

☐ Gruppe M. Hava☐ Gruppe J. Heinzelreiter

Name: \_\_\_\_\_

Aufwand [h]: \_\_\_\_\_

☐ Gruppe P. Kulczycki

Beispiel	Lösungsidee (max. 100%)	Implement. (max. 100%)	Testen (max. 100%)
1 (30 P)			
2 (5+10+20 P)			
3 (35 P)			

**Beispiel 1: Hammingfolge (src/hamming/)**

Die Folge der regulären Zahlen  $\langle H_1, H_2, H_3, \dots \rangle$ , in der Informatik *Hammingfolge* genannt (OEIS-Nummer [A051037](#)), ist wie folgt definiert:

1. Es gilt  $H_1 = 1$ .
2. Sei  $H_i, i \in \mathbb{N}$  eine Zahl der Folge. Dann sind auch  $2 \cdot H_i$ ,  $3 \cdot H_i$  und  $5 \cdot H_i$  Zahlen der Folge.

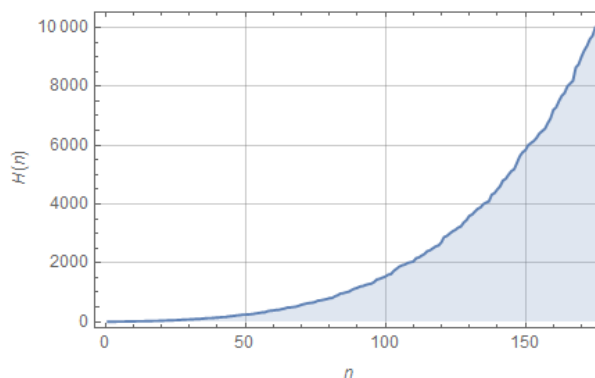
Gesucht ist nun ein möglichst kurzes, einfaches und schnelles C-Programm `hamming_sequence`, welches als Kommandozeilenparameter einen Wert  $Z$  nimmt und die ersten  $n$  Zahlen der Hammingfolge mit  $H_n \leq Z$  aufsteigend sortiert und ohne mehrfaches Vorkommen gleicher Zahlen ausgibt.

*Ein Beispiel:* Der Aufruf von `hamming_sequence` mit  $Z = 30$  liefert die ersten  $n = 18$  Zahlen der Hammingfolge:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 20, 24, 25, 27, 30

Geben Sie auch die Laufzeit (in Millisekunden) Ihres Algorithmus für verschiedene Werte für  $Z$  an. Verwenden Sie dafür die Funktion `clock` aus der Headerdatei `time.h`.

*Hinweis:* Die Zahlen der Hammingfolge wachsen exponentiell:  $H_n \in \mathcal{O}(b^n)$ ,  $b > 1$ . Es wäre also keine gute Idee, mit einem Feld der Größe  $H_n$  zu arbeiten.



### Beispiel 2: *i*-t größtes Element (src/gross/)

Es ist einfach, das größte (oder kleinste) Element in einem unsortierten Feld (z. B. ganzer Zahlen) mit einem Durchlauf, also in  $\mathcal{O}(n)$ , zu ermitteln. Auch das zweit- (oder dritt-)größte Element kann noch in linearer Zeit einfach ermittelt werden.

*Hinweis:* Sie dürfen im Folgenden davon ausgehen, dass die zu durchsuchenden Felder keine mehrfach vorkommenden Zahlen enthalten.

(a) Implementieren Sie eine C-Funktion

```
int second_largest (int a [], int n);
```

die das zweitgrößte Element in einem unsortierten Feld *a* ganzer Zahlen mit *n* Elementen in einem Durchlauf ermittelt.

(b) Ist man allerdings an dem *i*-t größten Element interessiert, ist es am einfachsten, das Feld absteigend zu sortieren und dann das *i*-te Element herauszugreifen. Implementieren Sie eine C-Funktion

```
int ith_largest_1 (int a [], int n, int i);
```

nach diesem Konzept, wobei Sie zum Sortieren Ihre Funktion `merge_sort` aus Beispiel 3 verwenden müssen.

(c) Der Algorithmus `ith_largest_1` hat eine asymptotische Laufzeitkomplexität von  $\mathcal{O}(n \cdot \log n)$ . Es geht aber auch in linearer Zeit. Erinnern Sie sich zurück an Quick-Sort, der das zu sortierende Feld nach einem Pivotelement in zwei Teilfelder zerlegt (*divide*), beide Teilfelder wieder mittels Quick-Sort sortiert (*conquer*) und damit das gesamte Feld (sogar ganz ohne *combine*) sortiert hat. Implementieren Sie nach diesem Muster eine Funktion

```
int ith_largest_2 (int a [], int n, int i);
```

die zwar mittels Pivotelement eine Zerlegung des Feldes durchführt, dann aber nur jenes Teilfeld weiter betrachtet, in dem das gesuchte Element liegt.

### Beispiel 3: Sortieren ganzer Zahlen (src/sort/)

Bauen Sie den folgenden Quelltext zu einem voll funktionsfähigen C-Programm aus:

```
#define MAX 100

void merge_sort (int a [], int n) {
    // code to sort a[0] .. a[n - 1] using merge sort
}

int main (int argc, char * argv []) {
    int n = 0;
    int a [MAX] = {0};

    // code to read a maximum of MAX values from argv to a and
    // to set n to the actual number of values in a

    // code to display the unsorted array a

    merge_sort (a, n);

    // code to display the sorted array a

    return EXIT_SUCCESS;
}
```