

Datenstrukturen und Algorithmen

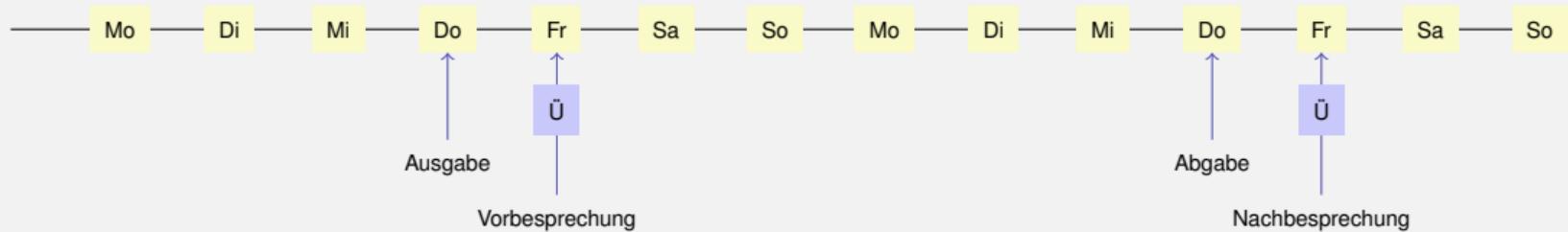
Übung 1

FS 2018

Programm von heute

- 1 Ablauf der Übungen
- 2 Wiederholung Theorie
- 3 Programmieraufgabe

Ablauf des Übungsbetriebes



Unser Angebot

- Bearbeitung der wöchentlichen Übungsserien → Bonus von maximal 0.25 Notenpunkten für die Prüfung.
- Bonus proportional zur erreichten Punktzahl von **speziell markierten Bonus-Aufgaben**. Volle Punktzahl $\hat{=}$ 0.25.
- Für die **Zulassung** zur Bonusaufgabe 1 benötigt man 201 Punkte auf die ersten drei Übungsaufgaben.
- Grundgedanke: Man soll die ersten drei Übungen ernsthaft angeschaut haben, bevor die Bonusaufgabe gemacht wird.
- Die Bonusaufgabe wird freigeschaltet, sobald Sie die nötigen 201 Punkte haben.

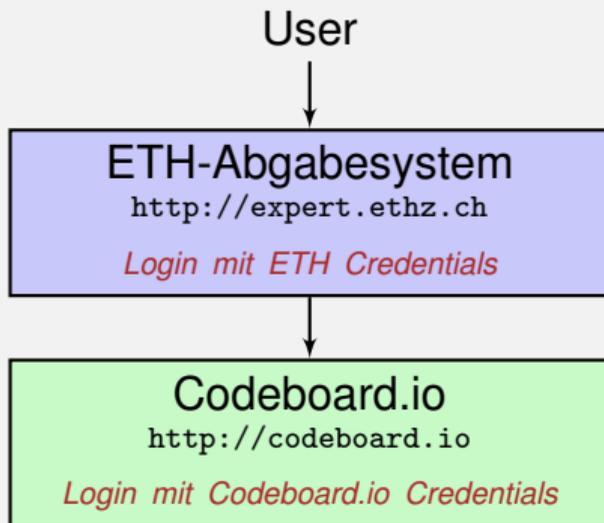
Abgabe mit Code Expert

- Account erstellen
- Einloggen
- Übungen lösen und einschicken

Code Expert @ETH

Code Expert besteht aus zwei unabhängigen Systemen, die miteinander kommunizieren:

- **Das ETH-Abgabesystem:**
Ermöglicht es uns, Ihre Aufgaben zu bewerten
- **Die Online-IDE:** Die Programmierumgebung



Codeboard

Codeboard.io Registrierung

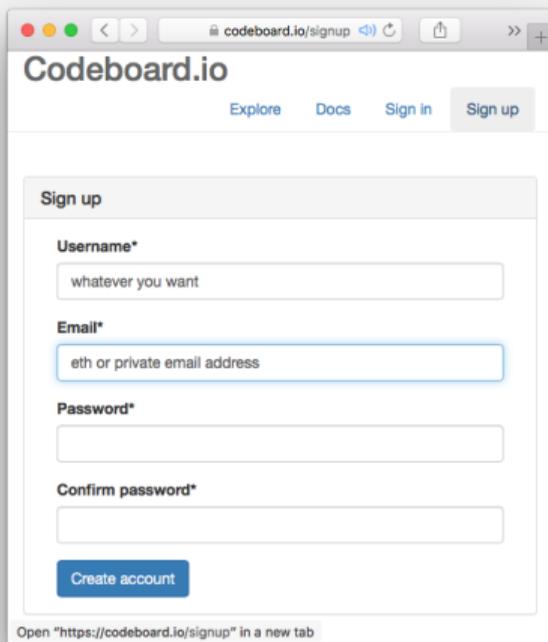
Gehen Sie auf <https://codeboard.io> und erstellen Sie dort ein Konto, bleiben Sie am besten eingeloggt.

Einschreibung in Übungsgruppen

Gehen Sie auf <https://expert.ethz.ch/da2018> und schreiben Sie sich dort in eine Übungsgruppe ein.

Codeboard.io Registrierung

Falls Sie noch keinen **Codeboard.io**-Account haben ...



The image shows a browser window with the URL `codeboard.io/signup`. The page title is "Codeboard.io" and the navigation menu includes "Explore", "Docs", "Sign in", and "Sign up". The "Sign up" section contains the following fields:

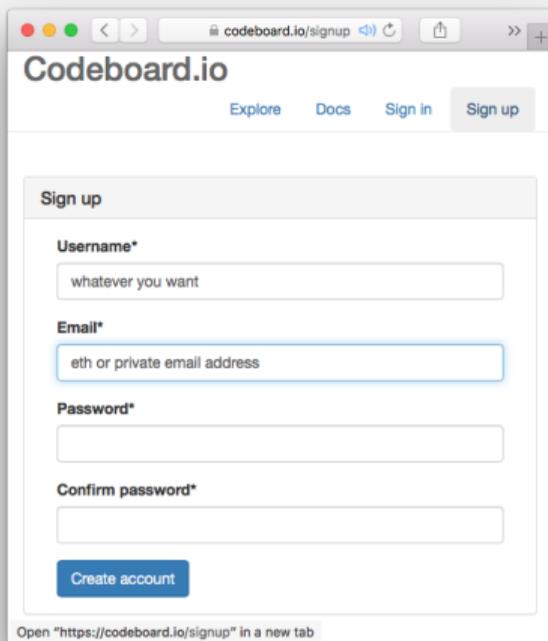
- Username***: Input field with the placeholder text "whatever you want".
- Email***: Input field with the placeholder text "eth or private email address".
- Password***: Input field.
- Confirm password***: Input field.

At the bottom of the form is a blue button labeled "Create account". Below the browser window, a status bar indicates: "Open 'https://codeboard.io/signup' in a new tab".

- Wir verwenden die Online-IDE **Codeboard.io**

Codeboard.io Registrierung

Falls Sie noch keinen **Codeboard.io**-Account haben ...



The image shows a browser window with the URL `codeboard.io/signup`. The page title is "Codeboard.io" and the navigation menu includes "Explore", "Docs", "Sign in", and "Sign up". The "Sign up" section contains the following fields:

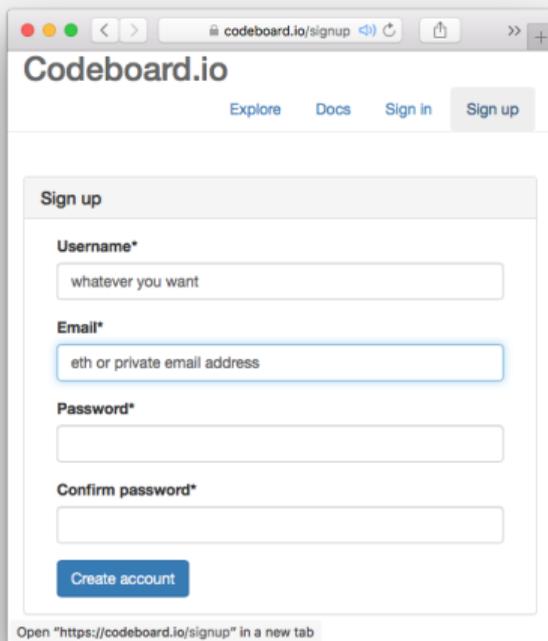
- Username***: Input field with the placeholder text "whatever you want".
- Email***: Input field with the placeholder text "eth or private email address".
- Password***: Input field.
- Confirm password***: Input field.

At the bottom of the form is a blue button labeled "Create account". Below the browser window, a status bar reads: "Open 'https://codeboard.io/signup' in a new tab".

- Wir verwenden die Online-IDE **Codeboard.io**
- Erstellen Sie dort einen Account, um Ihren Fortschritt abzuspeichern und später Submissions anzuschauen

Codeboard.io Registrierung

Falls Sie noch keinen **Codeboard.io**-Account haben ...



The screenshot shows a web browser window with the URL `codeboard.io/signup`. The page title is "Codeboard.io" and the navigation menu includes "Explore", "Docs", "Sign in", and "Sign up". The "Sign up" form contains the following fields:

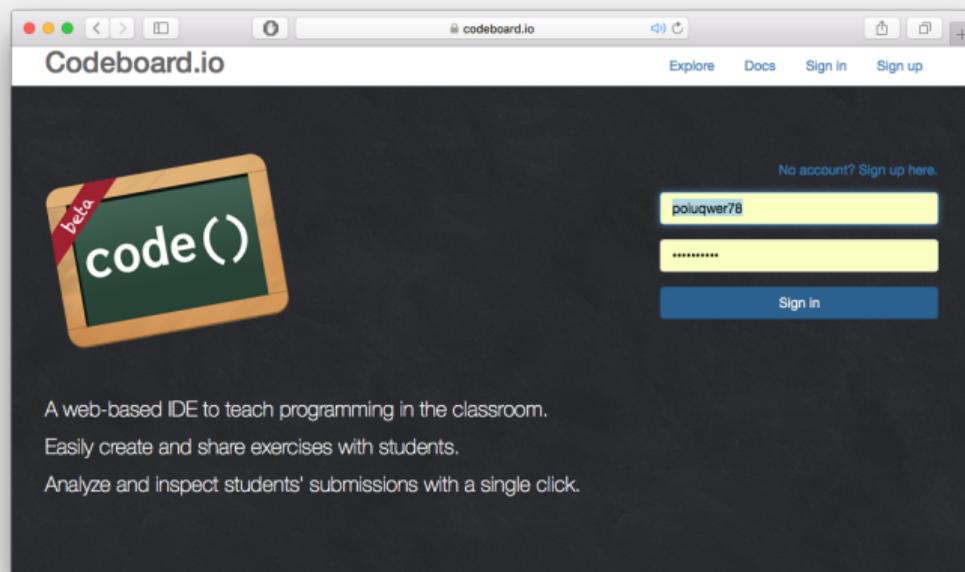
- Username***: Input field with the placeholder text "whatever you want".
- Email***: Input field with the placeholder text "eth or private email address".
- Password***: Input field.
- Confirm password***: Input field.

At the bottom of the form is a blue button labeled "Create account". Below the form, a status bar indicates: "Open 'https://codeboard.io/signup' in a new tab".

- Wir verwenden die Online-IDE **Codeboard.io**
- Erstellen Sie dort einen Account, um Ihren Fortschritt abzuspeichern und später Submissions anzuschauen
- Anmeldeinformationen können beliebig gewählt werden. *Verwenden Sie nicht das ETH-Passwort!*

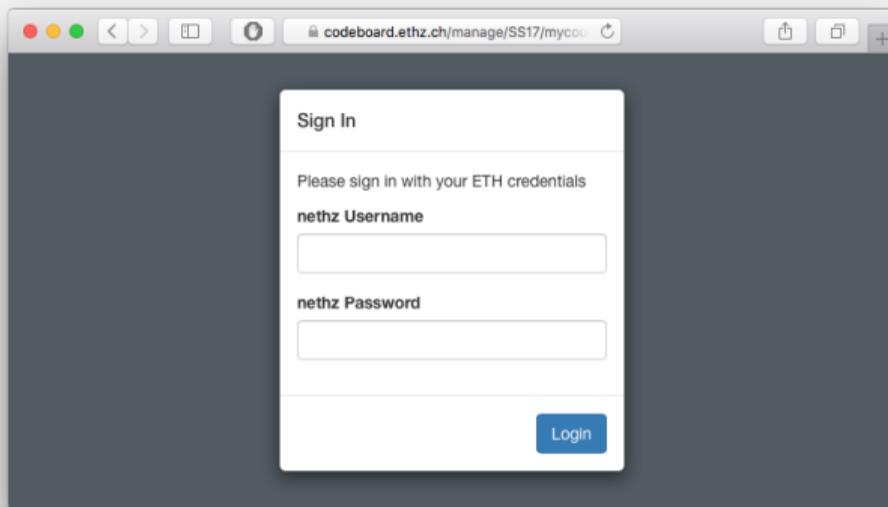
Codeboard.io Login

Falls Sie schon einen Account haben, loggen Sie sich ein:



Einschreibung in Übungsgruppen - I

- Besuchen Sie `https://expert.ethz.ch/da2018`
- Loggen Sie sich mit Ihrem nethz-Account ein.

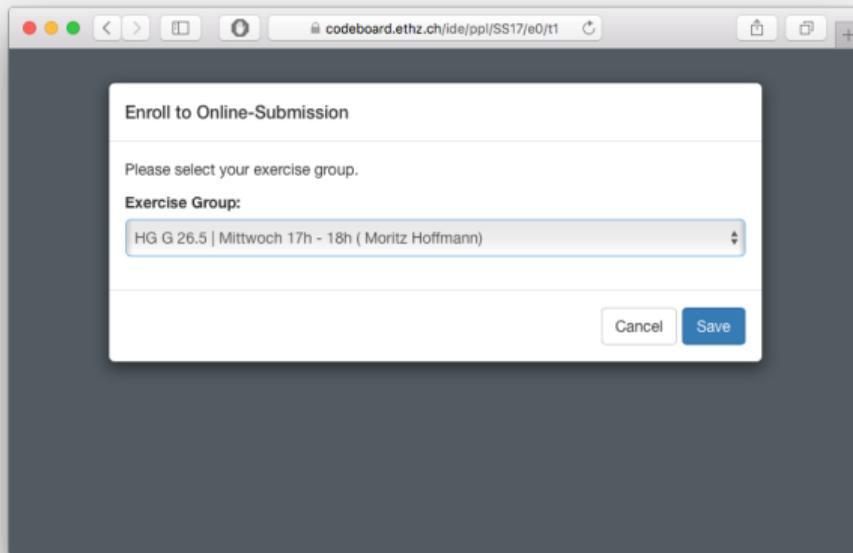


The image shows a browser window with the address bar containing `codeboard.ethz.ch/manage/SS17/mycode`. The main content area displays a 'Sign In' form with the following elements:

- Title: Sign In
- Instruction: Please sign in with your ETH credentials
- Field: nethz Username (input type="text")
- Field: nethz Password (input type="password")
- Button: Login

Einschreibung in Übungsgruppen - II

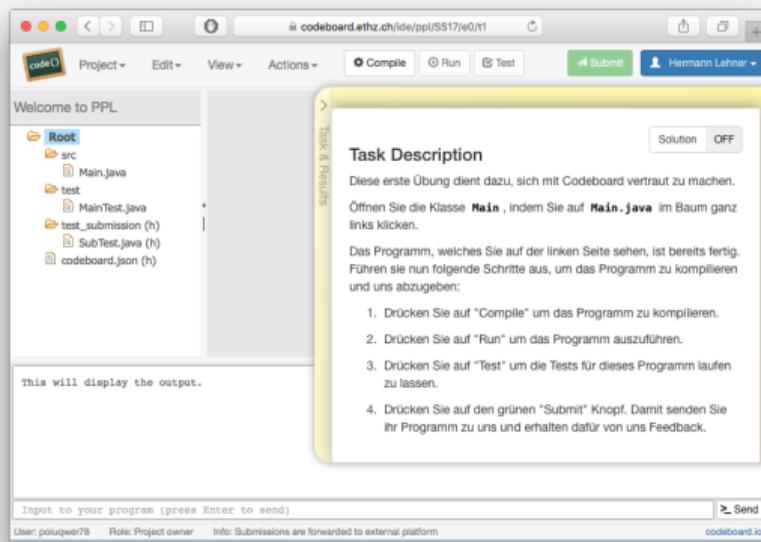
Schreiben Sie sich in diesem Dialog in eine Übungsgruppe ein.



The image shows a browser window with the URL `codeboard.ethz.ch/ide/pp/SS17/e0/t1`. A modal dialog titled "Enroll to Online-Submission" is displayed. The dialog contains the text "Please select your exercise group." followed by a label "Exercise Group:" and a dropdown menu. The dropdown menu is currently open, showing the selected option "HG G 26.5 | Mittwoch 17h - 18h (Moritz Hoffmann)". At the bottom right of the dialog, there are two buttons: "Cancel" and "Save".

Die erste Übung

Sie sind nun eingeschrieben und die erste Übung ist geladen. Folgen Sie den Anweisungen in der gelben Box.



The screenshot shows the Codeboard IDE interface. At the top, there is a navigation bar with a 'code' logo, a 'Project' dropdown, and buttons for 'Edit', 'View', 'Actions', 'Compile', 'Run', 'Test', and 'Submit'. The user's name 'Hermann Lehner' is visible in the top right. On the left, a file tree shows the project structure: 'Root' containing 'src' (with 'Main.java'), 'test' (with 'MainTest.java', 'test_submission (h)', and 'SubTest.java (h)'), and 'codeboard.json (h)'. The main area is titled 'Welcome to PPL' and contains a 'Task Description' box with a yellow border. The task description includes instructions on how to use the IDE and a list of four steps: 1. Click 'Compile', 2. Click 'Run', 3. Click 'Test', and 4. Click 'Submit'. Below the task description is a text area for output, currently empty, with the placeholder text 'This will display the output.'. At the bottom, there is an input field for the program and a 'Send' button. The footer shows the user 'poluzwe78', their role 'Project owner', and the Codeboard logo.

codeboard.ethz.ch/ide/pp1/SS17/w0/t1

Project Edit View Actions Compile Run Test Submit Hermann Lehner

Welcome to PPL

- Root
 - src
 - Main.java
 - test
 - MainTest.java
 - test_submission (h)
 - SubTest.java (h)
 - codeboard.json (h)

This will display the output.

Task Description Solution OFF

Diese erste Übung dient dazu, sich mit Codeboard vertraut zu machen.

Öffnen Sie die Klasse **Main**, indem Sie auf **Main.java** im Baum ganz links klicken.

Das Programm, welches Sie auf der linken Seite sehen, ist bereits fertig. Führen sie nun folgende Schritte aus, um das Programm zu kompilieren und uns abzugeben:

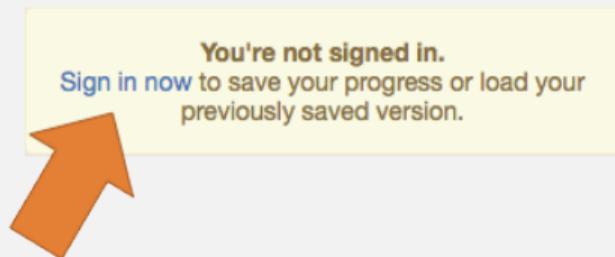
1. Drücken Sie auf "Compile" um das Programm zu kompilieren.
2. Drücken Sie auf "Run" um das Programm auszuführen.
3. Drücken Sie auf "Test" um die Tests für dieses Programm laufen zu lassen.
4. Drücken Sie auf den grünen "Submit" Knopf. Damit senden Sie ihr Programm zu uns und erhalten dafür von uns Feedback.

Input to your program (press Enter to send) Send

User: poluzwe78 Role: Project owner Info: Submissions are forwarded to external platform codeboard.io

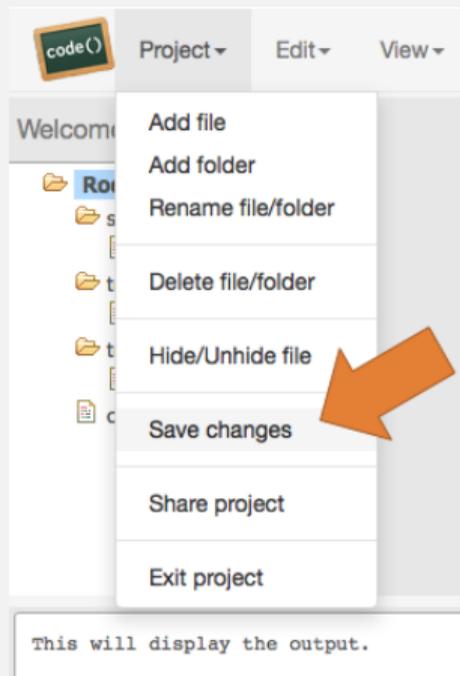
Die erste Übung - Codeboard.io Login

Achtung! Falls Sie diese Nachricht sehen, klicken Sie auf [Sign in now](#) und melden Sie sich dort mit ihrem **Codeboard.io**-Account ein.



Die erste Übung - Fortschritt speichern!

Achtung! Speichern Sie ihren Fortschritt regelmässig ab. So können Sie jederzeit an einem anderen Ort weiterarbeiten.



2. Wiederholung Theorie

Warm-up

- Was ist ein Problem?

Warm-up

- Was ist ein Problem?
- Was ist ein Algorithmus?

Warm-up

- Was ist ein Problem?
- Was ist ein Algorithmus?
 - wohldefinierte Berechnungsvorschrift, welche aus Eingabedaten (input) Ausgabedaten (output) berechnet.

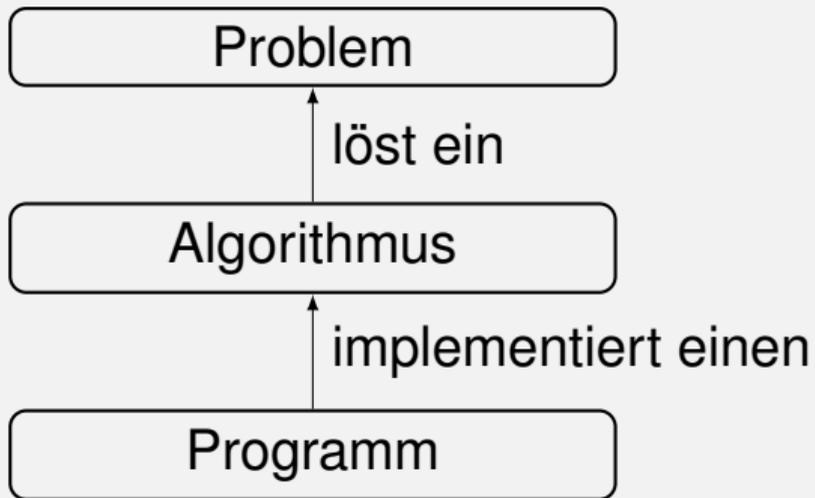
Warm-up

- Was ist ein Problem?
- Was ist ein Algorithmus?
 - wohldefinierte Berechnungsvorschrift, welche aus Eingabedaten (input) Ausgabedaten (output) berechnet.
- Was ist ein Programm?

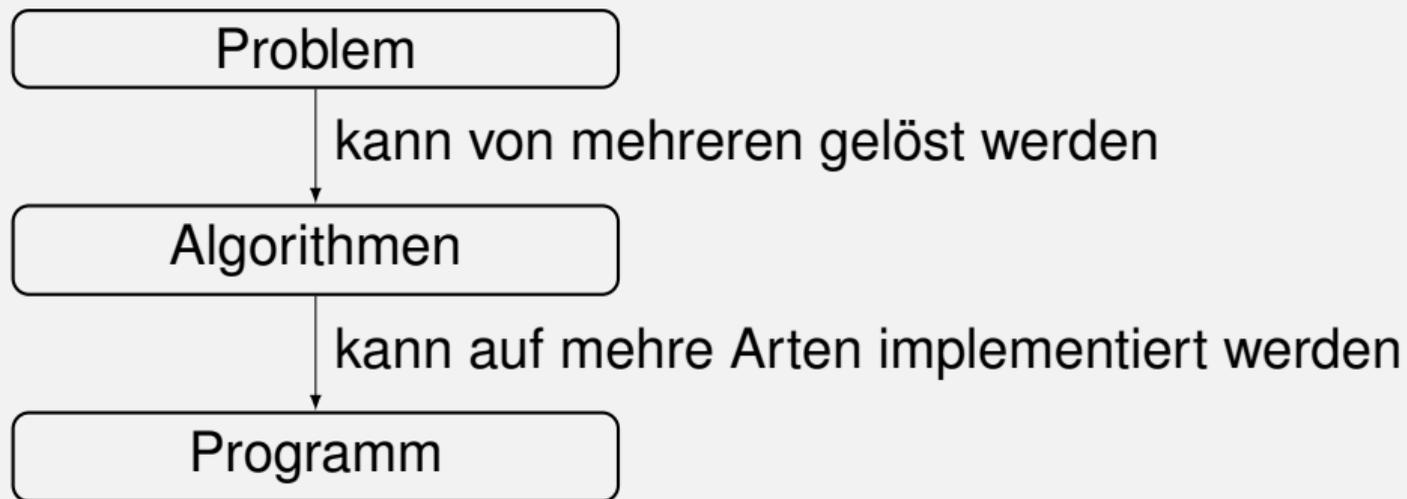
Warm-up

- Was ist ein Problem?
- Was ist ein Algorithmus?
 - wohldefinierte Berechnungsvorschrift, welche aus Eingabedaten (input) Ausgabedaten (output) berechnet.
- Was ist ein Programm?
 - Konkrete Implementation eines Algorithmus.

Warm-up



Warm-up



Effizienz

Problem	Komplexität	Minimale (asymptotische) Kosten über alle Algorithmen, die das Problem lösen.
Algorithmus	Kosten	Anzahl Elementaroperationen
Programm	Laufzeit	Messbarer Wert auf einer konkreten Maschine.

Effizienz

Problem	Komplexität	Minimale (asymptotische) Kosten über alle Algorithmen, die das Problem lösen.
Algorithmus	Kosten	Anzahl Elementaroperationen
Programm	Laufzeit	Messbarer Wert auf einer konkreten Maschine.

- Abschätzen von *Kosten* oder *Laufzeit* abhängig von der Eingabegrösse n .

Asymptotisches Verhalten

- Was sind $\Omega(g(n))$, $\Theta(g(n))$, $\mathcal{O}(g(n))$?

Asymptotisches Verhalten

- Was sind $\Omega(g(n))$, $\Theta(g(n))$, $\mathcal{O}(g(n))$?
- Mengen von Funktionen!

Asymptotisches Verhalten

■ Was sind $\Omega(g(n))$, $\Theta(g(n))$, $\mathcal{O}(g(n))$?

→ Mengen von Funktionen!

Wiederholung, Mengen A, B :

Teilmenge $A \subseteq B$

echte Teilmenge $A \subsetneq B$

Schnittmenge $A \cap B$

Asymptotisches Verhalten

Gegeben Funktion $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$.

Definition:

$$\mathcal{O}(g) = \{f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R} \mid \exists c > 0, n_0 \in \mathbb{N} : 0 \leq f(n) \leq c \cdot g(n) \forall n \geq n_0\}$$

$$\Omega(g) = \{f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R} \mid \exists c > 0, n_0 \in \mathbb{N} : 0 \leq c \cdot g(n) \leq f(n) \forall n \geq n_0\}$$

$$\Theta(g) = \mathcal{O}(g) \cap \Omega(g)$$

Nützliches für Aufgabenblatt

Theorem

- 1 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f(n)}{g(n)} = 0 \Rightarrow f \in \mathcal{O}(g), \mathcal{O}(f) \subsetneq \mathcal{O}(g).$
- 2 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f(n)}{g(n)} = C > 0$ (C konstant) $\Rightarrow f \in \Theta(g).$
- 3 $\frac{f(n)}{g(n)} \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{} \infty \Rightarrow g \in \mathcal{O}(f), \mathcal{O}(g) \subsetneq \mathcal{O}(f).$

Nützliches für Aufgabenblatt

Theorem

- 1 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f(n)}{g(n)} = 0 \Rightarrow f \in \mathcal{O}(g), \mathcal{O}(f) \subsetneq \mathcal{O}(g).$
- 2 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f(n)}{g(n)} = C > 0$ (C konstant) $\Rightarrow f \in \Theta(g).$
- 3 $\frac{f(n)}{g(n)} \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{} \infty \Rightarrow g \in \mathcal{O}(f), \mathcal{O}(g) \subsetneq \mathcal{O}(f).$

Beispiel

- 1 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n}{n^2} = 0 \Rightarrow n \in \mathcal{O}(n^2), \mathcal{O}(n) \subsetneq \mathcal{O}(n^2).$
- 2 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n}{n} = 2 > 0 \Rightarrow 2n \in \Theta(n).$
- 3 $\frac{n^2}{n} \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{} \infty \Rightarrow n \in \mathcal{O}(n^2), \mathcal{O}(n) \subsetneq \mathcal{O}(n^2).$

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$?

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$?

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$?

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$?

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$?

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$? ✓

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$? ✓

$\sqrt{n} \notin \Theta(n)$?

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$? ✓

$\sqrt{n} \notin \Theta(n)$? ✓

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$? ✓

$\sqrt{n} \notin \Theta(n)$? ✓

$\mathcal{O}(\sqrt{n}) \subset \mathcal{O}(n)$?

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$? ✓

$\sqrt{n} \notin \Theta(n)$? ✓

$\mathcal{O}(\sqrt{n}) \subset \mathcal{O}(n)$? ✓

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$? ✓

$\sqrt{n} \notin \Theta(n)$? ✓

$\mathcal{O}(\sqrt{n}) \subset \mathcal{O}(n)$? ✓

$2^n \notin \mathcal{O}(\exp(n))$?

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$? ✓

$\sqrt{n} \notin \Theta(n)$? ✓

$\mathcal{O}(\sqrt{n}) \subset \mathcal{O}(n)$? ✓

$2^n \notin \mathcal{O}(\exp(n))$? ✗

Quiz

$1 \in \mathcal{O}(15)$? ✓ besser $1 \in \mathcal{O}(1)$

$2n + 1 \in \Theta(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \mathcal{O}(n)$? ✓

$\sqrt{n} \in \Omega(n)$? ✗

$n \in \Omega(\sqrt{n})$? ✓

$\sqrt{n} \notin \Theta(n)$? ✓

$\mathcal{O}(\sqrt{n}) \subset \mathcal{O}(n)$? ✓

$2^n \notin \mathcal{O}(\exp(n))$? ✗

3. Programmieraufgabe

Summe in Subintervall (naiver Algorithmus)

Input : Eine Folge von n Zahlen $(a_0, a_1, \dots, a_{n-1})$ und Subintervall

$$I = [x_0, x_1]$$

Output : $\sum_{i=x_0}^{x_1} a_i.$

$\mathcal{S} \leftarrow 0$

for $i \in \{x_0, \dots, x_1\}$ **do**

$\mathcal{S} \leftarrow \mathcal{S} + a_i$

return \mathcal{S}

Summe in Subintervall (naiver Algorithmus)

Input : Eine Folge von n Zahlen $(a_0, a_1, \dots, a_{n-1})$ und Subintervall

$$I = [x_0, x_1]$$

Output : $\sum_{i=x_0}^{x_1} a_i.$

$\mathcal{S} \leftarrow 0$

for $i \in \{x_0, \dots, x_1\}$ **do**

$\mathcal{S} \leftarrow \mathcal{S} + a_i$

return \mathcal{S}

Idee

- Benutze die Präfixsumme um für beliebige Subintervalle die Summe in konstanter Komplexität zu berechnen.
- Verallgemeinere in zwei Dimensionen.

Mehrdimensionale Vektoren

Definition

```
std::vector< std::vector<int> > my_vec( n_rows,  
std::vector<int>(n_cols,init_value) );
```

Indexierung

```
my_vec[row][col]
```

Klassen

```
class Insurance { // Definition
public: // public section
    Insurance(double rate) {rate_ = rate;} // Konstruktor
    double get_rate() {return rate_;} // member function
private: // private section
    double rate_; // data member
};

int main() {
    Insurance insurance(2.);
    std::cout << insurance.get_rate();
    return 0;
}
```

Fragen?

Fragen?

Let's get to work.