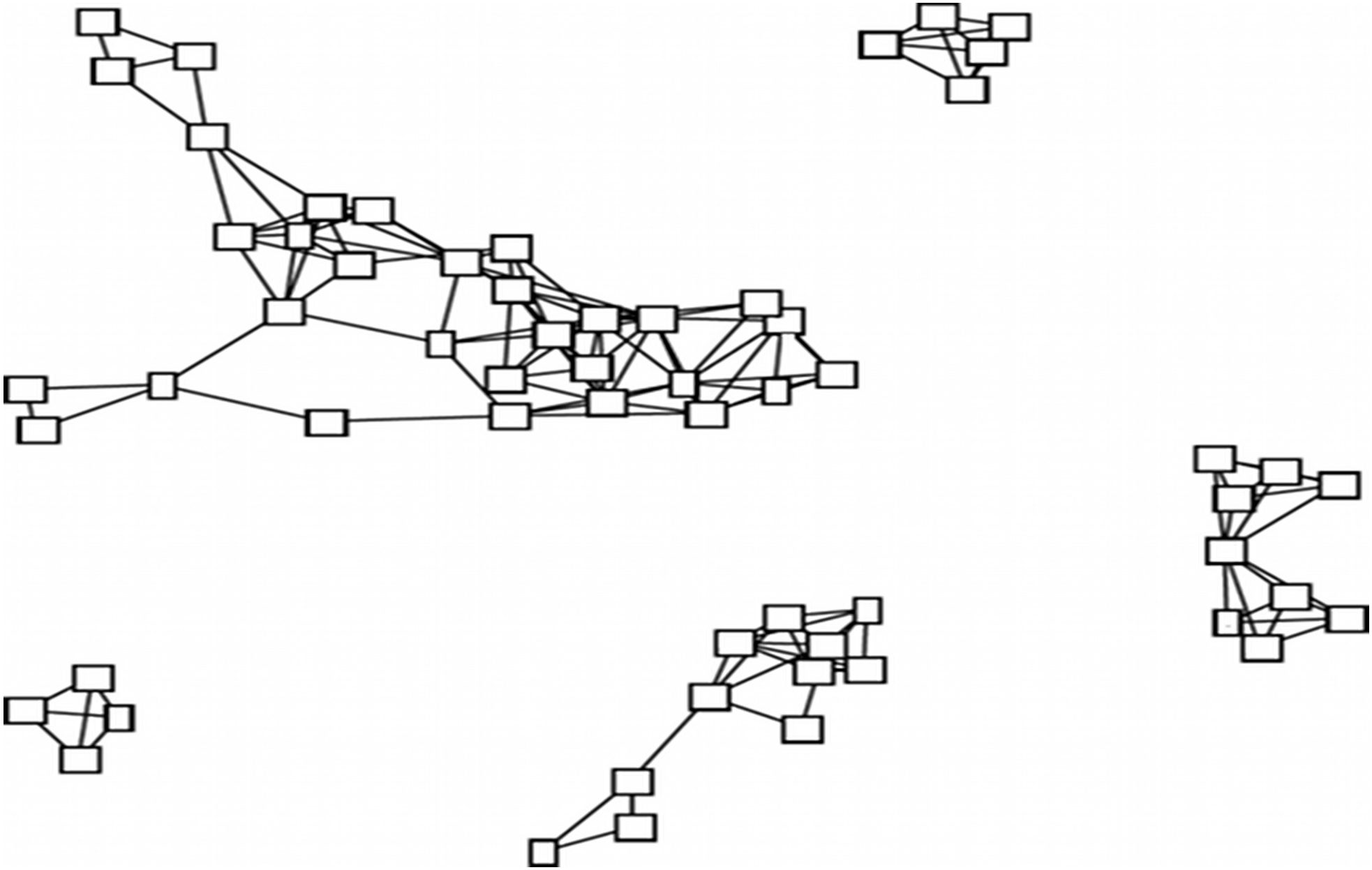
- Ersetzen von Text (Makros):

  ➜ #define

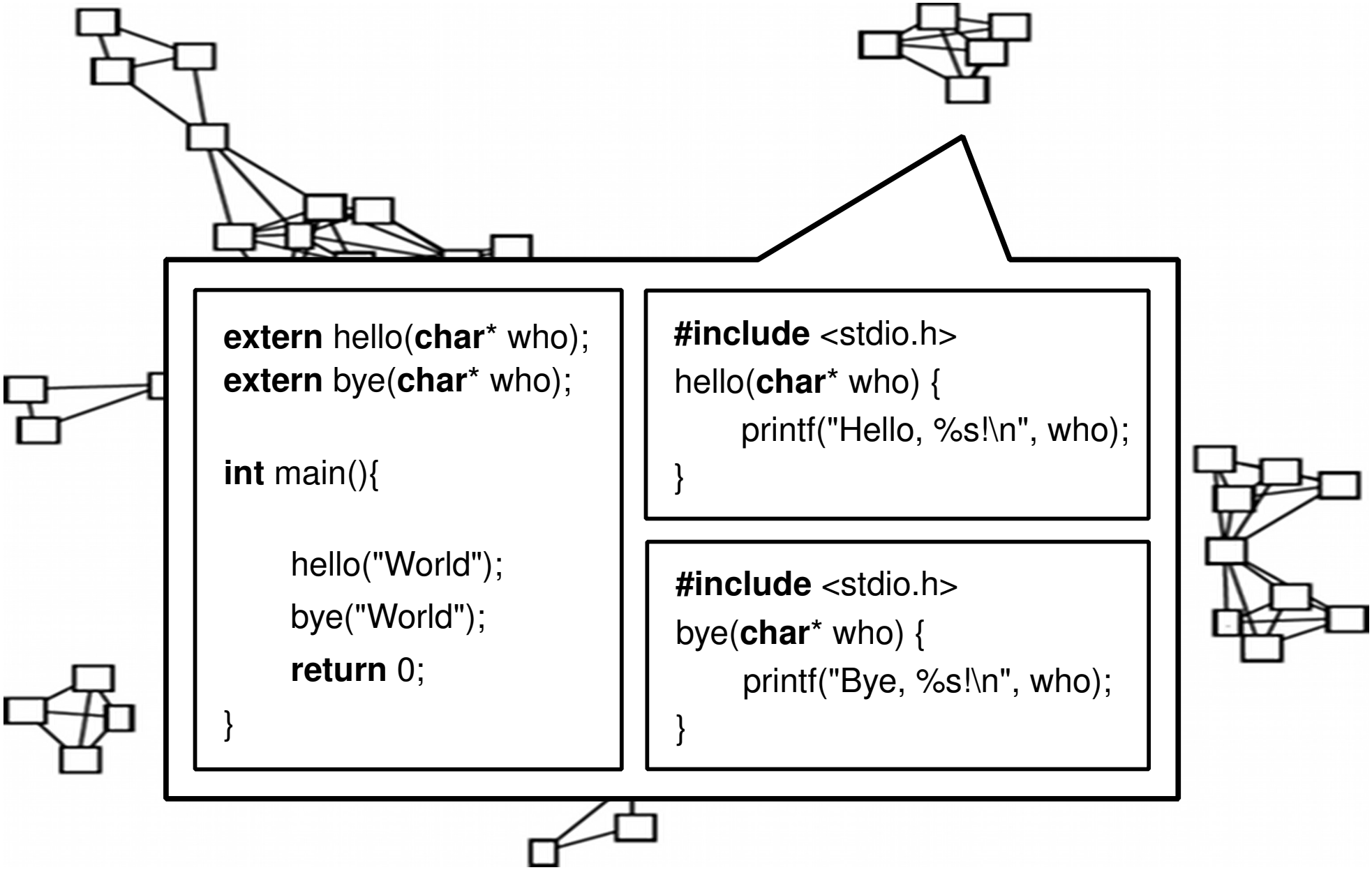
- Bedingte Kompilierung:

  ➜ #if, #ifdef, #ifndef, #else, #elif, #endif

Header-Dateien



Header-Dateien



```
extern hello(char* who);
extern bye(char* who);

int main(){

        hello("World");
        bye("World");
        return 0;
}
```

```
#include <stdio.h>
hello(char* who) {
        printf("Hello, %s!\n", who);
}
```

```
#include <stdio.h>
bye(char* who) {
        printf("Bye, %s!\n", who);
}
```

Header-Dateien

- Header Dateien erkennt man an der Endung ".h“
- Sie sind Teil von Schnittstellen zwischen Systemen
- Sie enthalten:
  - Funktions-Deklarationen
  - globale Variablen
  - symbolische Konstanten
  - Makros
  - Datentypen (z.B. Strukturen)

Inkludieren von Header-Dateien

- **#include** <name>
- sucht zuerst im Verzeichnis der Systemdateien
- erst dann im Verzeichnis der Quelldatei
- wird normalerweise verwendet, um Headerdateien, die vom System geliefert werden, einzubinden (z.B. #include <stdio.h>)

- **#include** "name"
- sucht zuerst im Verzeichnis der Quelldatei
- erst dann im Verzeichnis der Systemdateien
- wird normalerweise verwendet, um selbstgeschriebene Header-Dateien einzubinden (z.B. #include "debug.h")

-I-Compileroption (gcc)

- Erweitert beim Übersetzen eines Programmes die Liste der Verzeichnisse, in denen nach einer Datei gesucht wird.

- gcc -Iinclude hello.c

- sucht nach stdio.h zuerst als include/stdio.h, und erst dann als /usr/include/stdio.h.

-E-Compileroption (gcc)

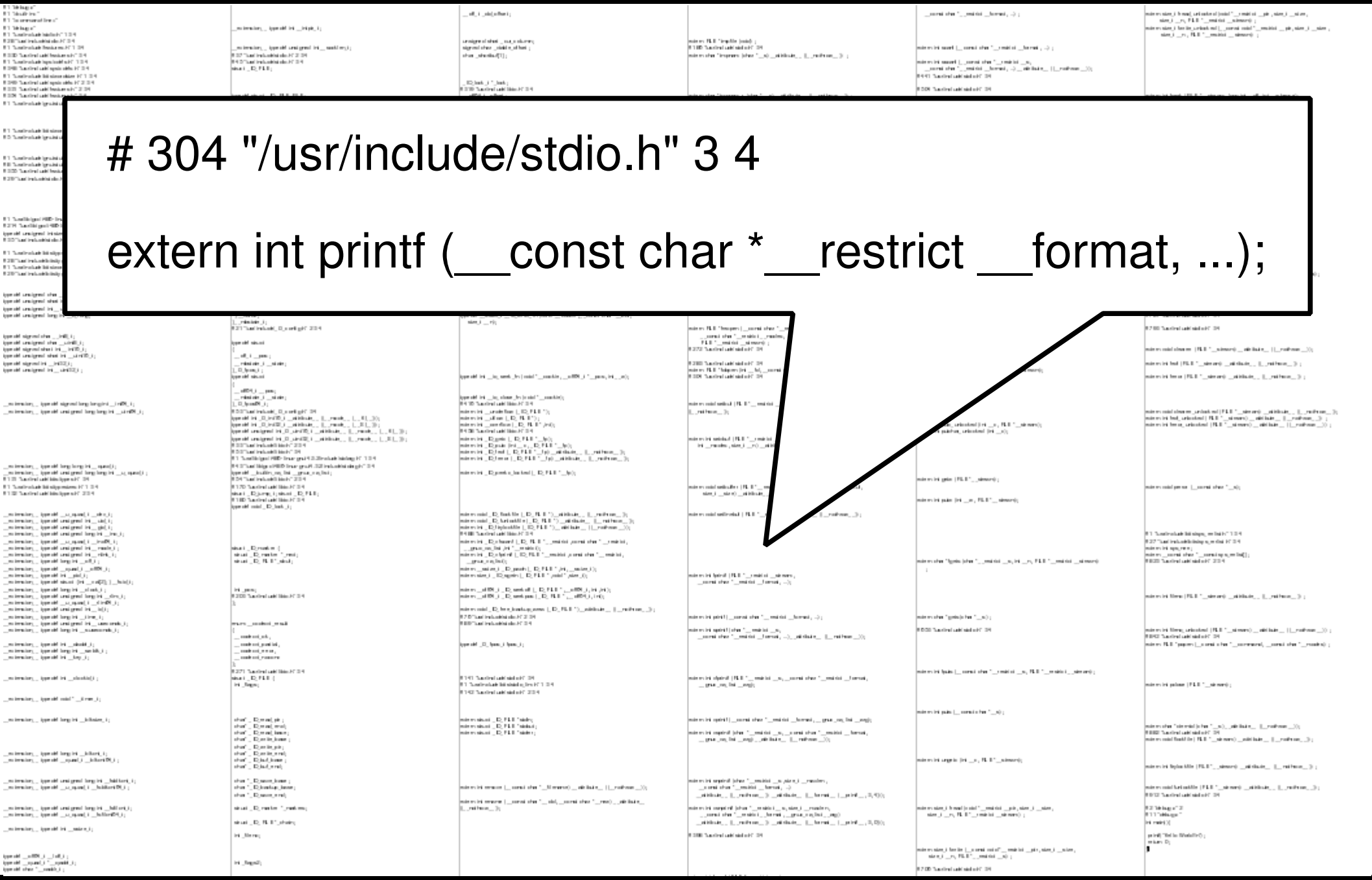
Was geschieht nun aber eigentlich beim Inkludieren eines Files?

Mit **-E** könnt ihr euch die Ausgabe des Präprozessors ansehen. Probiert's aus:

Kommandozeile:

```
$ gcc -E hello.c
```

Präprozessor-Output von Hello World



Problem: Mehrfachinklusion

Datei foo.h

```
#include “bar.h“
#include “baz.h“
...
```

Datei bar.h

```
…
```

Datei baz.h

```
…
```

Problem: Mehrfachinklusion

Datei foo.h

```
#include “bar.h“
#include “baz.h“
...
```

Datei bar.h

```
#include “baz.h“
...
```

Datei baz.h

```
...
```

Problem: Mehrfachinklusion

Datei foo.h

```
#include “bar.h“
#include “baz.h“
...
```

Datei bar.h

```
#include “baz.h“
...
```

Datei baz.h

```
...
```

Problem: Mehrfachinklusion

Datei foo.h

```
#include “bar.h“
#include “baz.h“
...
```

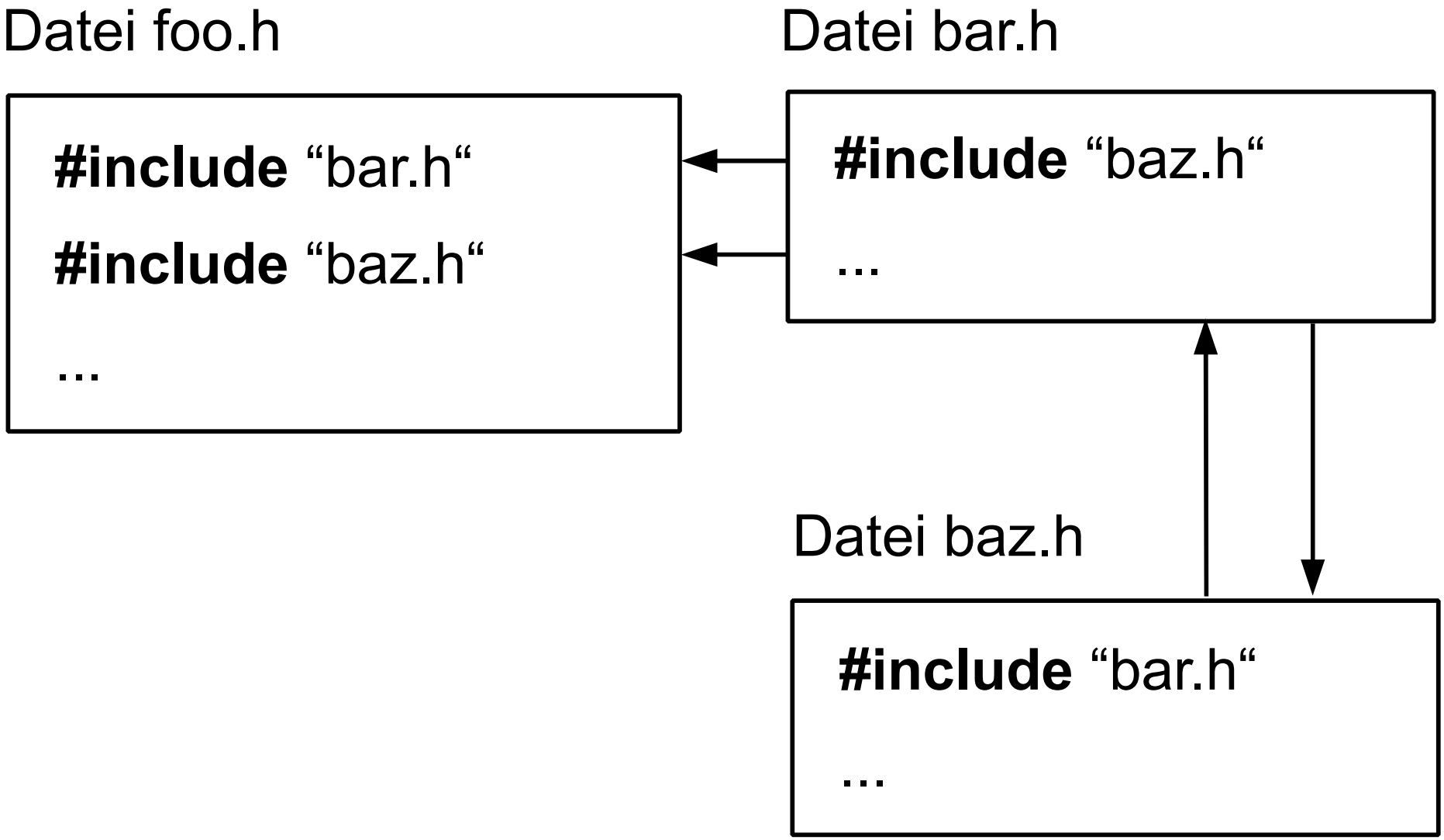
Datei bar.h

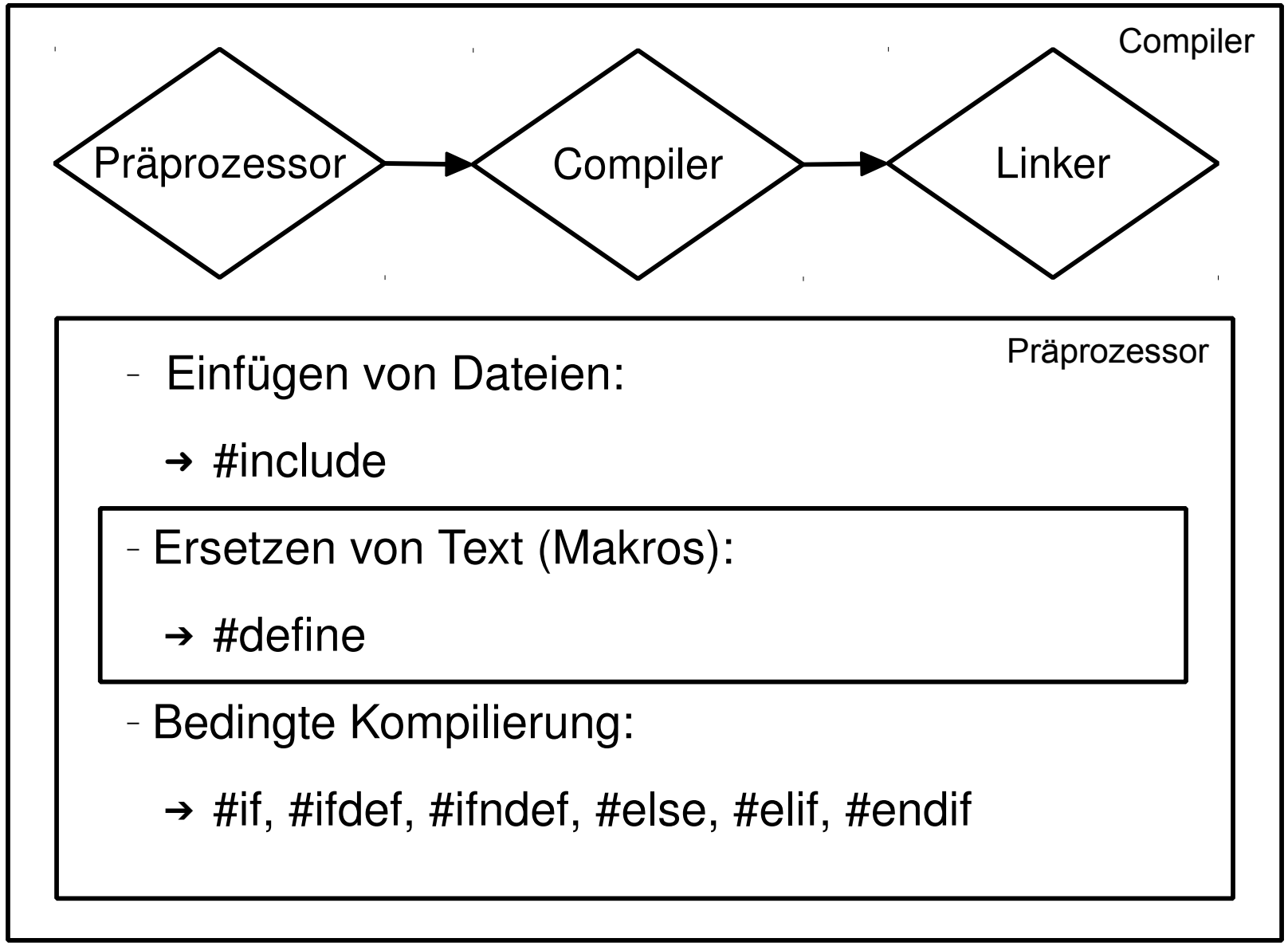
```
#include “baz.h“
...
```

Datei baz.h

```
#include “bar.h“
...
```

Problem: Mehrfachinklusion




Compiler
Präprozessor
Compiler
Linker
Präprozessor
- Einfügen von Dateien:
➔ #include
- Ersetzen von Text (Makros):
➔ #define
- Bedingte Kompilierung:
➔ #if, #ifdef, #ifndef, #else, #elif, #endif

Parameterlose Makros

- Syntax: **#define** NAME [replacement]
- Präprozessor ersetzt vor der Kompilierung jedes Vorkommen von **NAME** mit dem Ersetzungstext
- Fehlt das replacement, so ist der **NAME** dem System im Folgenden bekannt, anstatt undefiniert zu sein
- Um den semantischen Unterschied klarzumachen, sollten Makros immer GROSS geschrieben werden!
- Ein ausführliches Beispiel werden wir später betrachten

Syntax:

kein Leerzeichen — Leerzeichen

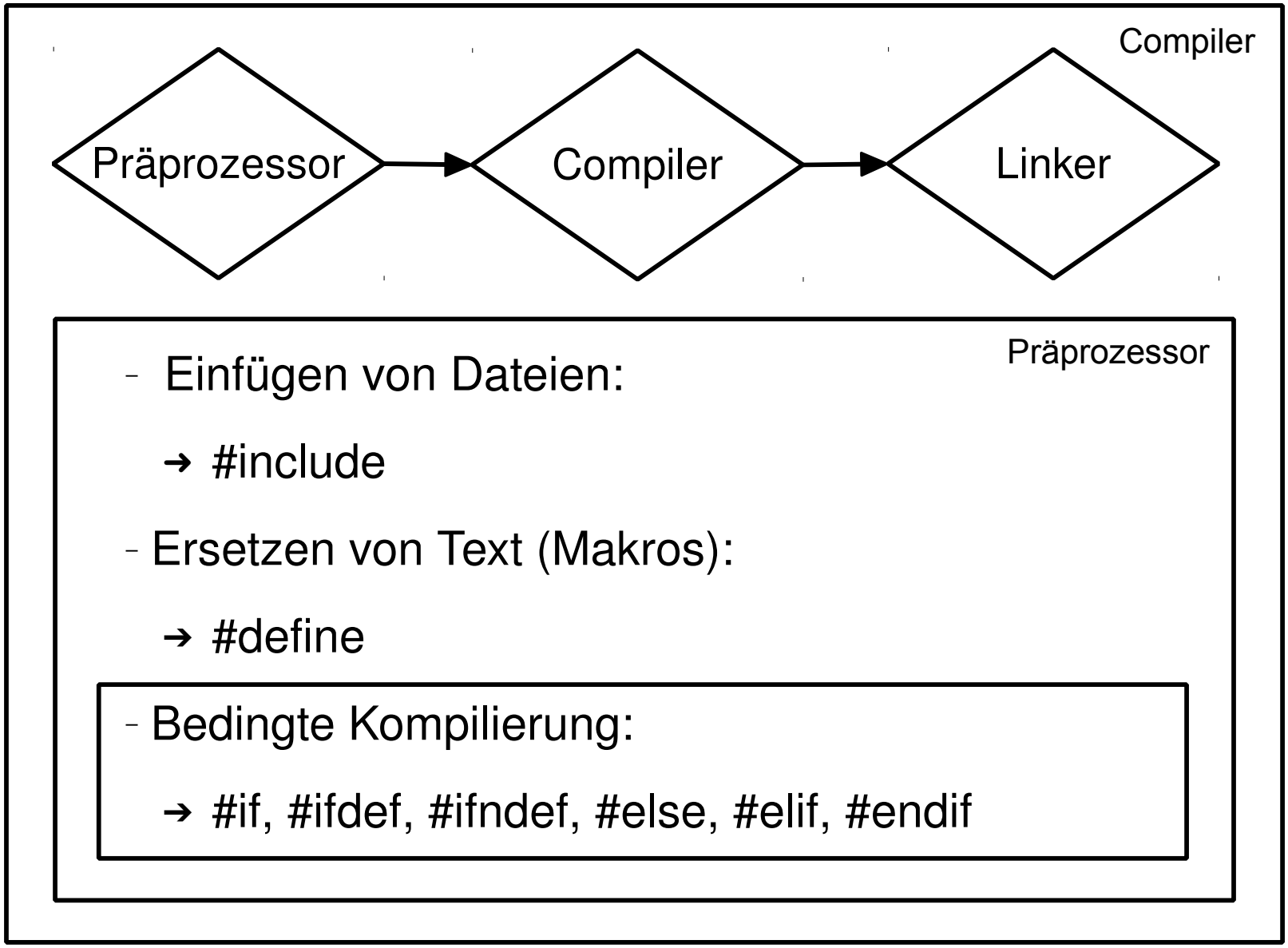
#define NAME(dummy1 [[,dummy2], ...]) ... dummy1 ...

Parameterliste — Tokenstring

Beispiel:

#define SIZEOF(array) sizeof(array)/sizeof(array[0])

Bedingte Kompilierung



Bedingte Kompilierung

```
#ifdef _WIN32
    /* do Windows specific stuff here */
#endif
#ifdef __APPLE__
    /* do Mac specific stuff here */
#endif
#ifdef __linux__
    /* do Linux specific stuff here */
#endif
```

Vermeidung von Mehrfachinklusion

Datei foo.h

```
#ifndef FOO_H
   #define FOO_H


   extern int foo(int x, int y);


#endif
```

Was bewirkt nun dieser Code?

Beispiel: Debugging

```
int debug= 1;

int main(){

    if(debug)
        printf("entering main...\n“);
    …
    if(debug)
        printf("exiting main...\n“);

    return 0;
}
```

Ein einfaches Debugging Makro

Datei debug.h

```
#include <stdio.h>
#define DEBUG

#ifdef DEBUG
#define LOG printf
#else
#define LOG if(0) printf
#endif
```

Unser neues Hello World

Datei hello.c

```
#include “debug.h“

int main(){

    LOG("Hello World!\n");

    return 0;
}
```

Output des Präprozessors (gcc)

```
$ gcc -E hello.c
... 748 weitere Zeilen
# 11 "hello.c"
int main(){

    printf("Hello, World!\n");
    return 0;
}
$
```

define per Kommandozeile (gcc)

gcc [-**D**macro[=defn]...] infile

$ gcc -DDEBUG hello.c

$ gcc -DDEBUG -DVERBOSE=2 hello.c

Unser neues Debugging Makro

Datei debug.h

```
#include <stdio.h>

#ifndef VERBOSE
#define VERBOSE 0
#endif

#ifdef DEBUG
#define LOG printf
#else
#define LOG if(0) printf
#endif
```

Unser neues Hello World mit Debug Levels

Datei hello.c

```
#include “debug.h“

int main(){

    if(VERBOSE >= 1) LOG("Hello World!\n");

    return 0;
}
```

Debug Levels mit bedingter Kompilierung

Datei hello.c

```
#include “debug.h“

int main(){


    #if VERBOSE>=1
        LOG("Hello World!\n");
    #endif
    return 0;
}
```

Übungsaufgabe

Schreibt ein Makefile für unser neues Hello-World-Beispiel!

➜ Definiert targets **release, debug0** und **debug1** für Debug-Builds mit verschiedenen verbosity levels!

➜ Beachtet, dass auch header-Dateien als Abhängigkeiten angegeben werden müssen!

➜ Kompiliert euren Code für verschiedene Debug-Levels und überzeugt euch anhand des Konsolen- sowie des Präprozessoroutputs, dass er funktioniert

Danke!