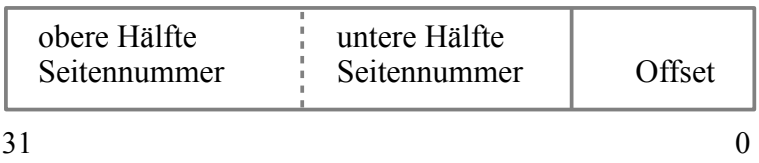
Übungen zu Speicherverwaltung

1. Speicherverwaltung: Paging (Theorie)

Ein Betriebssystem mit virtueller Speicherverwaltung arbeite mit

- 32 Bit langen virtuellen Adressen,
- einer Seitengröße von 1 KByte,
- 2-stufigem Paging, wobei die äußere und die inneren Seitentabellen gleich groß sind,
- Seitentabelleneinträgen der Länge 4 Byte.

a) Wie sieht das Format einer virtuellen Adresse aus, d. h., welche der 32 Bits der Adresse haben welche Bedeutung?
(Überlegen Sie zunächst, wie viele Bits für den Offset verwendet werden – daraus ergibt sich die Anzahl der Bits für die kompletten Seitennummern, durch Halbieren dann die Anzahl der Bits von unterer/oberer Hälfte der Seitennummer.)



b) Wie viele innere Seitentabellen gibt es? Wie groß sind die äußere bzw. die inneren Seitentabellen?

2. Speicherverwaltung Linux (Praxis)

Betrachten Sie das auf Seite 2 abgedruckte Programm, das Sie auch als `memory-test.c` auf der Webseite finden. Es reserviert vier Speicherbereiche (für `global`, `on_stack`, `malloced1` und `malloced2`) und zeigt deren zugewiesene Speicheradressen an; danach ruft es das externe Programm `pmap` auf, das die Speicherzuteilung für den laufenden Prozess ausgibt.

a) Kompilieren Sie das Programm und lassen Sie es laufen.

b) Versuchen Sie, eine Zuordnung zwischen den vier ausgegebenen (Start-) Adressen sowie den Speicherbereichen in der `pmap`-Ausgabe zu finden.

c) Die Größe der Speicherbereiche wird an zwei Stellen (`global`, `on_stack`) über `sizeof()` abgefragt, aber für `malloced1` und `malloced2` ist das nicht der Fall – und es ist auch nicht möglich. Woran liegt das und welche Ausgabe würde `sizeof(malloced1)` bzw. `sizeof(malloced2)` zurückgeben?

d) Wenn Sie das Programm mehrfach ausführen, sehen Sie jedesmal leicht abweichende Adressen für mehrere der Speicherbereiche. Woran könnte das liegen? (Tipp: Googeln Sie die Abkürzung ASLR.)

```
// memory-test.c
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>

#define MALLOC1_SIZE 1024*1024*16
#define MALLOC2_SIZE 1024

char global[1024*1024*32];     // 32 MB global

void subroutine (char *arg1, char *arg2) {
  char on_stack[1024*1024*2];  // 2 MB on stack

  printf ("global:    %010p (%5d K)\n", global, sizeof(global)/1024);
  printf ("on_stack:  %010p (%5d K)\n", on_stack, sizeof(on_stack)/1024);
  printf ("malloced1: %010p (%5d K)\n", arg1, MALLOC1_SIZE/1024);
  printf ("malloced2: %010p (%5d K)\n", arg2, MALLOC2_SIZE/1024);

  char cmd[30];
  sprintf ((char*)cmd, "pmap %d | grep -v /lib", getpid());
  system (cmd);
}

int main () {
  char *malloced1 = malloc (MALLOC1_SIZE);  // 16 MB malloc
  char *malloced2 = malloc (MALLOC2_SIZE);  //  1 KB malloc
  subroutine (malloced1, malloced2);
}
```