E 3. Übung

- Besprechung 1. Aufgabe
- Aufgabe 3: malloc
- Debugger gdb

E-1 Aufgabe 1

- 1. Include, Deklarationen

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void append_element(int value);
int remove_element(void);


struct listelement {
  int value;
  struct listelement *next;
};


struct listelement *first = NULL;
```


E-1 Aufgabe 1 (2)

- Anfügen an die Liste

```
void append_element(int value) {
  struct listelement *e;

  if (value < 0) return;

  e = (struct listelement*) malloc(sizeof(struct listelement));
  if (e == NULL) {
    perror("Kann Listenelement nicht anlegen.");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }

  e->value = value;
  e->next = NULL;

  if (first == NULL) {
    first = e;
  } else {
    /* Hinweis: man vermeidet das Durchlaufen der Liste, wenn man
       einen Zeiger auf das Listenende vorhaelt.
       Hier aber einfaches Durchlaufen.
    */
    struct listelement *p;
    for(p=first; p->next != NULL; p=p->next);
    p->next = e;
  }
}
```


E-1 Aufgabe 1 (3)

- Entnehmen aus Liste

```
int remove_element() {
  struct listelement *e;
  int v;
  if (first == NULL) return -1;
  v = first->value;
  e = first;
  first = first->next;
  free(e);
  return v;
}
```

E-1 Aufgabe 1 (4)

- Fehlerbehandlung nicht vergessen!

```
e = (struct listelement*) malloc(sizeof(struct listelement));
if (e == NULL) {
    perror("Kann Listenelement nicht anlegen.");
    exit(EXIT_FAILURE);
}
```

- Fehlermeldungen immer auf **`stderr`** ausgeben!

z.B. mit fprintf

```
fprintf(stderr,"%s(%d): %s\n",__FILE__,__LINE__,strerror(errno));
```

oder mit perror

```
perror("Beschreibung wobei");
```

- ...

E-2 Speicherverwaltung mit malloc

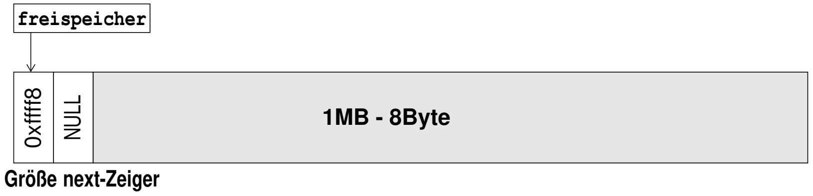
- **`malloc(3)`**, **`calloc(3)`**, **`realloc(3)`**, **`free(3)`**:
  Funktionen der Standard-C-Bibliothek zur Anforderung und Freigabe von Speicherbereichen zur Laufzeit (dynamische Speicherverwaltung)
  - fordern Speicher in größeren Blöcken vom Betriebssystem an
    - durch Verlängerung des Datensegments (Halde) **`sbrk(2)`**
    - typischerweise 8kB-Einheiten
  - Anforderungen des Anwendungsprogramms werden aus diesem Speicher erfüllt
    - effziente Implementierung - auch für kleine Speichereinheiten
  - freigegebenem Speicher (**`free(3)`**) wird intern verwaltet
    - wird nicht an das Betriebssystem zurückgegeben
    - wird bei folgenden malloc(3)-Aufrufen wieder benutzt
    - nebeneinanderliegende freigebene Speicherbereiche werden verschmolzen (um Fragmentierung zu vermindern)

E-3 Aufgabe 3: einfache malloc-Implementierung

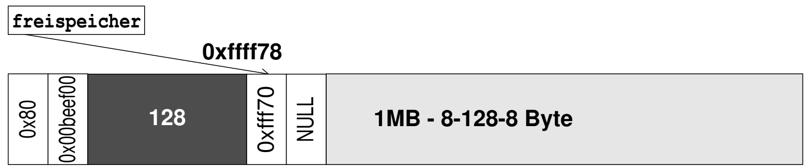
1 Überblick

- erheblich vereinfachte Implementierung
  - nur einmal am Anfang Speicher vom Betirebssystem anfordern (1 MB)
  - freigegebener Speicher wird in einer einfachen verketteten Liste verwaltet (benachbarte freie Blöcke werden nicht mehr verschmolzen)
  - **`realloc`** verlängert den Speicher nicht, sondern wird grundsätzlich auf ein neues **`malloc`**, **`memcpy`** und **`free`** abgebildet

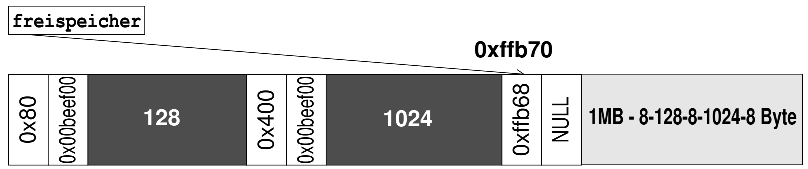
2 initialer Zustand



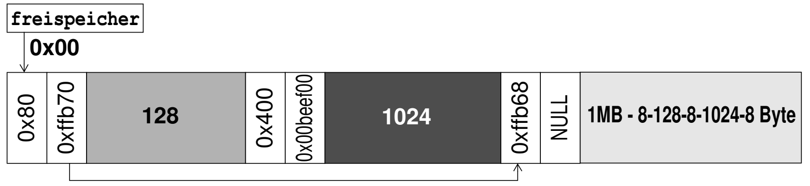
3 Anfordern von 128 (0x80) Byte



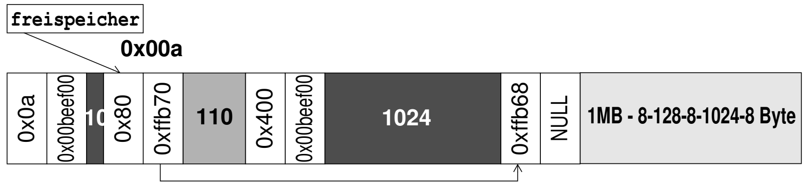
4 Anfordern von 1024 (0x400) Byte



5 Freigabe der ersten 128 Byte



6 Anfordern von 10 Byte



E.4 Debuggen mit dem gdb

- Programm muß mit der Compileroption **-g** übersetzt werden

```
gcc -g -o hello hello.c
```

- Aufruf des Debuggers mit gdb <Programmname>

```
gdb hello
```

- im Debugger kann man u.a.
  - Breakpoints setzen
  - das Programm schrittweise abarbeiten
  - Inhalt Variablen und Speicherinhalte ansehen und modifizieren
- Debugger außerdem zur Analyse von core dumps
  - Erlauben von core dumps:
    z. B. **limit coredumpsize 1024k** oder **limit coredumpsize unlimited**

1 Breakpoints

- Breakpoints:
  - **b** <Funktionsname>
  - **b** <Dateiname>:<Zeilennummer>
  - Beispiel: Breakpoint bei main-Funktion

```
b main
```

- Starten des Programms mit **run** (+ evtl. Befehlszeilenparameter)
- Schrittweise Abarbeitung mit
  - **s** (step: läuft in Funktionen hinein) bzw.
  - **n** (next: läuft über Funktionsaufrufe ohne in diese hineinzusteppen)
- Fortsetzen bis zum nächsten Breakpoint mit **c** (continue)
- Breakpoint löschen: **delete** <breakpoint-nummer>

2 Variablen, Stack

- Anzeigen von Variablen mit **p** <variablenname>
- Automatische Anzeige von Variablen bei jedem Programmhalt (Breakpoint, Step, ...) mit **display** <variablenname>
- Setzen von Variablenwerten mit **set** <variablenname>**=**<wert>
- Ausgabe des Funktionsaufruf-Stacks: **bt**

3 Emacs und gdb

- gdb läßt sich am komfortabelsten im Emacs verwenden
- Aufruf mit "**`ESC-x gdb`**" und bei der Frage "**`Run gdb on file:`**" das mit der **`-g`**-Option übersetzte ausführbare File angeben
- Breakpoints lassen sich (nachdem der gdb gestartet wurde) im Buffer setzen, in welchem das C-File bearbeitet wird: **`CTRL-x SPACE`**