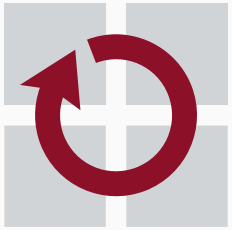
Übungen zu Systemprogrammierung 2

ÜH – C und Sicherheit

Wintersemester 2025/26

Jürgen Kleinöder, Thomas Preisner, Tobias Häberlein, Ole Wiedemann

Lehrstuhl für Informatik 4
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Lehrstuhl für Informatik 4
Systemsoftware

Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Agenda

H.1 Stack-Aufbau eines Prozesses

H.2 Live-Hacking

H.3 Gegenmaßnahmen

H.4 Hacking

Agenda

H.1 Stack-Aufbau eines Prozesses

H.2 Live-Hacking

H.3 Gegenmaßnahmen

H.4 Hacking

Stack-Aufbau eines Prozesses

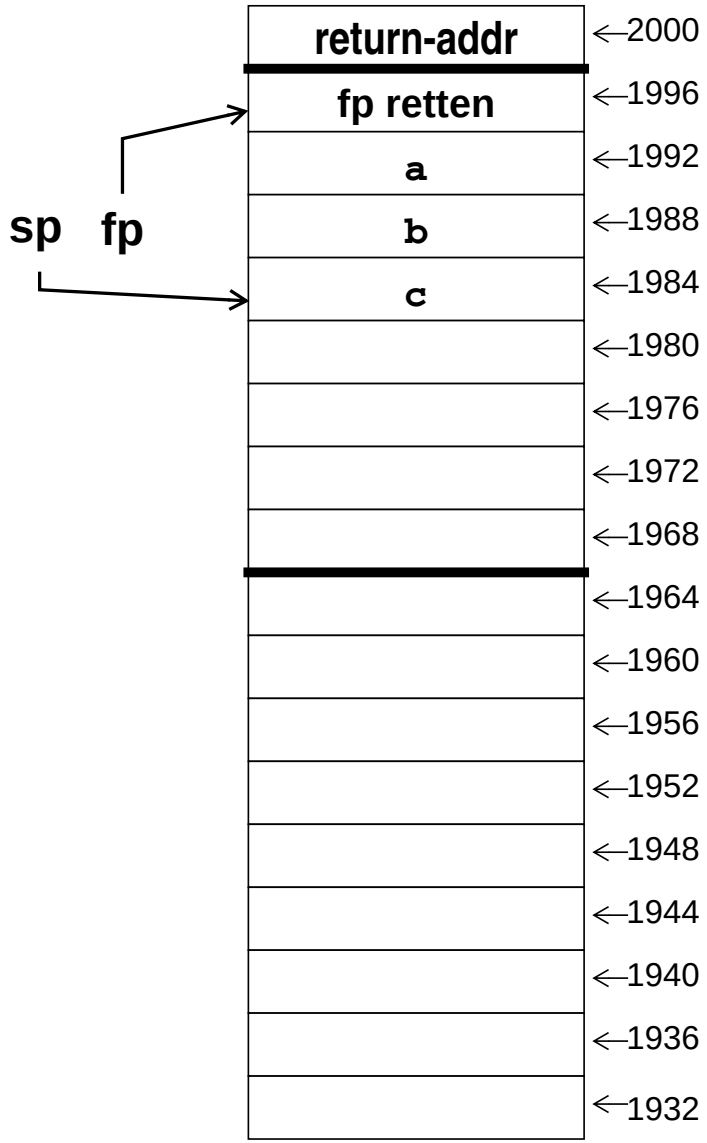
- Bei jedem Funktionsaufruf wird ein **Stack-Frame** angelegt, der u. a.
  - lokale Variablen der Funktion
  - Aufrufparameter an weitere Funktionen
  - gesicherte Register

  … enthält
- Beim Rücksprung wird dieser Stack-Frame wieder abgeräumt
- Stack-Organisation ist abhängig von:
  - Prozessorarchitektur
  - Compiler (auch von Version und Flags)
  - Betriebssystem
- Im Folgenden: Beispiel für Linux auf einem x86-Prozessor (32-Bit)
  - Spezifikation:
    `http://sco.com/developers/devspecs/abi386-4.pdf`

Beispiel

```
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

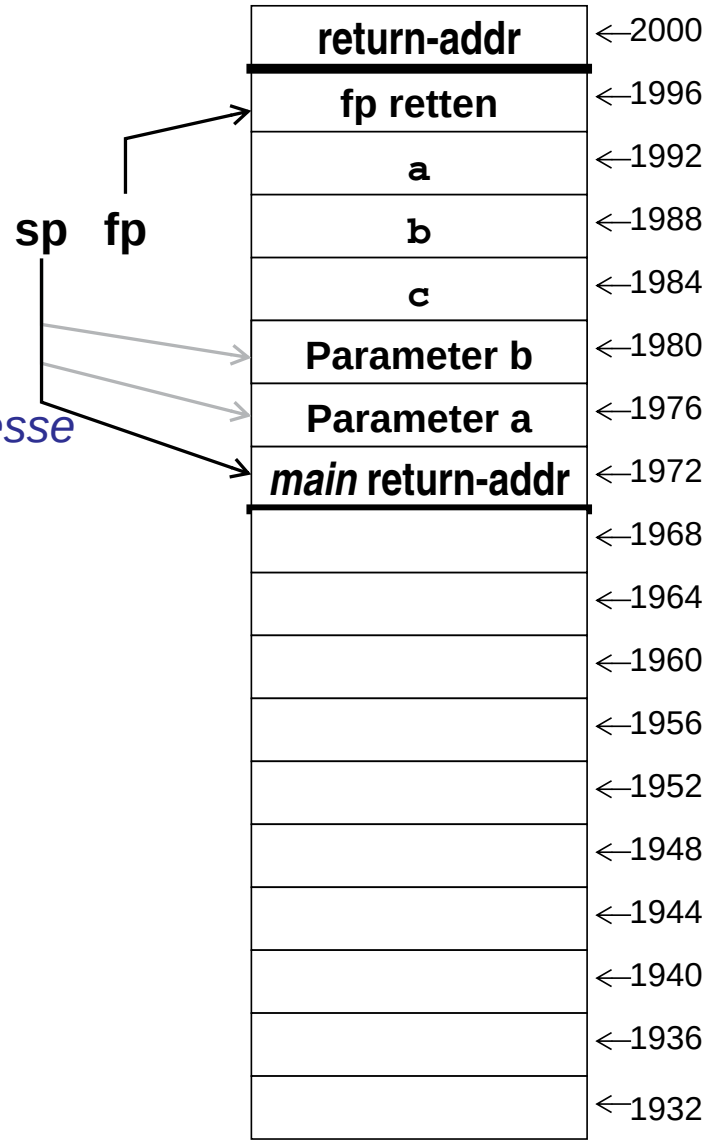


Beispiel

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

        a = 10;
        b = 20;

        f1(a, b);

        return(a);
}
```

Parameter auf Stack legen

Bei Aufruf Rücksprungadresse auf Stack legen



Beispiel

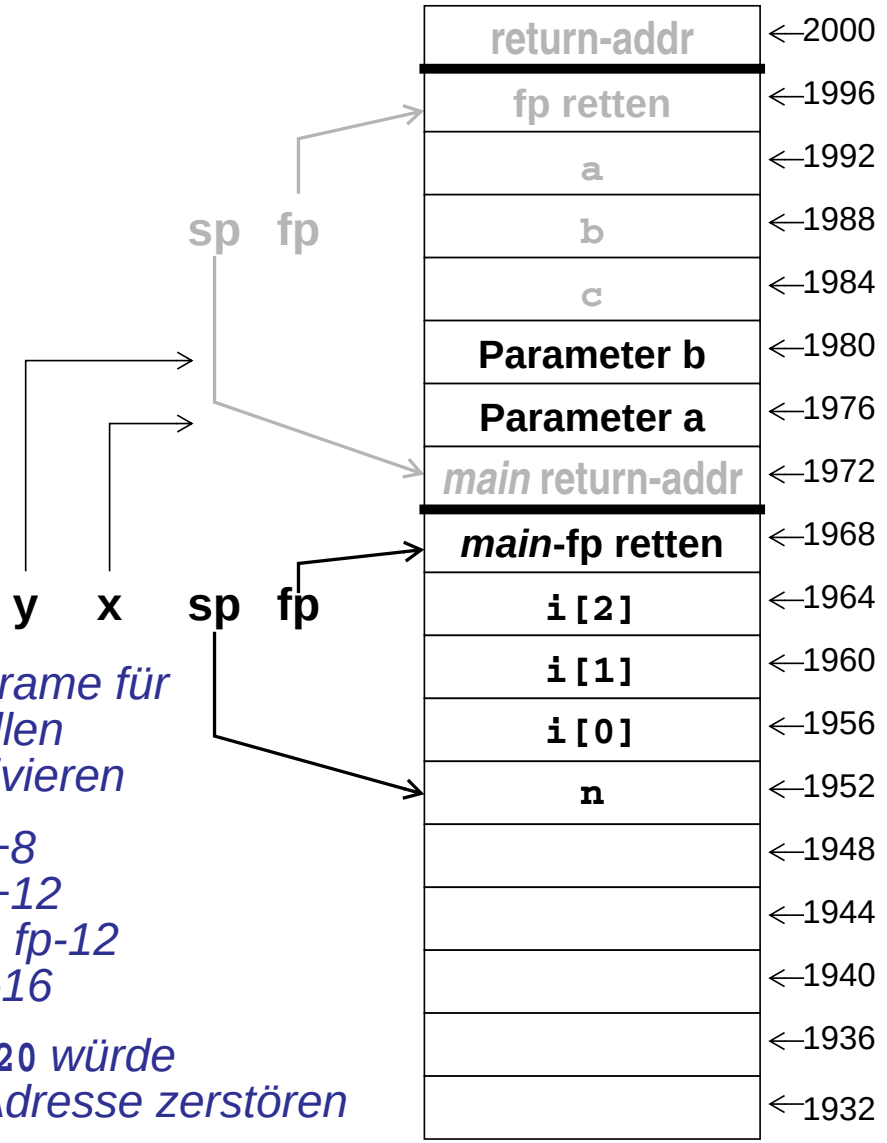
```
main() {
        int a, b, c;

        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

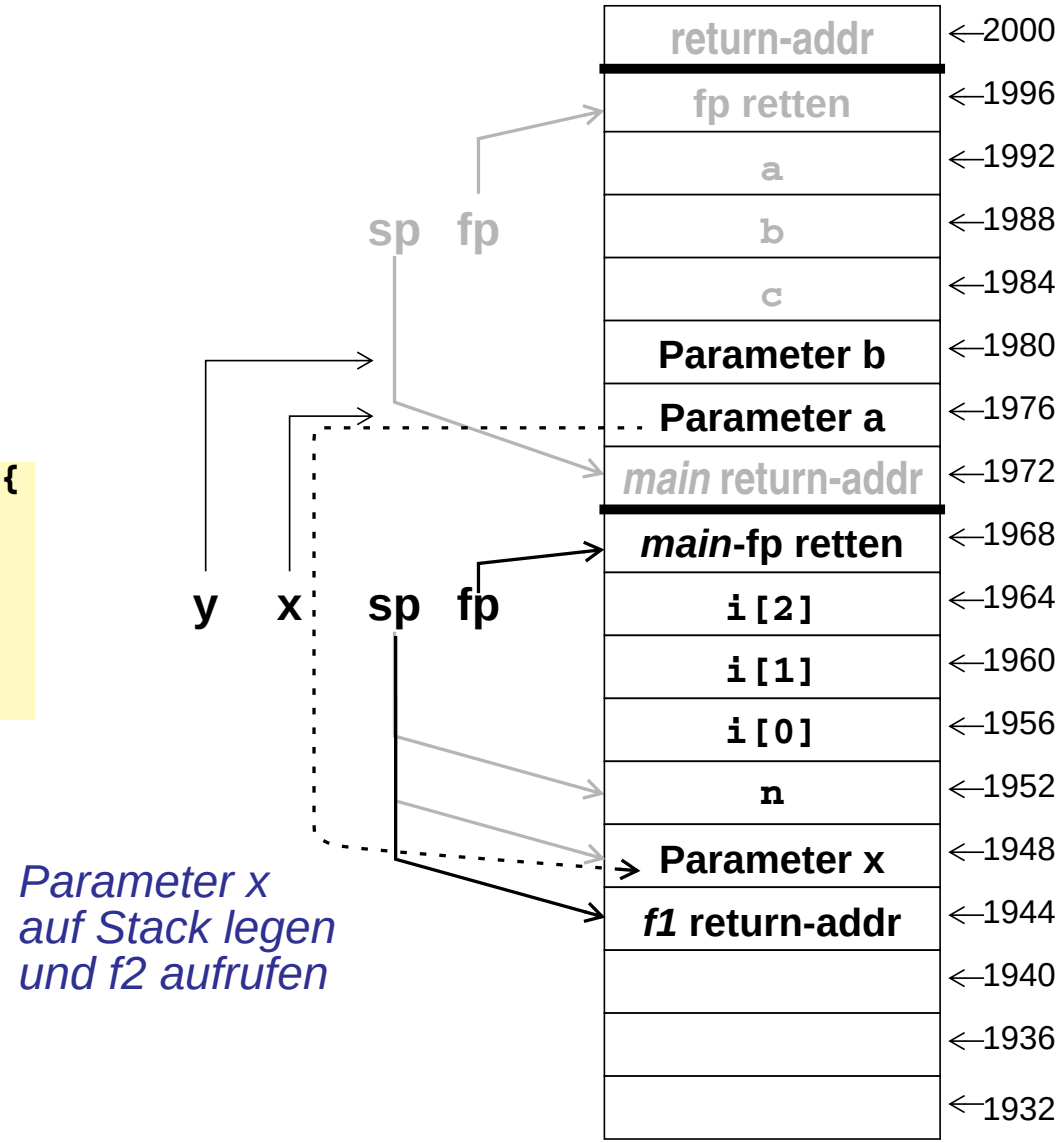
`i[4] = 20` *würde return-Adresse zerstören*



Beispiel

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

        a = 10;
        b = 20;

        f1(a, b);

        return(a);
}
```

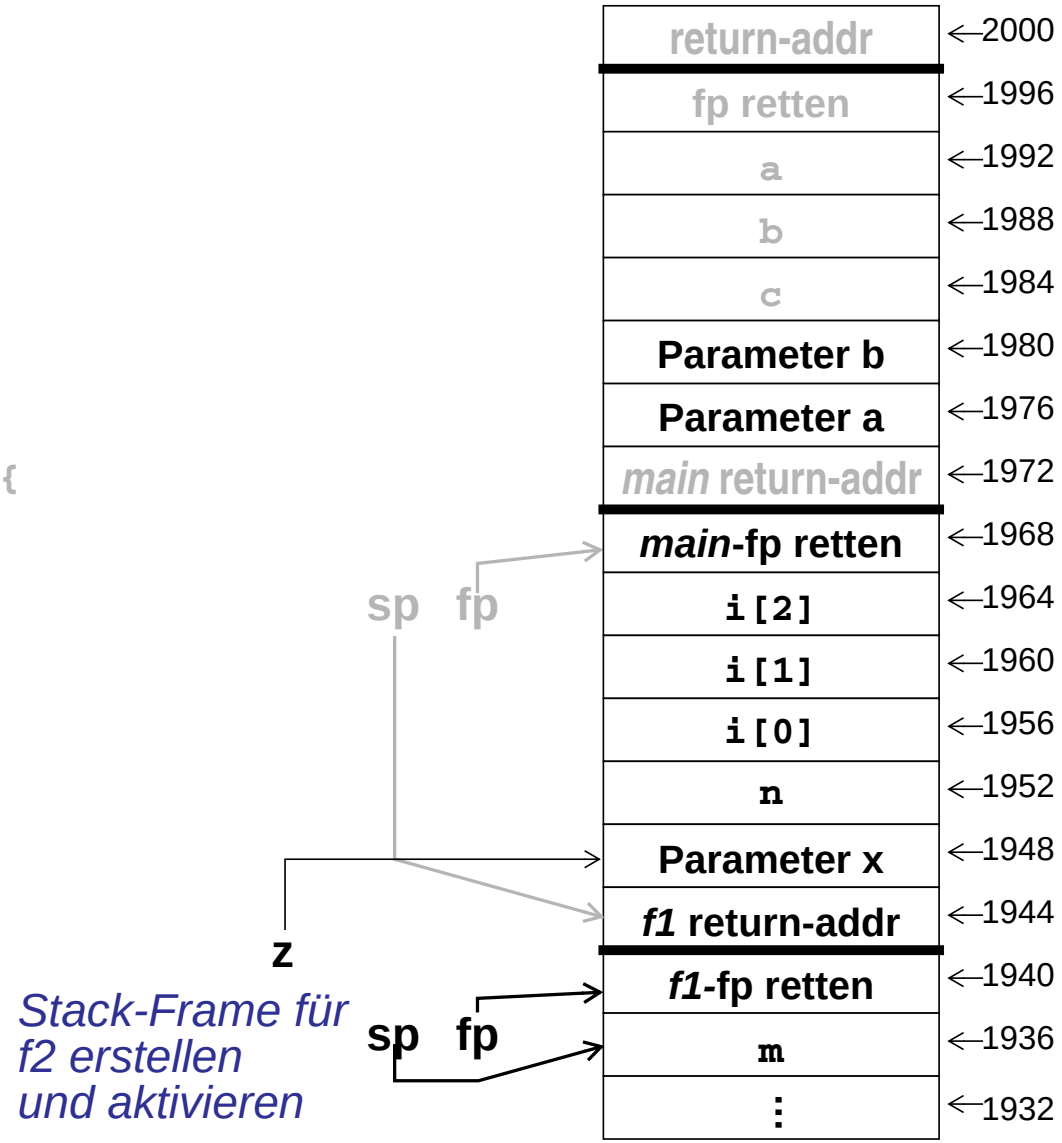
```
int f1(int x, int y) {
        int i[3];
        int n;

        x++;

        n = f2(x);

        return(n);
}
```



Parameter x auf Stack legen und f2 aufrufen

Beispiel

```
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);
}
```

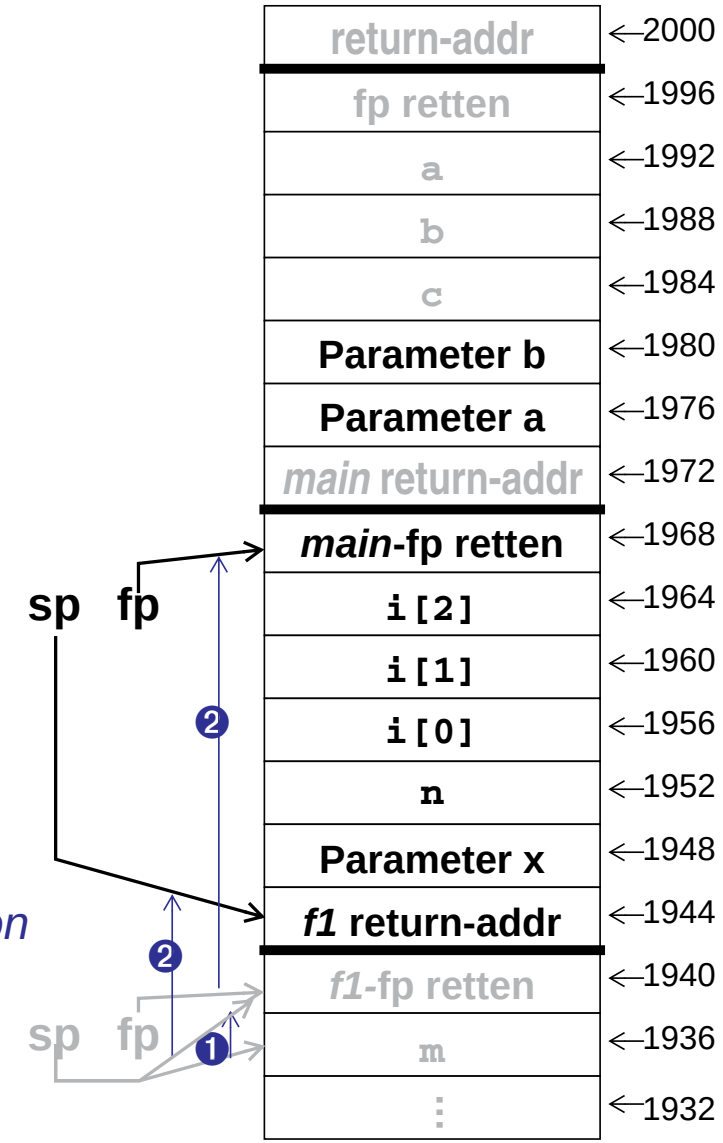


Beispiel

```
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);
}
```

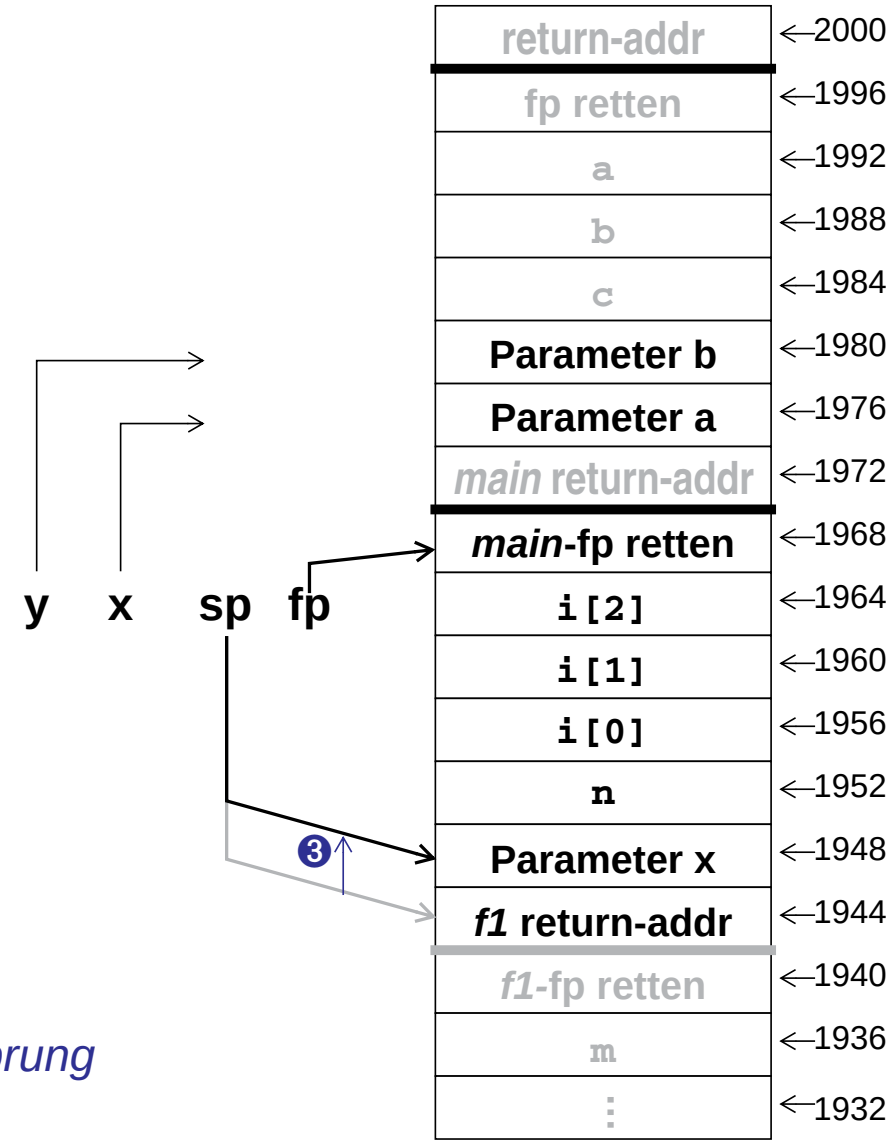
Stack-Frame von f2 abräumen

❶ *sp = fp*
❷ *fp = pop(sp)*



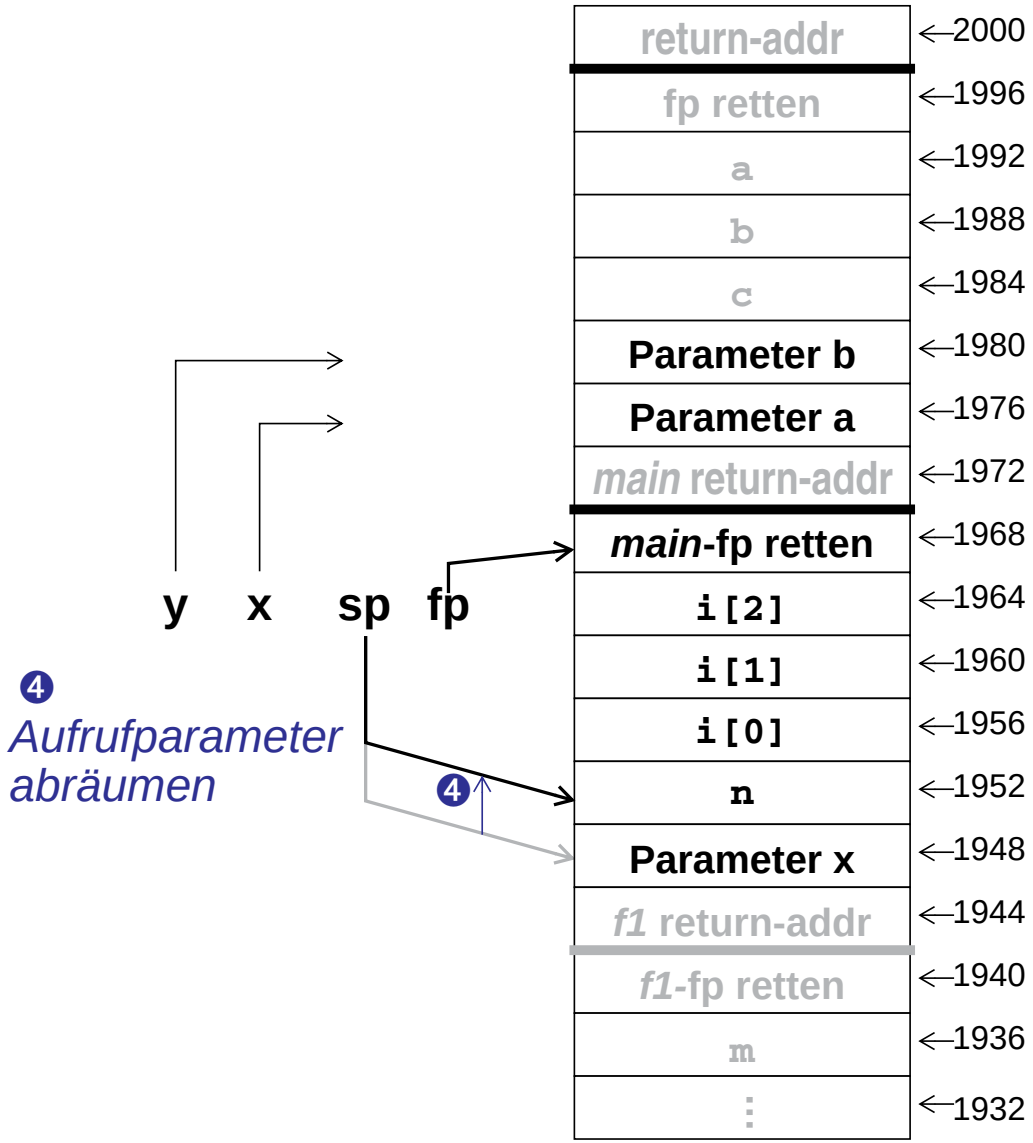
Beispiel


```
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);
}
```



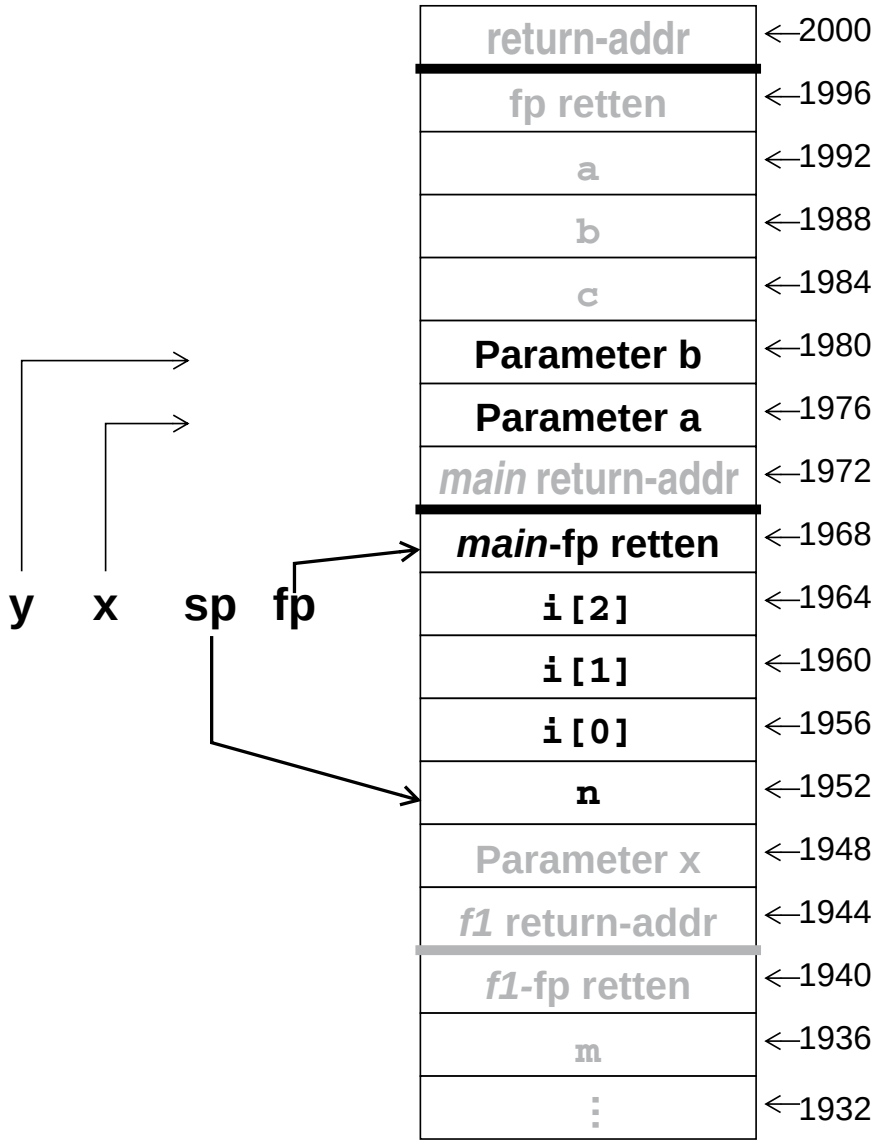
Beispiel


```
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);
}
```



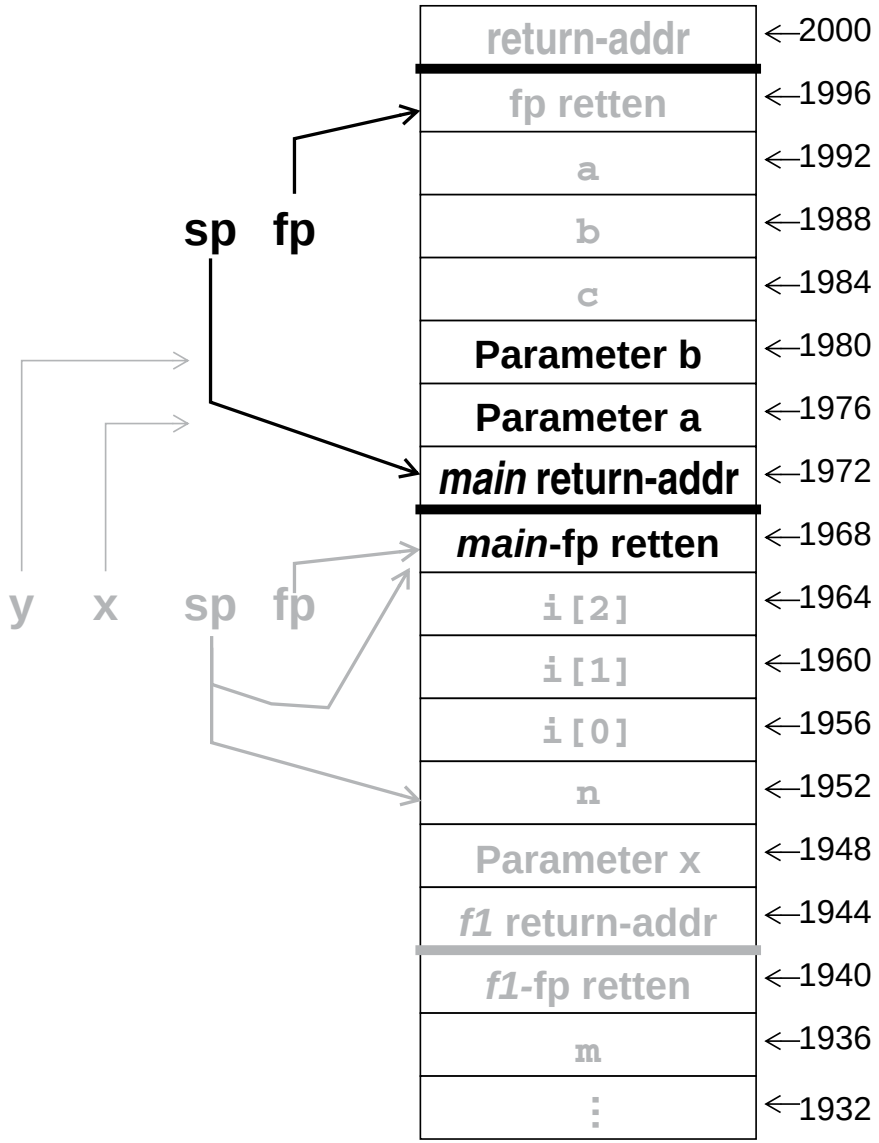
Beispiel


```
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);
}
```



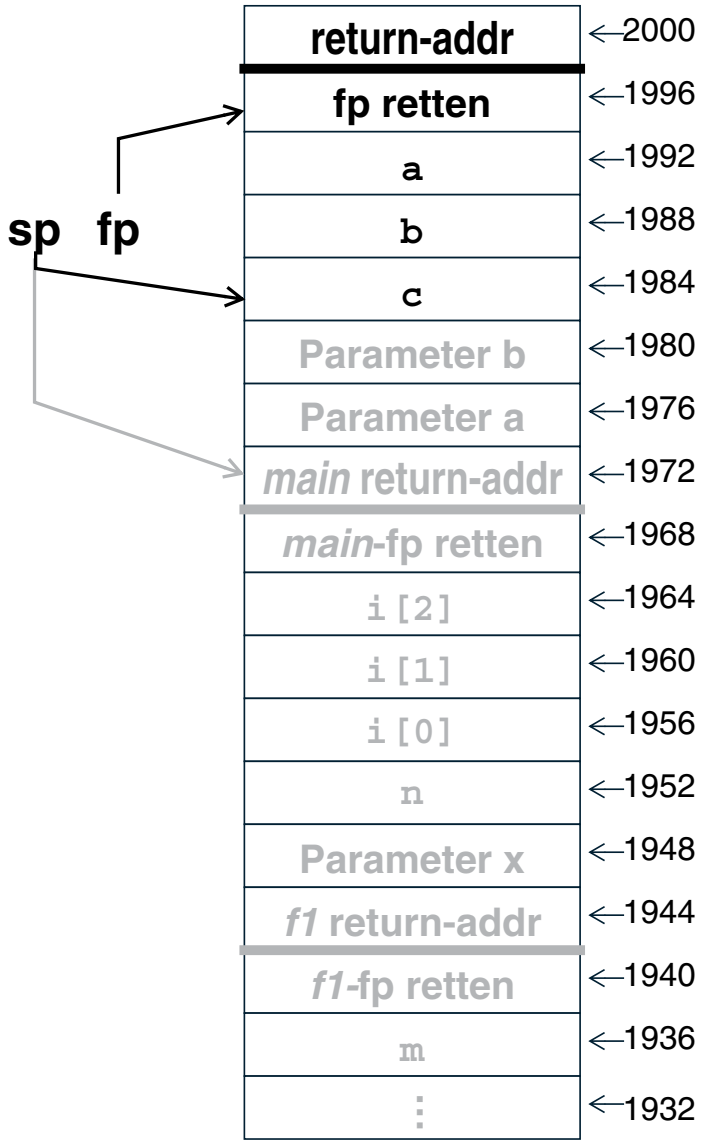
Beispiel


```
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);
}
```



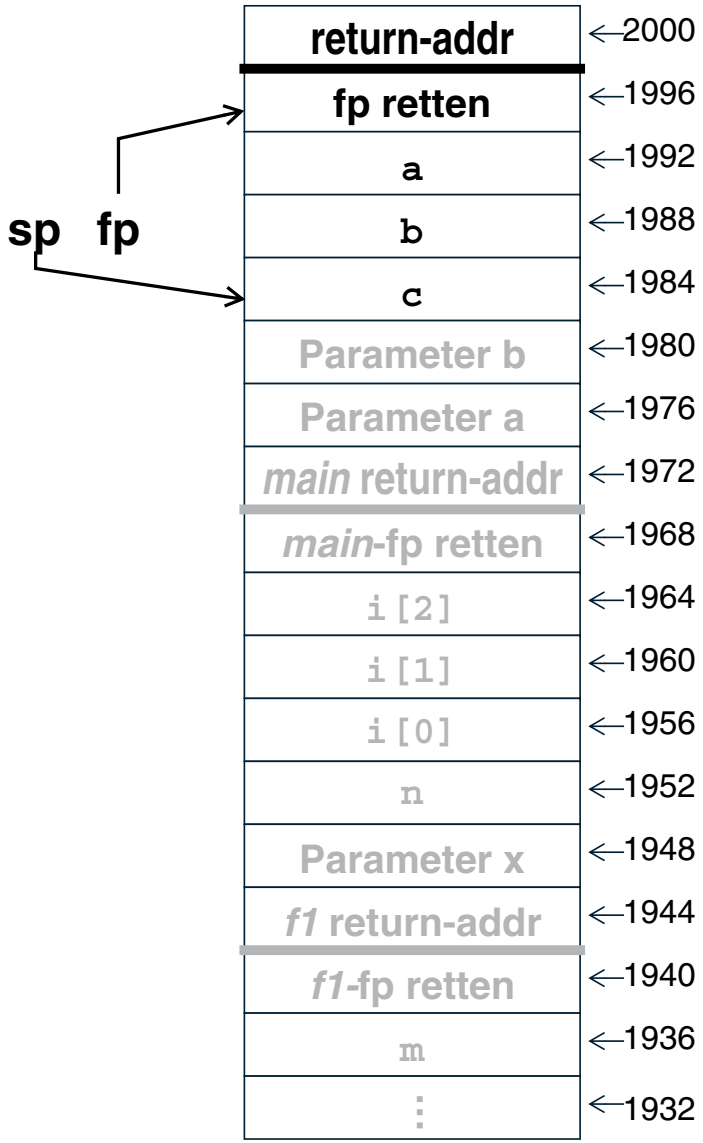
Beispiel

```
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);
}
```



Beispiel

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

        a = 10;
        b = 20;

        f1(a, b);

        return(a);
}
```



Agenda

Live-Hacking

- Simples Authentifizierungs-Programm (z. B. einem Netzwerkdienst vorgeschaltet):
  1. Passwortabfrage
  2. Korrektes Passwort $\rightarrow$ Starten einer Shell
- Code liegt in `/proj/i4sp2/pub/hack-demo`
- Schaffen wir es die Shell zu starten, ohne das korrekte Passwort zu kennen?

Live-Hacking

- Passwort-Authentifizierung:

```
static int authenticate(void) {

  fputs("Password: ", stdout);
  fflush(stdout);

  char password[8 + 1]; // Maximum: 8 characters and '\0'
  int n = scanf("%s", password);
  if (n == EOF)
    return -1;

  return checkPassword(password);
}
```

Live-Hacking

- Passwort-Authentifizierung:

```
static int authenticate(void) {
  fputs("Password: ", stdout);
  fflush(stdout);
  char password[8 + 1]; // Maximum: 8 characters and '\0'
  int n = scanf("%s", password);
  if (n == EOF)
    return -1;
  return checkPassword(password);
}
```

- `scanf(3p)` überprüft nicht auf Pufferüberschreitung!
  - Das Array `password` liegt auf dem Stack
  - Nach dem Einlesen von 9 Zeichen überschreiben alle folgenden Zeichen andere Daten auf dem Stack

Angriffsplan

1. Pufferüberlauf innerhalb von `authenticate()` hervorrufen
2. Rücksprungadresse mit der Adresse der Funktion `executeShell()` überschreiben
3. Shell benutzen und freuen :-)

Analysieren des Code-Layouts

- Wo im Textsegment liegen unsere Funktionen?

```
$ nm auth
08049868 t execute_stack_op.cold
08049871 t .L92
0804987a t uw_update_context_1.cold
0804988c t execute_cfa_program_specialized.cold
0804988c t .L321
08049894 t execute_cfa_program_generic.cold
08049894 t .L460
0804989c t uw_frame_state_for.cold
080498a5 t uw_init_context_1.cold
080498aa t _Unwind_RaiseException_Phase2.cold
080498b3 t _Unwind_ForcedUnwind_Phase2.cold
080498bc t _Unwind_GetGR.cold
080498c1 t _Unwind_SetGR.cold
080498c8 t _Unwind_RaiseException.cold
080498d3 t _Unwind_Resume.cold
080498de t _Unwind_Resume_or_Rethrow.cold
080498e3 t _Unwind_Backtrace.cold
080498ee t .L49
080498ee t read_encoded_value_with_base.cold
080498f5 t fde_mixed_encoding_extract.cold
080498fe t classify_object_over_fdes.cold
08049907 t __deregister_frame_info_bases.part.0.cold
0804990c t fde_single_encoding_extract.cold
08049911 t fde_single_encoding_compare.cold
08049918 t fde_mixed_encoding_compare.cold
0804991f t add_fdes.isra.0.cold
08049928 t linear_search_fdes.cold
08049931 t _Unwind_Find_FDE.cold
0804993a t base_of_encoded_value.cold
0804993f t .L17
0804993f t read_encoded_value_with_base.cold
08049946 t __gcc_personality_v0.cold
08049950 t btree_release_tree_recursively
080499a0 t btree_destroy
080499f0 t release_registered_frames
08049a30 t _IO_stdfiles_init
08049a60 T _start
08049a8d t __wrap_main
08049aa0 T _dl_relocate_static_pie
08049ab0 T __x86.get_pc_thunk.bx
08049ac0 t deregister_tm_clones
08049b00 t register_tm_clones
08049b40 t __do_global_dtors_aux
08049b90 t frame_dummy
08049bd5 t checkPassword
08049cbb t authenticate
08049d1e t executeShell
08049d55 T main
08049db0 T crypt
08049dd6 T __x86.get_pc_thunk.ax
08049de0 t get_hashfn
08049e80 t do_crypt
08049fc0 T crypt_rn
```

Analysieren des Stack-Layouts

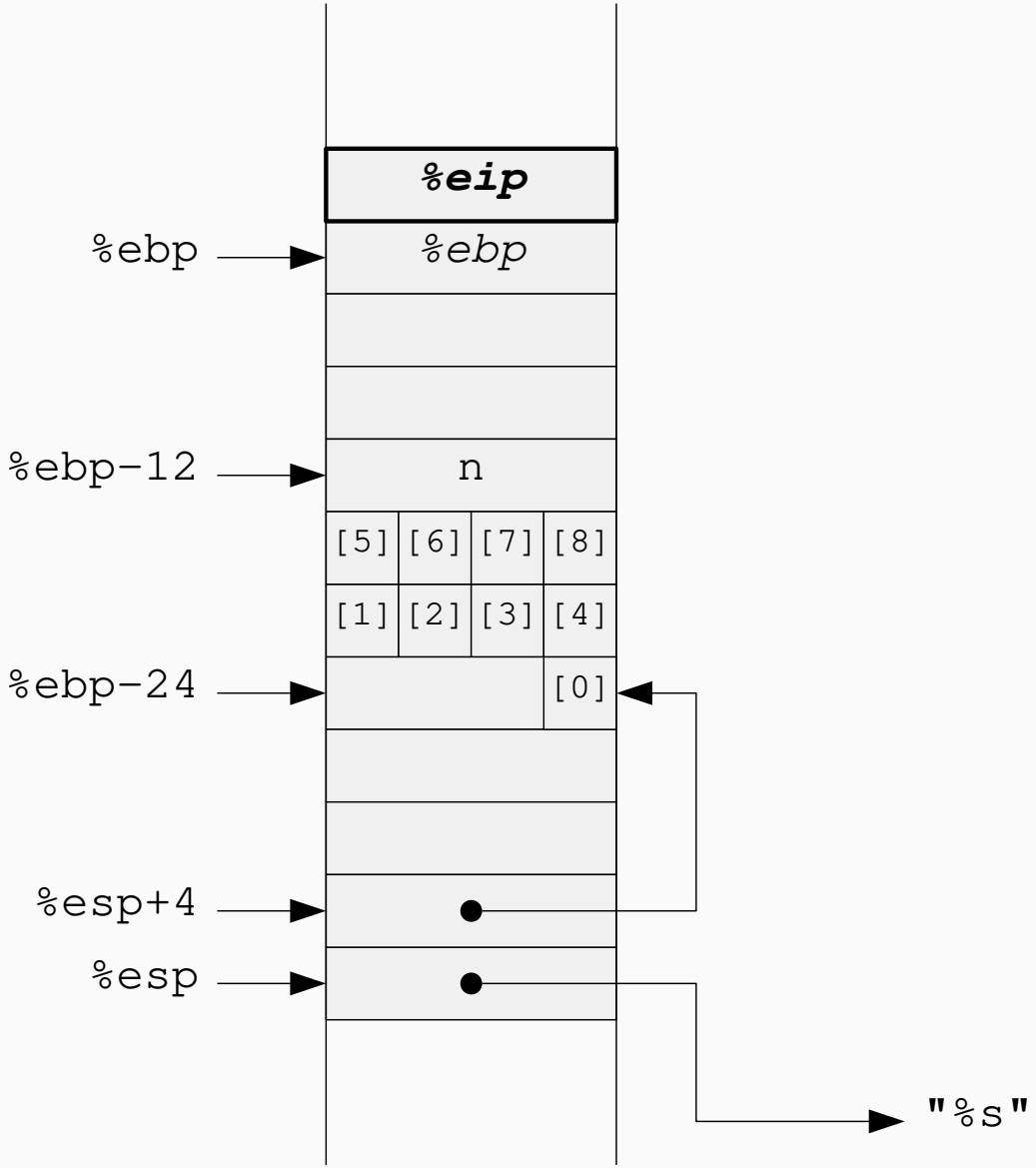

```
$ objdump -d auth
08049cbb <authenticate>:
 8049cbb: 55                    push   %ebp
 8049cbc: 89 e5                 mov    %esp,%ebp
 8049cbe: 83 ec 18              sub    $0x18,%esp
 8049cc1: a1 50 94 14 08        mov    0x8149450,%eax
 8049cc6: 50                    push   %eax
 8049cc7: 6a 0a                 push   $0xa
 8049cc9: 6a 01                 push   $0x1
 8049ccb: 68 9a 40 0f 08        push   $0x80f409a
 8049cd0: e8 ab b2 02 00        call   8074f80 <_IO_fwrite>
 8049cd5: 83 c4 10              add    $0x10,%esp
 8049cd8: a1 50 94 14 08        mov    0x8149450,%eax
 8049cdd: 83 ec 0c              sub    $0xc,%esp
 8049ce0: 50                    push   %eax
 8049ce1: e8 ca af 02 00        call   8074cb0 <_IO_fflush>
 8049ce6: 83 c4 10              add    $0x10,%esp
 8049ce9: 83 ec 08              sub    $0x8,%esp
 8049cec: 8d 45 eb              lea    -0x15(%ebp),%eax
 8049cef: 50                    push   %eax
 8049cf0: 68 a5 40 0f 08        push   $0x80f40a5
 8049cf5: e8 06 2c 02 00        call   806c900 <__isoc99_scanf>
 8049cfa: 83 c4 10              add    $0x10,%esp
 8049cfd: 89 45 f4              mov    %eax,-0xc(%ebp)
 8049d00: 83 7d f4 ff           cmpl   $0xffffffff,-0xc(%ebp)
 8049d04: 75 07                 jne    8049d0d <authenticate+0x52>
 8049d06: b8 ff ff ff ff        mov    $0xffffffff,%eax
 8049d0b: eb 0f                 jmp    8049d1c <authenticate+0x61>
 8049d0d: 83 ec 0c              sub    $0xc,%esp
 8049d10: 8d 45 eb              lea    -0x15(%ebp),%eax
 8049d13: 50                    push   %eax
 8049d14: e8 bc fe ff ff        call   8049bd5 <checkPassword>
 8049d19: 83 c4 10              add    $0x10,%esp
 8049d1c: c9                    leave
 8049d1d: c3                    ret
```

Aufbauen des Stack-Frames

Lesen der Adresse von password

Schreiben von n

Stack-Layout beim Aufruf von `scanf(3p)`



Ausnutzen des Pufferüberlaufs

- Manipulierenden Eingabe-Datenstrom mit Hilfe eines kleinen Programms erzeugen, das
  - zuerst eine Bytesequenz schickt, die zu Stack-Überlauf und fehlerhaftem Rücksprung (und damit zum Aufruf von `executeShell()`) führt:
    - 9 Bytes fürs `char`-Array
    - 4 Bytes für Variable `n`
    - 12 Bytes für Füll-Slots und Frame-Pointer
    - 4 Bytes für die neue Rücksprungadresse `0x08049d1e`
      $\rightarrow$ Byte-Order beachten!
    - 1 Byte `'\n'` zum Abschließen der Eingabe
  - anschließend alle Zeichen von **`stdin`** hinterherschickt (die bekommt dann die in `executeShell()` gestartete Shell)
- Hilfsprogramm starten und Ausgabe an den `auth`-Prozess senden

Ausnutzen des Pufferüberlaufs

- Manipulierenden Eingabe-Datenstrom mit Hilfe eines kleinen Programms erzeugen, das
  - zuerst eine Bytesequenz schickt, die zu Stack-Überlauf und fehlerhaftem Rücksprung (und damit zum Aufruf von `executeShell()`) führt:
    - 9 Bytes fürs `char`-Array
    - 4 Bytes für Variable `n`
    - 12 Bytes für Füll-Slots und Frame-Pointer
    - 4 Bytes für die neue Rücksprungadresse `0x08049d1e`
      $\rightarrow$ Byte-Order beachten!
    - 1 Byte `'\n'` zum Abschließen der Eingabe
  - anschließend alle Zeichen von **`stdin`** hinterherschickt (die bekommt dann die in `executeShell()` gestartete Shell)
- Hilfsprogramm starten und Ausgabe an den `auth`-Prozess senden

Einschleusen von eigenem Schadcode

- In unserem Beispiel ist der im Rahmen des Angriffs auszuführende Code bereits Bestandteil des Programms
- Gefährlichere Alternative:
  - Zusätzlich zu der Manipulation der Rücksprungadresse schickt man eigenen Maschinencode hinterher – und manipuliert die Rücksprungadresse so, dass sie auf den mitgeschickten Code im Stack zeigt
  - Falls die Stack-Adresse nur grob bekannt ist, baut man eine „Rutsche“ aus *NOP*-Instruktionen vor den eigentlichen Schadcode
- Übliches Ziel: auf dem angegriffenen Rechner eine fernsteuerbare Shell bekommen

Weitere Einfallstore

- Pufferüberläufe sind nur eine von vielen möglichen Sicherheitslücken in C-Programmen
- Ganzzahlüber- / Unterläufe:

```c
// Lese width und height vom Benutzer
int *matrix = malloc(width * height * sizeof(*matrix));
// Befülle matrix mit Daten vom Benutzer
```

  - Falls `width * height * sizeof(*matrix) > SIZE_MAX`, wird zu wenig Speicher für die Matrix alloziert!
  - Puffer auf dem Heap wird überlaufen
- Gegenmaßnahme: Arithmetik mit Überlaufprüfung
  - Nichttrivial, deshalb als Compiler-Builtin
  - Siehe gcc.gnu.org und clang.llvm.org
  - Compilerflag `-fsanitize=undefined` sorgt dafür das **vorzeichenbehaftete** Überläufe erkannt werden

Weitere Einfallstore

- Format-String-Angriffe:

```
// Lies untrustedString vom Benutzer
printf(untrustedString);
```

  - Benutzer kann `printf(3p)` einen beliebigen Format-String unterjubeln
  - Durch geschicktes Einfügen von %-Platzhaltern kann er beliebige Stack-Inhalte auslesen und u. U. beliebige Speicherinhalte überschreiben (z.B. %n)

- Gegenmaßnahme: Ausgabe auch von einzelnen Strings mit Formatstring (oder `puts(3p)`)

```
printf("%s", untrustedString);
puts(untrustedString); // automatischer Zeilenumbruch
```

Agenda

Vermeiden von Pufferüberläufen in C

- Allerwichtigste Schutzmaßnahme ist das Bauen robuster Software!
- Eingaben Lesen **immer** mit begrenzter Länge
  - `scanf("%s", buffer);`
    - Stattdessen: `char buffer[10]; scanf("%9s", buffer);`
    - Platz für `'\n'`, `'\0'` etc. bedenken
- Nur mit Vorsicht zu genießen sind u. a. `strcpy(3p)`, `strcat(3)`, `sprintf(3p)` und eigene Schleifenkonstrukte

Vermeiden von Pufferüberläufen in C

- Allerwichtigste Schutzmaßnahme ist das Bauen robuster Software!
- Eingaben Lesen **immer** mit begrenzter Länge
  - `scanf("%s", buffer);`
    - Stattdessen: `char buffer[10]; scanf("%9s", buffer);`
    - Platz für `'\n'`, `'\0'` etc. bedenken
- Nur mit Vorsicht zu genießen sind u. a. `strcpy(3p)`, `strcat(3)`, `sprintf(3p)` und eigene Schleifenkonstrukte
- Korrekte Implementierungsmöglichkeiten:
  1. Den Zielpuffer von vornherein mit der richtigen Größe anlegen
     - Wenn das geht, ist es immer der beste Weg!
  2. `snprintf(3p)` benutzen
     - Alternativen `strncpy(3p)`, `strncat(3p)` haben keine sinnvolle Semantik
     - Beispiel: `strncpy(3p)` terminiert String nicht mit `'\0'`, falls Puffer zu klein :-(

Technische Gegenmaßnahmen

- Fehlerfreie Software ist eine Utopie :-/
- Das Ausnutzen von Pufferüberläufen kann aber durch technische Maßnahmen immerhin erschwert werden

Technische Gegenmaßnahmen

- Fehlerfreie Software ist eine Utopie :-/
- Das Ausnutzen von Pufferüberläufen kann aber durch technische Maßnahmen immerhin erschwert werden

Hardware-Ebene: *NX-Bit*

- Rechteverwaltung für Speicherseiten (`rwx`):
  - Prüfung jedes Speicherzugriffs durch die MMU
  - Sprung in eine als nicht ausführbar markierte Seite → Trap
  - Gängige Richtlinie: `W^X` – entweder schreiben oder ausführen
- Unterstützung in allen modernen CPU-Architekturen
  - Ausnahme: Intel x86 (vor x86_64)
- Verhindert z. B. Ausführen von Schadcode auf Stack oder Heap
- Manipulierte Sprünge auf existierende Code-Sequenzen sind aber weiterhin möglich (*Return-Oriented Programming*)

Technische Gegenmaßnahmen

Betriebssystem-Ebene: *Address-Space Layout Randomisation*

- Zufällige Positionierung der Sektionen im logischen Adressraum
- Erschwert Angriffe, bei denen Adressen bekannt sein müssen
- Umsetzbarkeit:
  - Heap, Stack: bei allen Programmen möglich
  - Daten, BSS, Code: Programm muss als *Position-Independent Executable* kompiliert worden sein (`-fPIE`)

Technische Gegenmaßnahmen

Betriebssystem-Ebene: *Address-Space Layout Randomisation*

- Zufällige Positionierung der Sektionen im logischen Adressraum
- Erschwert Angriffe, bei denen Adressen bekannt sein müssen
- Umsetzbarkeit:
  - Heap, Stack: bei allen Programmen möglich
  - Daten, BSS, Code: Programm muss als *Position-Independent Executable* kompiliert worden sein (`-fPIE`)

Compiler-Ebene: *Canaries / Stack Cookies*

- Ablegen einer (zufälligen) magischen Zahl in jedem Stack-Frame
- Vor Rücksprung wird überprüft, ob der Wert verändert wurde
- Im GCC Aktivierung mit `-fstack-protector`

- NX-Bit und `-fPIE` mittlerweile standardmäßig aktiviert in `gcc`

Technische Gegenmaßnahmen

Hardware-Ebene: Shadow stacks

- Beim Aufruf einer Funktion wird die Return-Adresse auf zwei verschiedenen Stacks abgelegt
- Vor dem Zurückspringen wird überprüft, ob die beiden Adressen noch gleich sind
- Hat sich eine Adresse verändert, wird eine Ausnahme ausgelöst
- Aktivierung mit `-mshstk`

Hardware-Ebene: Indirect branch tracking

- Es darf nicht mehr an beliebige, sondern nur noch an bestimmte vordefinierte Stellen im Adressraum des Programms gesprungen werden
- Adressen werden mit bestimmter Instruktion markiert (`endbr32` oder `endbr64`)
- Aktivierung mit `-fcf-protection=full`

Agenda

Hacking

- Shell-Server `harsh` (*Holey Assailable Remote Shell*):
  - Läuft auf Rechner `i4hacking.cs.fau.de`, Port 10443
    - Verbindungen nur aus dem CIP-Netz
    - Verbinden z. B. mit `netcat`: `nc -q0 i4hacking 10443`
  - Startet nach Eingabe des richtigen Passworts eine einfache Shell: `cash` (*Castrated Shell*)
  - `cash` erlaubt Registrierung des eigenen Namens in einer *Hall of Fame*
- Quell- und Binärcode (32-Bit) in `/proj/i4sp2/pub/harsh`
- Teilnahme freiwillig, keine Bewertung

Hacking

- Shell-Server `harsh` (*Holey Assailable Remote Shell*):
  - Läuft auf Rechner `i4hacking.cs.fau.de`, Port 10443
    - Verbindungen nur aus dem CIP-Netz
    - Verbinden z. B. mit `netcat`: `nc -q0 i4hacking 10443`
  - Startet nach Eingabe des richtigen Passworts eine einfache Shell: `cash` (*Castrated Shell*)
  - `cash` erlaubt Registrierung des eigenen Namens in einer *Hall of Fame*
- Quell- und Binärcode (32-Bit) in `/proj/i4sp2/pub/harsh`
- Teilnahme freiwillig, keine Bewertung
- Exploit basteln:
  1. Schwachstelle im Quellcode finden

Hacking

- Shell-Server `harsh` (*Holey Assailable Remote Shell*):
  - Läuft auf Rechner `i4hacking.cs.fau.de`, Port 10443
    - Verbindungen nur aus dem CIP-Netz
    - Verbinden z. B. mit `netcat`: `nc -q0 i4hacking 10443`
  - Startet nach Eingabe des richtigen Passworts eine einfache Shell: `cash` (*Castrated Shell*)
  - `cash` erlaubt Registrierung des eigenen Namens in einer *Hall of Fame*
- Quell- und Binärcode (32-Bit) in `/proj/i4sp2/pub/harsh`
- Teilnahme freiwillig, keine Bewertung
- Exploit basteln:
  1. Schwachstelle im Quellcode finden
  2. Binärcode analysieren (`nm`, `objdump`, `gdb`)

Hacking

- Shell-Server `harsh` (*Holey Assailable Remote Shell*):
  - Läuft auf Rechner `i4hacking.cs.fau.de`, Port 10443
    - Verbindungen nur aus dem CIP-Netz
    - Verbinden z. B. mit `netcat`: `nc -q0 i4hacking 10443`
  - Startet nach Eingabe des richtigen Passworts eine einfache Shell: `cash` (*Castrated Shell*)
  - `cash` erlaubt Registrierung des eigenen Namens in einer *Hall of Fame*
- Quell- und Binärcode (32-Bit) in `/proj/i4sp2/pub/harsh`
- Teilnahme freiwillig, keine Bewertung
- Exploit basteln:
  1. Schwachstelle im Quellcode finden
  2. Binärcode analysieren (`nm`, `objdump`, `gdb`)
  3. Position und Layout der interessanten Daten und Codestücke herausfinden

Hacking

- Shell-Server `harsh` (*Holey Assailable Remote Shell*):
  - Läuft auf Rechner `i4hacking.cs.fau.de`, Port 10443
    - Verbindungen nur aus dem CIP-Netz
    - Verbinden z. B. mit `netcat`: `nc -q0 i4hacking 10443`
  - Startet nach Eingabe des richtigen Passworts eine einfache Shell: `cash` (*Castrated Shell*)
  - `cash` erlaubt Registrierung des eigenen Namens in einer *Hall of Fame*
- Quell- und Binärcode (32-Bit) in `/proj/i4sp2/pub/harsh`
- Teilnahme freiwillig, keine Bewertung
- Exploit basteln:
  1. Schwachstelle im Quellcode finden
  2. Binärcode analysieren (`nm`, `objdump`, `gdb`)
  3. Position und Layout der interessanten Daten und Codestücke herausfinden
  4. Manipulierten Datenstrom bauen und einschleusen

Hacking

- Shell-Server `harsh` (*Holey Assailable Remote Shell*):
  - Läuft auf Rechner `i4hacking.cs.fau.de`, Port 10443
    - Verbindungen nur aus dem CIP-Netz
    - Verbinden z. B. mit `netcat`: `nc -q0 i4hacking 10443`
  - Startet nach Eingabe des richtigen Passworts eine einfache Shell: `cash` (*Castrated Shell*)
  - `cash` erlaubt Registrierung des eigenen Namens in einer *Hall of Fame*
- Quell- und Binärcode (32-Bit) in `/proj/i4sp2/pub/harsh`
- Teilnahme freiwillig, keine Bewertung
- Exploit basteln:
  1. Schwachstelle im Quellcode finden
  2. Binärcode analysieren (`nm`, `objdump`, `gdb`)
  3. Position und Layout der interessanten Daten und Codestücke herausfinden
  4. Manipulierten Datenstrom bauen und einschleusen
  5. ???

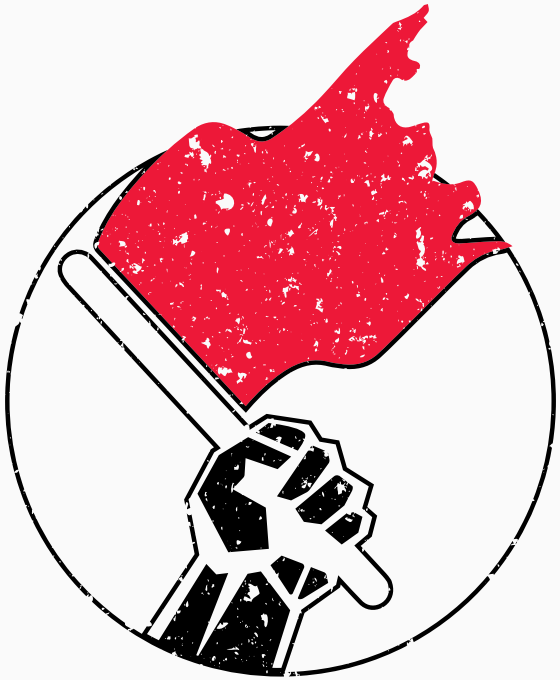
Hacking

- Shell-Server `harsh` (*Holey Assailable Remote Shell*):
  - Läuft auf Rechner `i4hacking.cs.fau.de`, Port 10443
    - Verbindungen nur aus dem CIP-Netz
    - Verbinden z. B. mit `netcat`: `nc -q0 i4hacking 10443`
  - Startet nach Eingabe des richtigen Passworts eine einfache Shell: `cash` (*Castrated Shell*)
  - `cash` erlaubt Registrierung des eigenen Namens in einer *Hall of Fame*
- Quell- und Binärcode (32-Bit) in `/proj/i4sp2/pub/harsh`
- Teilnahme freiwillig, keine Bewertung
- Exploit basteln:
  1. Schwachstelle im Quellcode finden
  2. Binärcode analysieren (`nm`, `objdump`, `gdb`)
  3. Position und Layout der interessanten Daten und Codestücke herausfinden
  4. Manipulierten Datenstrom bauen und einschleusen
  5. ???
  6. PROFIT!

Hacking

- Bildbearbeitungs-Server `i4s` (*i4 Insecure Image-Inversion Service*):
  - Details siehe `/proj/i4sp2/pub/i4s/doc/readme.txt`
- Beide Dienste ab sofort bis Semesterende erreichbar

Hacking: FAUST



Mehr Hacking? FAUST!

- Details unter `https://faust.cs.fau.de/participate/`
- Frei zugängliche wöchentliche Treffen (siehe Webseite / Chat)