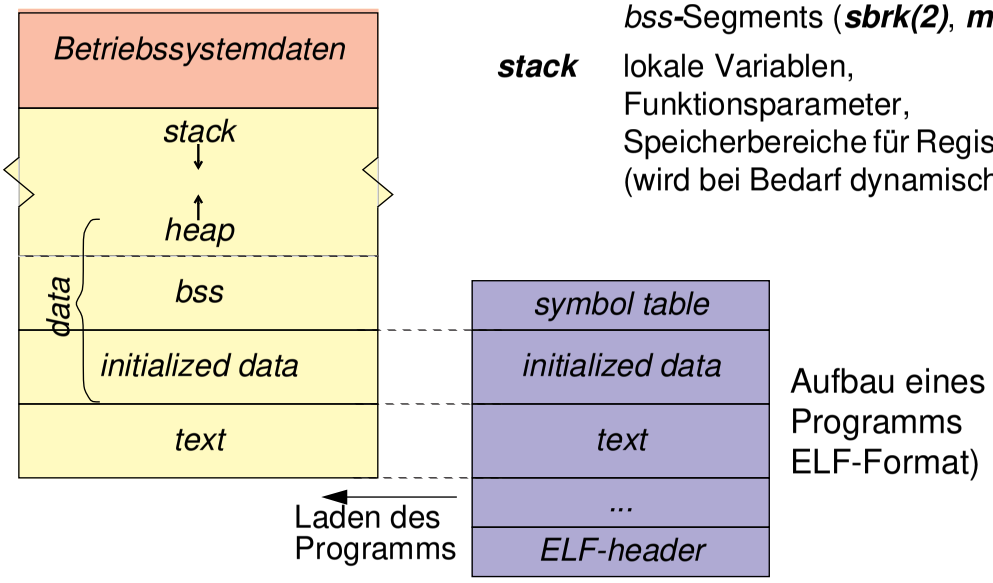
H Programme und Prozesse

- **Programm:** Folge von Anweisungen
  (hinterlegt beispielsweise als ausführbare Datei auf dem Hintergrundspeicher)
- **Prozess:** Betriebssystemkonzept
  - ➤ Programm, das sich in Ausführung befindet, und seine Daten
    (Beachte: ein Programm kann sich mehrfach in Ausführung befinden)
  - ➤ eine konkrete Ausführungsumgebung für ein Programm
    Speicher, Rechte, Verwaltungsinformation (verbrauchte Rechenzeit,...),...
- jeder Prozess bekommt einen eigenen virtuellen Adressraum zur Verfügung gestellt
  - ➤ eigener (virtueller) Speicherbereich von 0 bis 2 GB (oder mehr bis 4 GB)
  - ➤ Datenbereichevon verschiedenen Prozessen und Betriebssystem sind gegeneinander geschützt
  - ➤ Datentransfer zwischen Prozessen nur durch Vermittlung des Betriebssystems möglich

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.1 Speicherorganisation eines Prozesses

text	Programmkode
data	globale und static Variablen
bss	nicht initialisierte globale und *static* Variablen (wird vor der Vergabe an den Prozess mit 0 vorbelegt)
heap	dynamische Erweiterungen des *bss*-Segments (***sbrk(2)***, ***malloc(3)***)
stack	lokale Variablen, Funktionsparameter, Speicherbereiche für Registerinhalte, (wird bei Bedarf dynamisch erweitert)



Aufbau eines Programms ELF-Format)

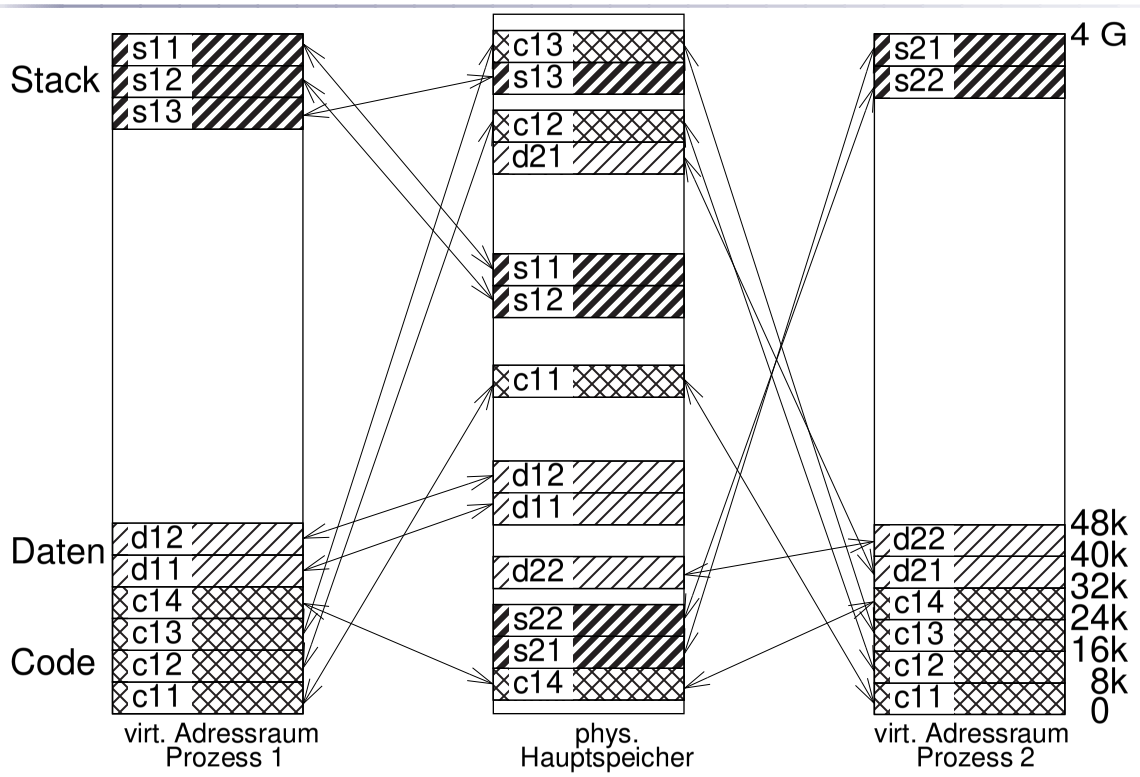
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.1 Speicherorganisation eines Prozesses (2)

- Abbildung des virtuellen Adressraums in den realen Hauptspeicher durch Seitenadressierung (**Paging)**
  - ➤ Adreßraum ist in kleine (4 oder 8 kB) Stücke unterteilt (**Seiten**)
  - ➤ jede Seite wird über eine Tabelle in ein entsprechendes Stück des Hauptspeichers (**Kachel**) abgebildet
  - ➤ bei jedem Speicherzugriff wird die virtuelle Adresse in die entsprechende physikalische Adresse umgerechnet (spezielle Hardware: Memory Management Unit - MMU)
  - ➤ zu jeder Seite sind Zugriffsrechte vermerkt (nur lesen, lesen+schreiben, Maschinenbefehle ausführen)
  - ➤ eine Seite kann bei Speichermangel von Betriebssystem auf Festplatte ausgelagert werden und bei Bedarf automatisch wieder eingelagert werden

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.1 Speicherorganisation eines Prozesses(3)



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.2 Stackaufbau eines Prozesses

1 Prinzip

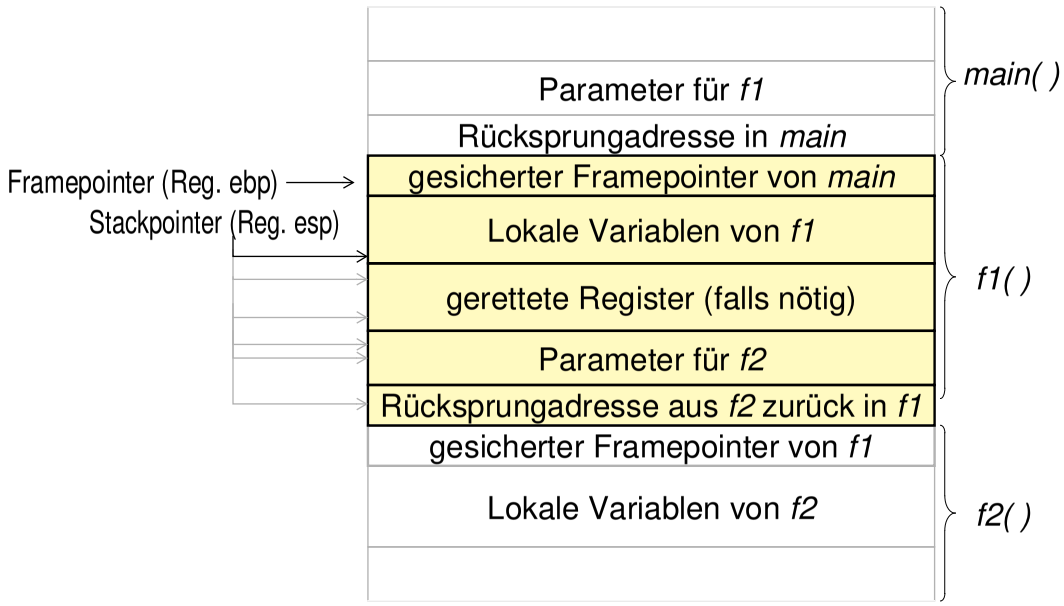
- für jede Funktion wird ein ***Stack-Frame*** angelegt, in dem
  - lokale Variablen der Funktion
  - Aufrufparameter an weitere Funktionen
  - Registerbelegung der Funktion während des Aufrufs weiterer Funktionen

  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 teilweise anders vor!

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Beispiel

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

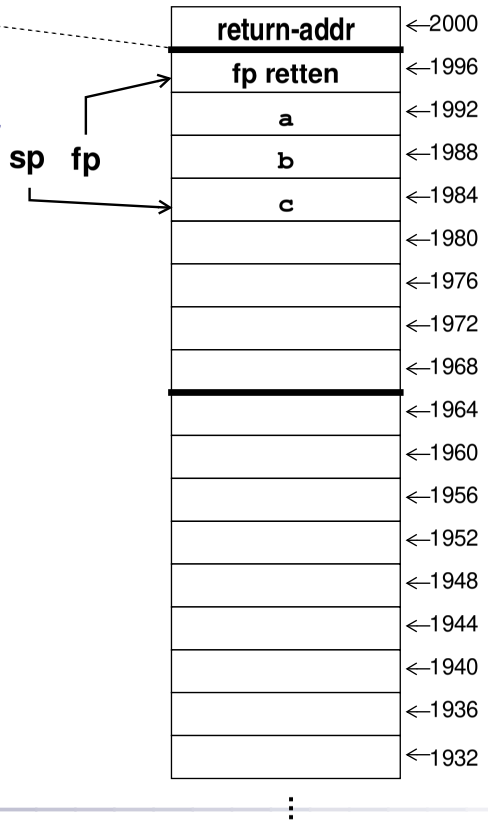


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

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



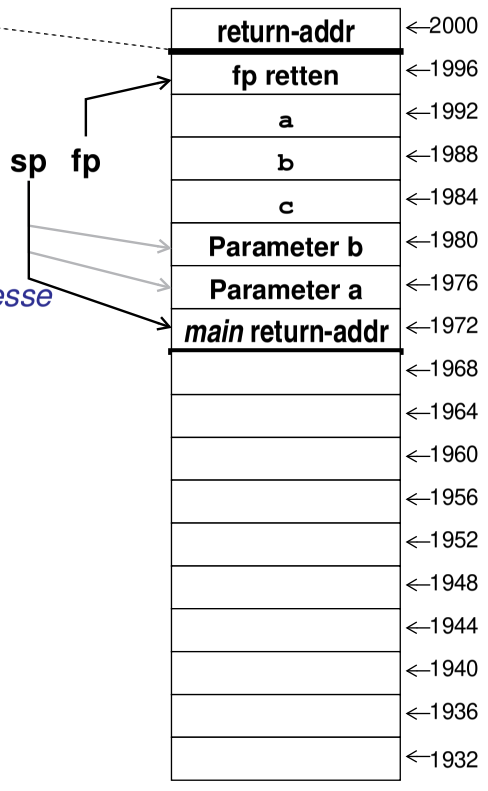
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

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

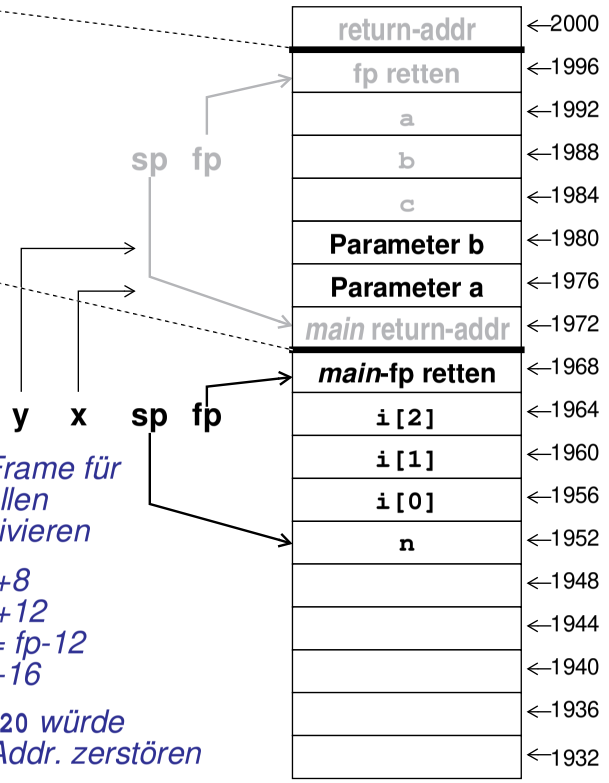


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

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

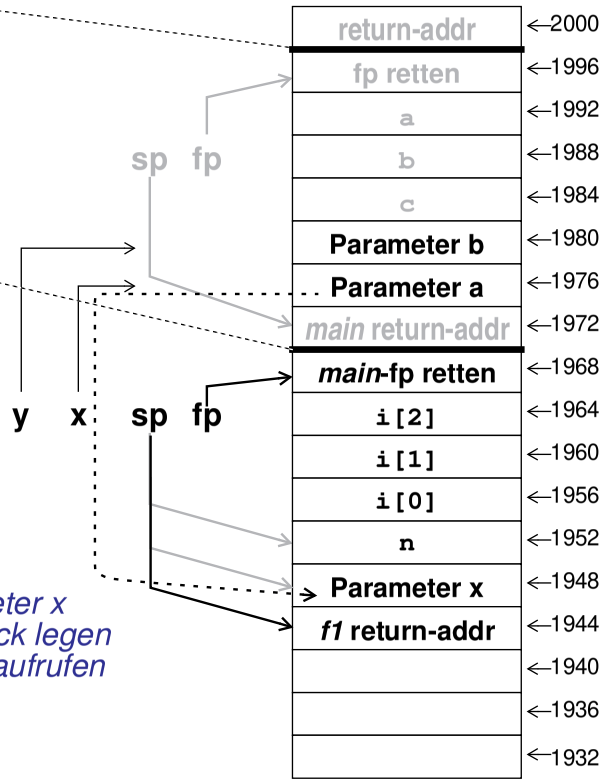
`i[4] = 20` *würde return-Addr. zerstören*

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

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);
}
```

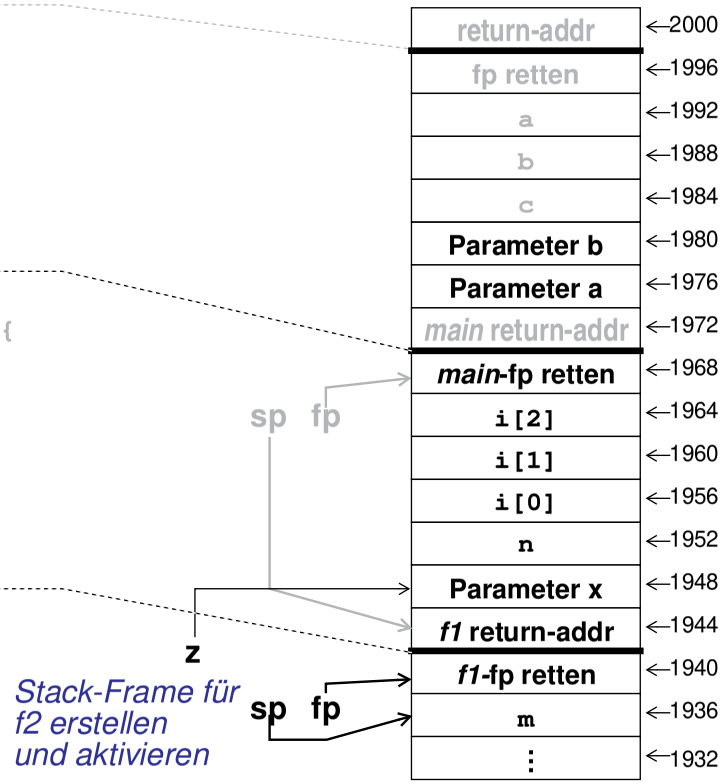


Parameter x auf Stack legen und f2 aufrufen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

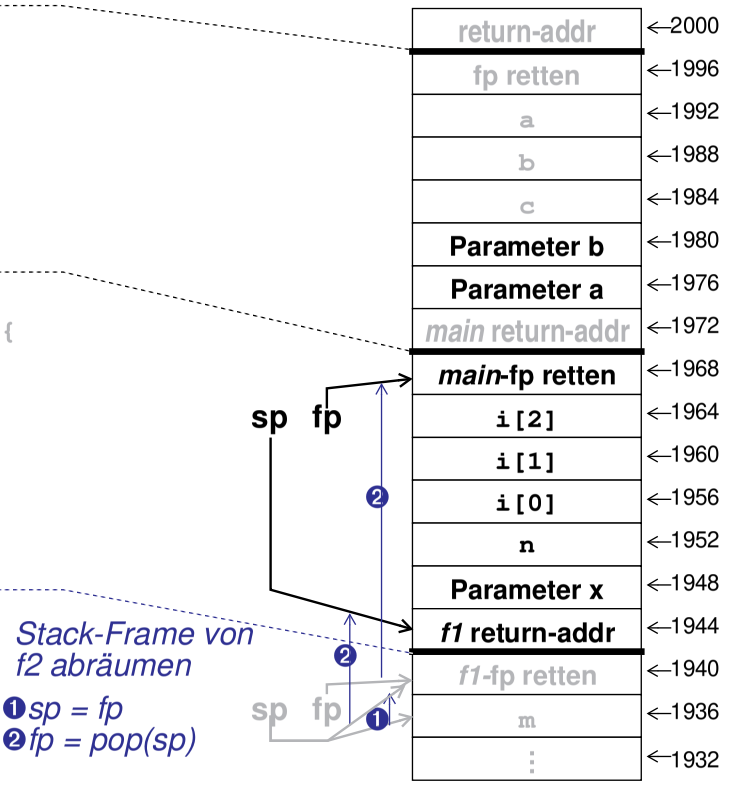
```
main() {
        int a, b, c;

        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);
}
```



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

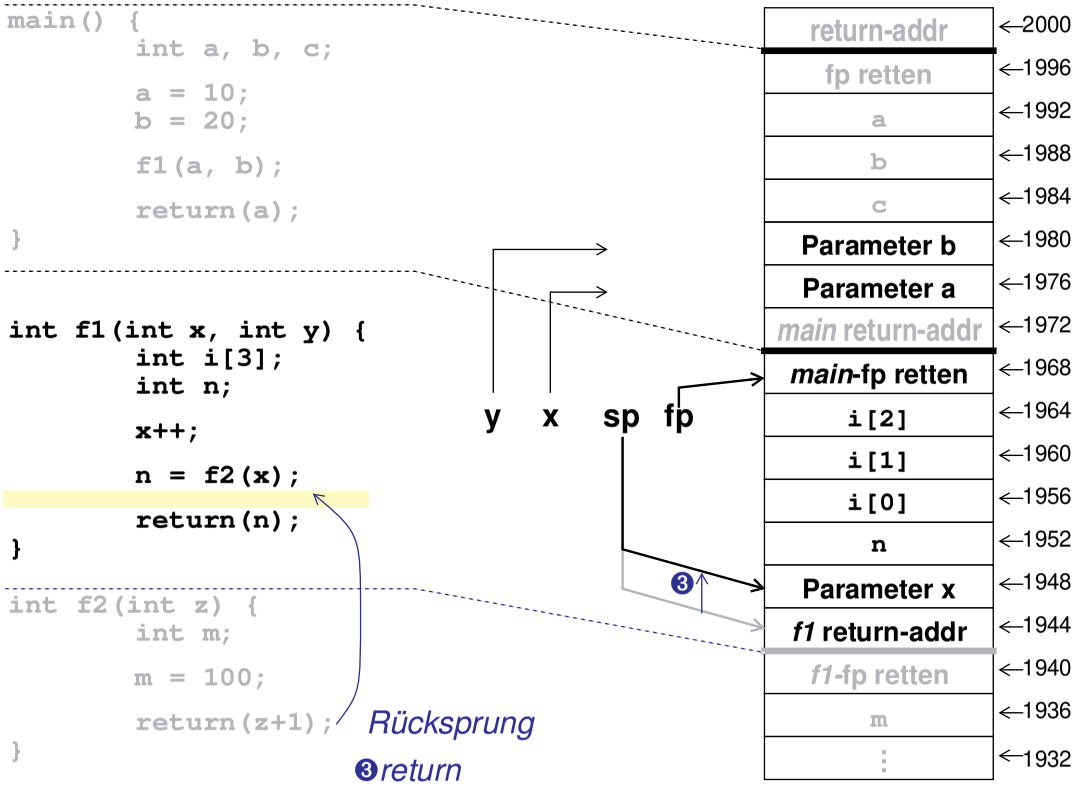
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

```
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);
}
```



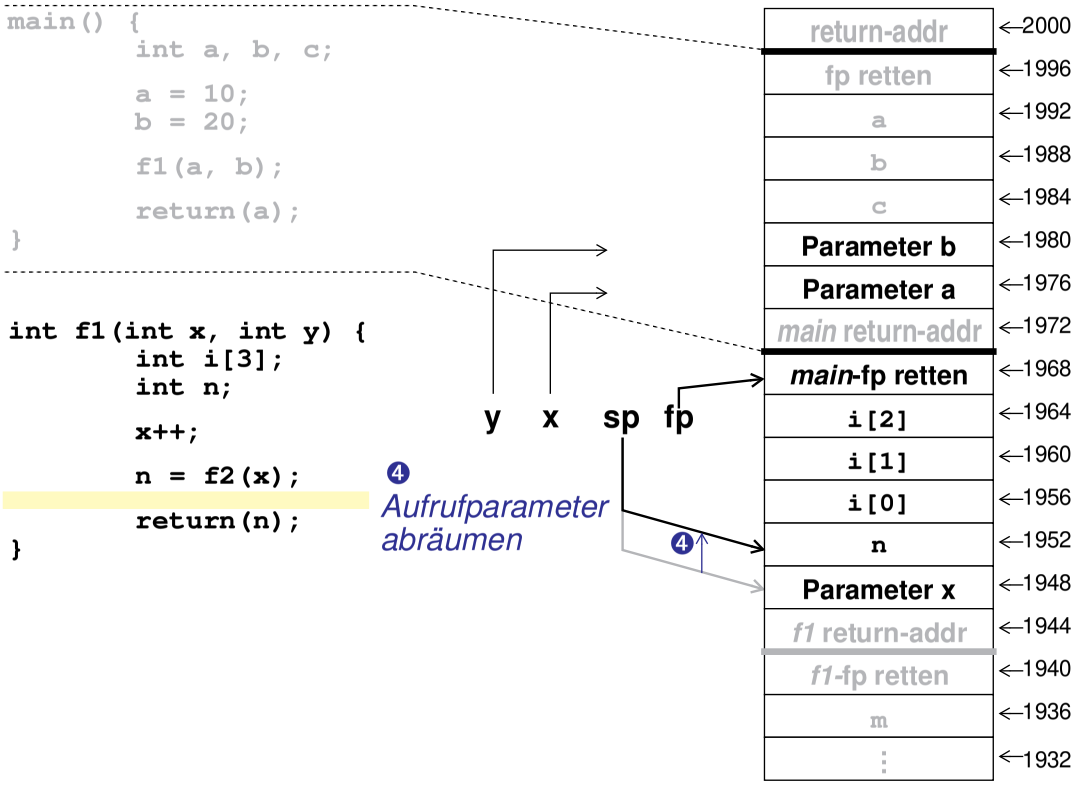
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

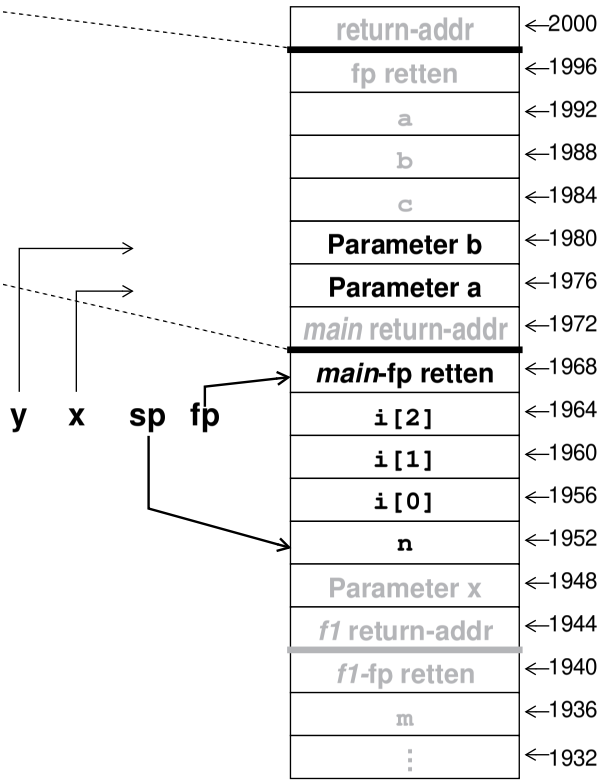
2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

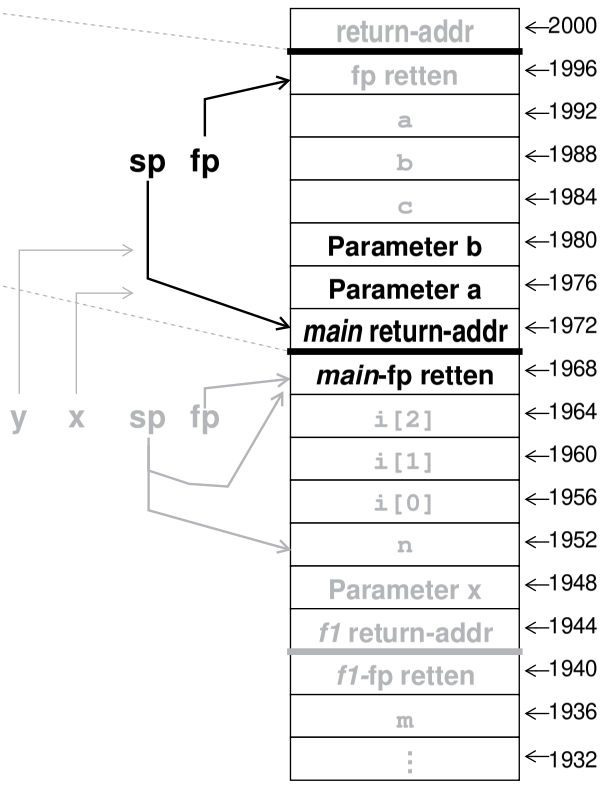
```
main() {
        int a, b, c;

        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);
}
```



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

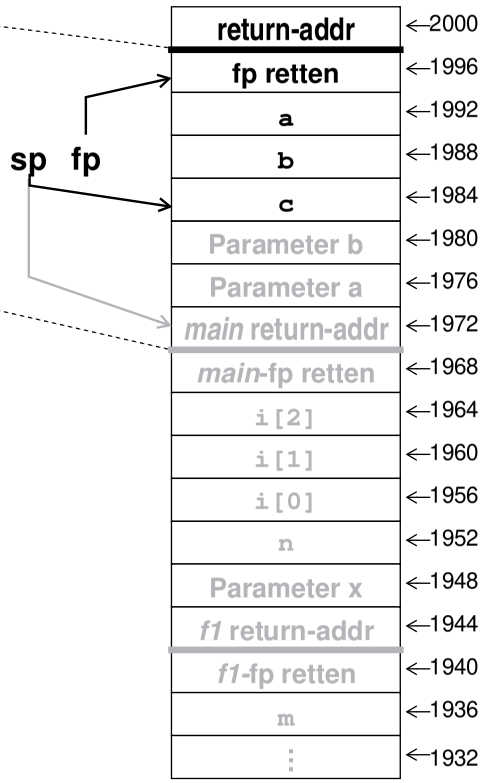
```
main() {
        int a, b, c;

        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);
}
```



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

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);
}
```

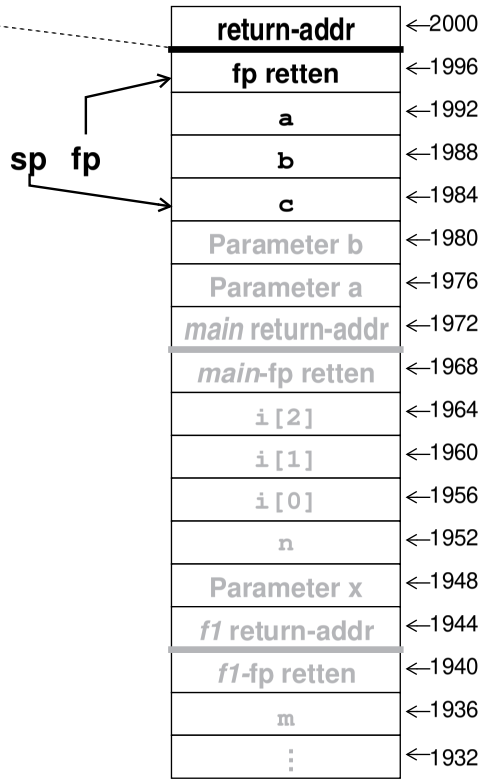


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.2 Stackaufbau eines Prozesses

2 Stack mehrerer Funktionsaufrufe

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

        a = 10;
        b = 20;

        f1(a, b);

        return(a);
}
```



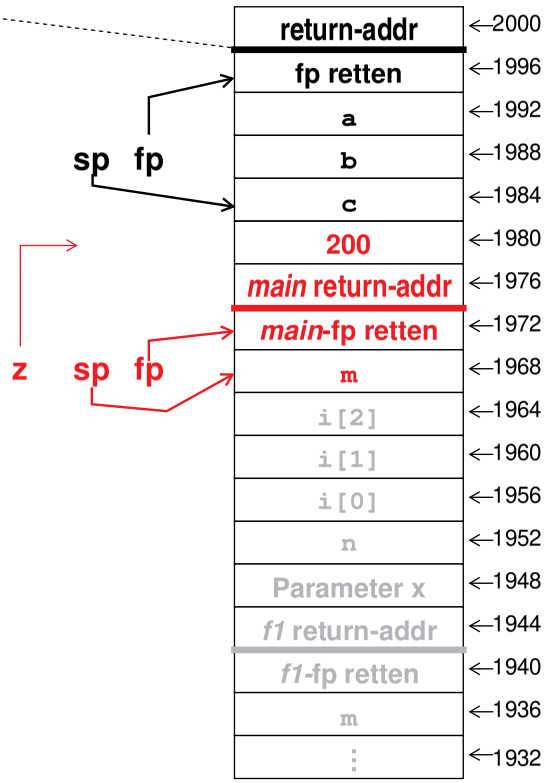
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 ■ Stack mehrerer Funktionsaufrufe

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

        a = 10;
        b = 20;

        f1(a, b);

        f2(200);
}
```

was wäre, wenn man nach f1 jetzt nochmal f2 aufrufen würde?

```
int f2(int z) {
        int m;

        m = 100;

        return(z+1);
}
```



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.