



Schriftliche Abiturprüfung
Schuljahr 2023/2024

Informatik
auf erhöhtem Anforderungsniveau
an allgemeinbildenden gymnasialen Oberstufen

Haupttermin
Montag, 2. Mai 2024, 09:00 Uhr

Unterlagen für die Prüflinge

Allgemeine Arbeitshinweise

- Überprüfen Sie diese Unterlagen auf Vollständigkeit.
- Schreiben Sie auf alle Prüfungsunterlagen Ihren Namen und zusätzlich auf dieses Deckblatt Ihre Kursnummer.
- Kennzeichnen Sie Ihre Entwurfsblätter (Kladde) und Ihre Reinschrift.

Fachspezifische Arbeitshinweise¹

- Die Arbeitszeit beträgt **300 Minuten**.
- Eine Lese- und Auswahlzeit von **30 Minuten** ist der Arbeitszeit vorgeschaltet. In dieser Zeit darf noch nicht mit der Bearbeitung der Aufgaben begonnen werden.
- Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig), Formelsammlung „Das große Tafelwerk“ (Cornelsen-Verlag), Rechtschreibwörterbuch

Aufgabenauswahl

- Sie erhalten **drei** Aufgaben zu unterschiedlichen Schwerpunkten.
- Bearbeiten Sie die **Pflichtaufgabe** (Aufgabe I) und wählen Sie **eine** weitere Aufgabe (Aufgabe II oder III). Für Aufgabe II und III können Sie zwischen Scheme und Haskell wählen.
- Vermerken Sie auch auf Ihrer Reinschrift, welche Aufgaben Sie in welcher Version ausgewählt und bearbeitet haben.

Bearbeitet wurden die folgenden Aufgaben (Bitte kreuzen Sie an):

I	Objektorientierte Modellierung und Programmierung (Pflicht)
II	Datensicherheit in verteilten Systemen
III	Intelligente Suchverfahren

¹ Entsprechend der „Richtlinie über die Gewährung von Erleichterungen für neu zugewanderte Schülerinnen, Schüler und Prüflinge bei Sprachschwierigkeiten in der deutschen Sprache“ (MBISchul Nr. 08, 7. Oktober 2016, S. 60) werden für die betroffenen Prüflinge die folgenden Erleichterungen gewährt:

- Die Bearbeitungszeit wird um 30 Minuten auf **330 Minuten** erhöht.
- Ein nicht-elektronisches Wörterbuch Deutsch – Herkunftssprache / Herkunftssprache – Deutsch wird bereitgestellt.

Bewertung

Jeder Aufgabe sind 50 Bewertungseinheiten (BE) zugeordnet. In allen Teilaufgaben werden nur ganze BE vergeben. Insgesamt sind 100 BE erreichbar. Bei der Festlegung von Notenpunkten gilt die folgende Tabelle.

Erbrachte Leistung (in BE)	Notenpunkte
≥ 95	15
≥ 90	14
≥ 85	13
≥ 80	12
≥ 75	11
≥ 70	10
≥ 65	9
≥ 60	8

Erbrachte Leistung (in BE)	Notenpunkte
≥ 55	7
≥ 50	6
≥ 45	5
≥ 40	4
≥ 33	3
≥ 27	2
≥ 20	1
< 20	0

Für die Erteilung der **Note gut** (11 Punkte) ist mindestens erforderlich, dass annähernd vier Fünftel der erwarteten Gesamtleistung sowie Leistungen in allen drei Anforderungsbereichen erbracht werden. Dabei muss die Prüfungsleistung in ihrer Gliederung, in der Gedankenführung, in der Anwendung fachmethodischer Verfahren sowie in der fachsprachlichen Artikulation den Anforderungen voll entsprechen.

Für die Erteilung der **Note ausreichend** (5 Punkte) ist mindestens erforderlich, dass annähernd die Hälfte der erwarteten Gesamtleistung und über den Anforderungsbereich I hinaus Leistungen in einem weiteren Anforderungsbereich erbracht werden.

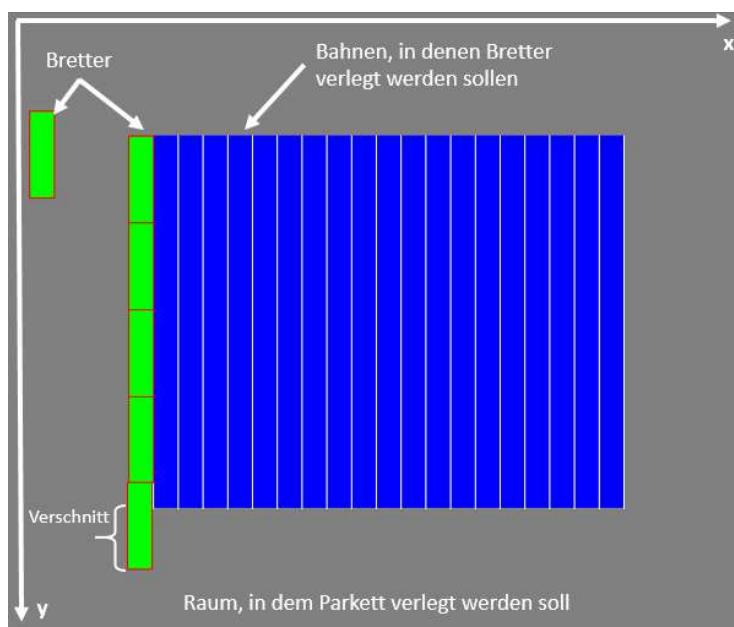
Die zwei voneinander unabhängigen Aufgaben der Prüfungsaufgabe werden jeweils mit 50 Bewertungseinheiten bewertet. Die erbrachte Gesamtleistung ergibt sich aus der Summe der Bewertungseinheiten in den beiden Aufgaben.

Bei erheblichen Mängeln in der sprachlichen Richtigkeit und der äußerlichen Form sind bei der Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistung je nach Schwere und Häufigkeit der Verstöße bis zu zwei Notenpunkte abzuziehen. Dazu gehören auch Mängel in der Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeiten in Zeichnungen sowie falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Text.

Aufgabe I: Parkettverlegung**50 BE****Schwerpunkt: Objektorientierte Modellierung und Programmierung von Grafiksystemen**

Manu möchte in ihrem Zimmer den Fußboden erneuern. Sie hat sich für einen Parkettboden entschieden, den sie selbst verlegen möchte. Da die Parkett-Elemente (rechteckige Bretter) sehr teuer sind, sollen sie mit möglichst wenig Verschnitt verlegt werden. Um im Voraus berechnen zu können, wie viel Verschnitt entstehen wird, will sich Manu eine kleine Anwendung programmieren, die die verlegten Bretter im Raum darstellen und den Gesamtverschnitt in y-Richtung im Voraus berechnen soll.

Für eine erste Version der Anwendung geht Manu davon aus, dass der Raum rechteckig ist und die Elemente, aus denen sich der Parkettboden zusammensetzt, aus rechteckigen Brettern mit fester Breite bestehen. Die Länge der Bretter (in y- Richtung) kann variieren, muss aber mindestens 50 cm betragen. Zu der Anwendung gehört eine grafische Ausgabe, die den beschriebenen Sachverhalt veranschaulicht (siehe Abbildung 1).

*Abbildung 1: Grafische Darstellung*

Die folgende Abbildung 2 zeigt ein passendes Klassendiagramm zu einem ersten Programmumentwurf dieser Anwendung:

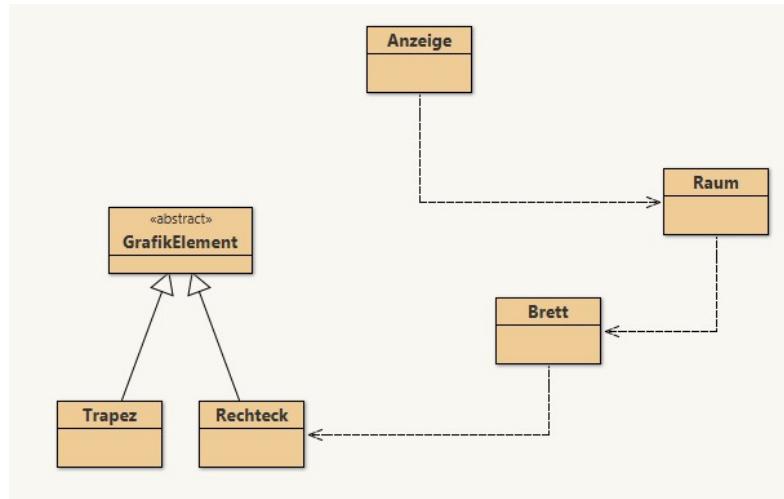


Abbildung 2: Klassendiagramm

- I.a
- **Geben** Sie **an**, welche Objekte erzeugt werden müssen, um eine grafische Anzeige wie in Abbildung 1 zu erzeugen.
 - **Beschreiben** Sie, wie in jeder Unterklasse von `GrafikElement` erzwungen werden kann, dass es beispielsweise eine Methode `public Shape holeForm()` gibt, die dann die jeweilige Form der Grafikelemente zurückliefert (in diesem Programmumentwurf also in den Klassen `Trapez` und `Rechteck`).

(8 BE)

In der Klasse `Raum` werden alle Bretter, die über die Klasse `Anzeige` auf dem Bildschirm gezeichnet werden sollen, in folgender Datenstruktur gesammelt:

```
private ArrayList<Brett> brettListe = new ArrayList();
```

- I.b
- **Beschreiben** Sie, inwieweit die Wahl dieser Datenstruktur (siehe oben) sinnvoll ist.
 - **Begründen** Sie, dass es bei der hier vorgegebenen Implementierung notwendig ist, eine `get`-Methode (sondernde Methode) `holeAlleBretter()` zu implementieren.
 - **Implementieren** Sie eine passende Methode, die ein neues Brett in die Datenstruktur einfügt:

```
public void addBrett(Brett brett)
```

(12 BE)

Manu möchte ihre Anwendung erweitern. Sie soll auch eine Darstellung für trapezförmige Räume, in denen Parkett verlegt wird, erlauben. Dazu soll es zusätzlich zu den rechtwinkligen Brettern möglich sein, weitere Objekte, sogenannte Schrägbretter, zu erzeugen. Schrägbretter sollen in der Anwendung wie folgt dargestellt werden:

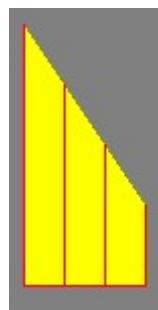


Abbildung 3: Darstellung von Schrägbrettern

- I.c • **Stellen** Sie **dar**, welche Erweiterungen im Klassendiagramm vorgenommen werden müssen, um auch Schrägbretter im Raum platzieren zu können.

- **Zeichnen** Sie ein entsprechend erweitertes Klassendiagramm.
 • **Implementieren** Sie die bisher verwendete Datenstruktur

```
ArrayList<Brett> brettListe = new ArrayList();
```

neu, so dass sowohl Bretter als auch Schrägbretter darin gehalten werden können.

- Die Anwendung soll außerdem die Möglichkeit bereitstellen, die Farbe beider Brettarten zu vereinheitlichen bzw. zu ändern.

Implementieren Sie die Methode

```
public void aendereFarbe(String neueFarbe)
```

in der Klasse Raum, welche die Farbe aller im Raum enthaltenen Bretter und Schrägbretter ändert.

Hinweis: Berücksichtigen Sie hierbei die Klassenkarten in der Anlage zu dieser Aufgabe.

(17 BE)

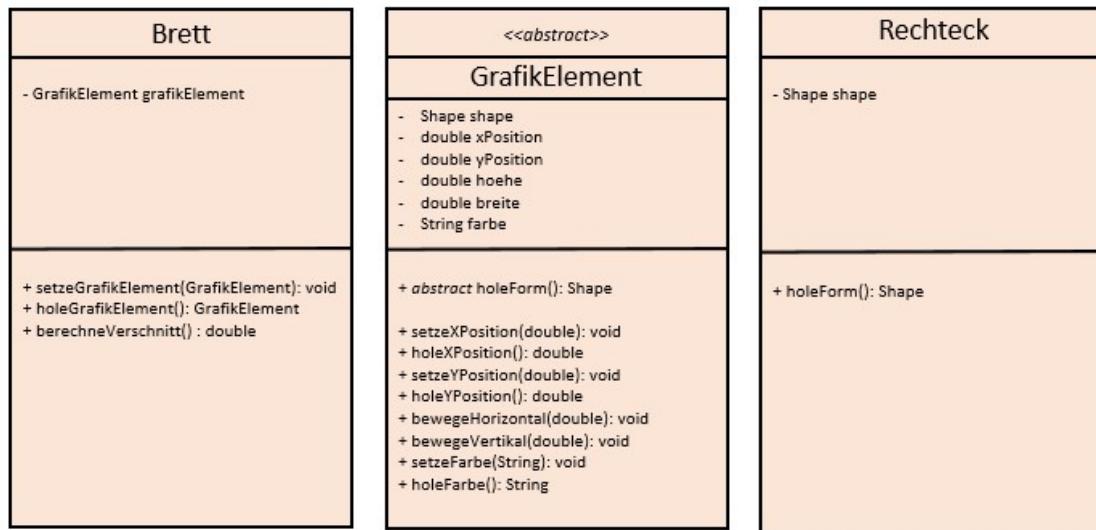
Manus Anwendung soll nicht nur den Raum und die Bretter darstellen, sondern insbesondere auch den Gesamtverschnitt in y-Richtung berechnen können (siehe oben, Abbildung 1). Dafür wird innerhalb der Klassen für die Bretter und Schrägbretter jeweils eine Methode berechneVerschnitt() bereitgestellt.

- I.d • **Analysieren** Sie, wie der Gesamtverschnitt aus der Summe der Einzelverschnitte der Bretter und Schrägbretter berechnet werden könnte.

- **Implementieren** Sie Ihre Lösung. Gehen Sie davon aus, dass der jeweilige Verschnitt eines einzelnen Brettes bzw. Schrägbrettes bereits in der Methode berechneVerschnitt() berechnet wird und damit zur Verfügung steht.

- **Beurteilen** Sie, welchen Vorteil in diesem Zusammenhang das Konzept der Polymorphie bietet.

(13 BE)

Anlage zur Aufgabe I Parkettverlegung**Klassenkarten**

Aufgabe II: Lernmanagementsystem (Scheme-Version)**50 BE****Schwerpunkt: Datensicherheit in verteilten Systemen**

Schon Anfang der 2000er Jahre wurden verschiedene online-basierte Lernmanagementsysteme (kurz: LMS) entwickelt, welche sich in den folgenden Jahren immer weiter entwickelten und an immer mehr Schulen und Universitäten weltweit Anwendung fanden. Spätestens im Zuge der Digitalisierung in den letzten Jahren ist der Anteil der Schulen, die ein webbasiertes Lernmanagementsystem zur Bereicherung des Unterrichts nutzen, auch in Deutschland stark angestiegen.



Abbildung 1: Logo des LMS „Moodle“

Neben den Basisfunktionalitäten, die ein solches LMS mit sich bringt, lassen sich viele zusätzliche Funktionalitäten, bei dem Lernmanagementsystem „Moodle“ z. B. durch sogenannte Plug-ins, individuell zusätzlich integrieren. So kann solch ein LMS nicht nur als HTTPS-Webseite genutzt werden, sondern weitere Dienste einbinden, die wiederum weitere Protokolle nutzen. Eine mögliche solche Erweiterung ist zum Beispiel die Einbindung eines Videokonferenzsystems.

II.a **Erläutern** Sie, was in diesem Zusammenhang unter einem Protokoll verstanden wird.

(5 BE)

Ein Standard für Video- und Audioverbindungen in Browsern, der von Videokonferenzsystemen verwendet wird, ist WebRTC. Ein Protokoll, das dabei Anwendung findet, ist das MIKEY (Multimedia Internet KEYing). In der Spezifikation¹ dieses Protokolls heißt es unter anderem:

Eine Zielsetzung von MIKEY ist die Bereitstellung von Sicherheitsparametern für das Sicherheitsprotokoll, inklusive einem Schlüssel zur Verschlüsselung der Übertragung (traffic-encrypting key, kurz TEK), welcher von einem TEK Generation Key (TGK) abgeleitet wird und als Eingabe für das Sicherheitsprotokoll verwendet wird. [...] Die folgenden Unterabschnitte definieren drei unterschiedliche Methoden um einen TGK zu transportieren bzw. zu erstellen: durch Nutzung eines vorher geteilten Schlüssels, public-key Verschlüsselung und Diffie-Hellman (DH) Schlüsselaustausch. [...]

II.b

- **Beschreiben** Sie, was man unter symmetrischen und asymmetrischen Verschlüsselungsverfahren versteht.

- **Stellen** Sie Vor- und Nachteile von symmetrischen und asymmetrischen Verfahren **dar**.

- **Analysieren** Sie, inwieweit im MIKEY Protokoll symmetrische bzw. asymmetrische Verfahren eingesetzt werden können.

(13 BE)

Ein mögliches Verfahren, welches in MIKEY zur Anwendung kommen könnte, ist das RSA-Verfahren.

II.c

- **Erläutern** Sie, wie die Schlüsselerzeugung sowie das Ver- und Entschlüsseln einer Nachricht mit dem RSA-Verfahren funktionieren.

- **Stellen** Sie **dar**, worauf die Sicherheit des RSA-Verfahrens in der Praxis beruht.

(12 BE)

Die Verbindung über WebRTC ist als Peer-to-Peer-Verbindung konzipiert, das heißt, dass je zwei Clients (nach einem kurzen Austausch zu möglichen Ports und IP-Adressen) direkt eine Verbindung zueinander aufbauen können und die Audio- und Videodaten über diese Verbindung senden. Dabei kann ein Client problemlos mit mehreren anderen gleichzeitig verbunden sein. Trotzdem wird in Videokonferenzsystemen stattdessen häufig mit einem zentralen Server gearbeitet, mit dem sich alle Clients verbinden.

¹ IETF, RFC 3830, <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3830.html>, abgerufen am 08.02.2023

- II.d **Erörtern** Sie kurz die Vor- und Nachteile eines solchen servergestützten Videokonferenzsystems gegenüber der Peer-to-Peer Variante. Gehen Sie dabei insbesondere auch auf die Aspekte Sicherheit und versendete Datenmenge ein.

(6 BE)

Wenn in einem LMS Aufgaben online gestellt werden, dann können Lernende ihre Ergebnisse anschließend individuell dort hochladen, und diese können wiederum von der Lehrkraft bewertet werden.

- II.e **Beschreiben** Sie, was unter Vertraulichkeit, Integrität und Authentizität verstanden wird, und **erläutern** Sie, welche Auswirkungen es jeweils haben würde, wenn diese Prinzipien beim Hochladen der Ergebnisse im LMS verletzt würden.

(8 BE)

Damit die Lehrkraft sofort weiß, welche Lernenden ihre Ergebnisse erst nach der Abgabefrist hochgeladen haben, muss für die Liste aller Abgaben überprüft werden, bei welchen der Zeitpunkt der Abgabe nach der festgelegten Frist liegt. Dabei werden alle Zeitpunkte als Zahl abgespeichert (Anzahl der vergangenen Sekunden seit dem 01.01.1970).

Beispiel:

```
(verspaetet
  ' ((Max 1682421411) (Sedaf 1682421429) (Rolf 1682421358) )
  1682421400)

→ ' (Max Sedaf)
```

- II.f **Implementieren** Sie die Funktion (define (verspaetet liste zeitpunkt) ...), welche die Namen derjenigen Lernenden aus der liste zurückgibt, die ihre Ergebnisse nach dem gegebenen zeitpunkt abgegeben haben.

(6 BE)

Aufgabe II: Lernmanagementsystem (Haskell-Version)**50 BE****Schwerpunkt: Datensicherheit in verteilten Systemen**

Schon Anfang der 2000er Jahre wurden verschiedene online-basierte Lernmanagementsysteme (kurz: LMS) entwickelt, welche sich in den folgenden Jahren immer weiter entwickelten und an immer mehr Schulen und Universitäten weltweit Anwendung fanden. Spätestens im Zuge der Digitalisierung in den letzten Jahren ist der Anteil der Schulen, die ein webbasiertes Lernmanagementsystem zur Bereicherung des Unterrichts nutzen, auch in Deutschland stark angestiegen.



Abbildung 1: Logo des LMS „Moodle“

Neben den Basisfunktionalitäten, die ein solches LMS mit sich bringt, lassen sich viele zusätzliche Funktionalitäten, bei dem Lernmanagementsystem „Moodle“ z. B. durch sogenannte Plug-ins, individuell zusätzlich integrieren. So kann solch ein LMS nicht nur als HTTPS-Webseite genutzt werden, sondern weitere Dienste einbinden, die wiederum weitere Protokolle nutzen. Eine mögliche solche Erweiterung ist zum Beispiel die Einbindung eines Videokonferenzsystems.

II.a **Erläutern** Sie, was in diesem Zusammenhang unter einem Protokoll verstanden wird.

(5 BE)

Ein Standard für Video- und Audioverbindungen in Browsern, der von Videokonferenzsystemen verwendet wird, ist WebRTC. Ein Protokoll, das dabei Anwendung findet, ist das MIKEY (Multimedia Internet KEYing). In der Spezifikation¹ dieses Protokolls heißt es unter anderem:

Eine Zielsetzung von MIKEY ist die Bereitstellung von Sicherheitsparametern für das Sicherheitsprotokoll, inklusive einem Schlüssel zur Verschlüsselung der Übertragung (traffic-encrypting key, kurz TEK), welcher von einem TEK Generation Key (TGK) abgeleitet wird und als Eingabe für das Sicherheitsprotokoll verwendet wird. [...] Die folgenden Unterabschnitte definieren drei unterschiedliche Methoden um einen TGK zu transportieren bzw. zu erstellen: durch Nutzung eines vorher geteilten Schlüssels, public-key Verschlüsselung und Diffie-Hellman (DH) Schlüsselaustausch. [...]

II.b

- **Beschreiben** Sie, was man unter symmetrischen und asymmetrischen Verschlüsselungsverfahren versteht.

- **Stellen** Sie Vor- und Nachteile von symmetrischen und asymmetrischen Verfahren **dar**.

- **Analysieren** Sie, inwieweit im MIKEY Protokoll symmetrische bzw. asymmetrische Verfahren eingesetzt werden können.

(13 BE)

Ein mögliches Verfahren, welches in MIKEY zur Anwendung kommen könnte, ist das RSA-Verfahren.

II.c

- **Erläutern** Sie, wie die Schlüsselerzeugung sowie das Ver- und Entschlüsseln einer Nachricht mit dem RSA-Verfahren funktionieren.

- **Stellen** Sie **dar**, worauf die Sicherheit des RSA-Verfahrens in der Praxis beruht.

(12 BE)

Die Verbindung über WebRTC ist als Peer-to-Peer-Verbindung konzipiert, das heißt, dass je zwei Clients (nach einem kurzen Austausch zu möglichen Ports und IP-Adressen) direkt eine Verbindung zueinander aufbauen können und die Audio- und Videodaten über diese Verbindung senden. Dabei kann ein Client problemlos mit mehreren anderen gleichzeitig verbunden sein. Trotzdem wird in Videokonferenzsystemen stattdessen häufig mit einem zentralen Server gearbeitet, mit dem sich alle Clients verbinden.

¹ IETF, RFC 3830, <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3830.html>, abgerufen am 08.02.2023

- II.d **Erörtern** Sie kurz die Vor- und Nachteile eines solchen servergestützten Videokonferenzsystems gegenüber der Peer-to-Peer Variante. Gehen Sie dabei insbesondere auch auf die Aspekte Sicherheit und versendete Datenmenge ein.

(6 BE)

Wenn in einem LMS Aufgaben online gestellt werden, dann können Lernende ihre Ergebnisse anschließend individuell dort hochladen, und diese können wiederum von der Lehrkraft bewertet werden.

- II.e **Beschreiben** Sie, was unter Vertraulichkeit, Integrität und Authentizität verstanden wird, und **erläutern** Sie, welche Auswirkungen es jeweils haben würde, wenn diese Prinzipien beim Hochladen der Ergebnisse im LMS verletzt würden.

(8 BE)

Damit die Lehrkraft sofort weiß, welche Lernenden ihre Ergebnisse erst nach der Abgabefrist hochgeladen haben, muss für die Liste aller Abgaben überprüft werden, bei welchen der Zeitpunkt der Abgabe nach der festgelegten Frist liegt. Dabei werden alle Zeitpunkte als Zahl abgespeichert (Anzahl der vergangenen Sekunden seit dem 01.01.1970).

Beispiel:

```
verspaetet [("Max", 1682421411), ("Sedaf", 1682421411), ("Rolf",  
1682421358)] 1682421400  
["Max", "Sedaf"]
```

- II.f **Implementieren** Sie die Funktion `verspaetet liste zeitpunkt`, welche die Namen derjenigen Lernenden aus der `liste` zurückgibt, die ihre Ergebnisse nach dem gegebenen `zeitpunkt` abgegeben haben.

(6 BE)

Aufgabe III: Lieferservice (Scheme-Version)

50 BE

Schwerpunkt: Intelligente Suchverfahren

Der im Folgenden dargestellte Ortsplan (Abbildung 1) ist vereinfacht, der tatsächliche Verlauf der Straßenabschnitte ist nicht wie dargestellt immer gradlinig, und die Kreuzungen müssen nicht wirklich rechtwinklig sein.

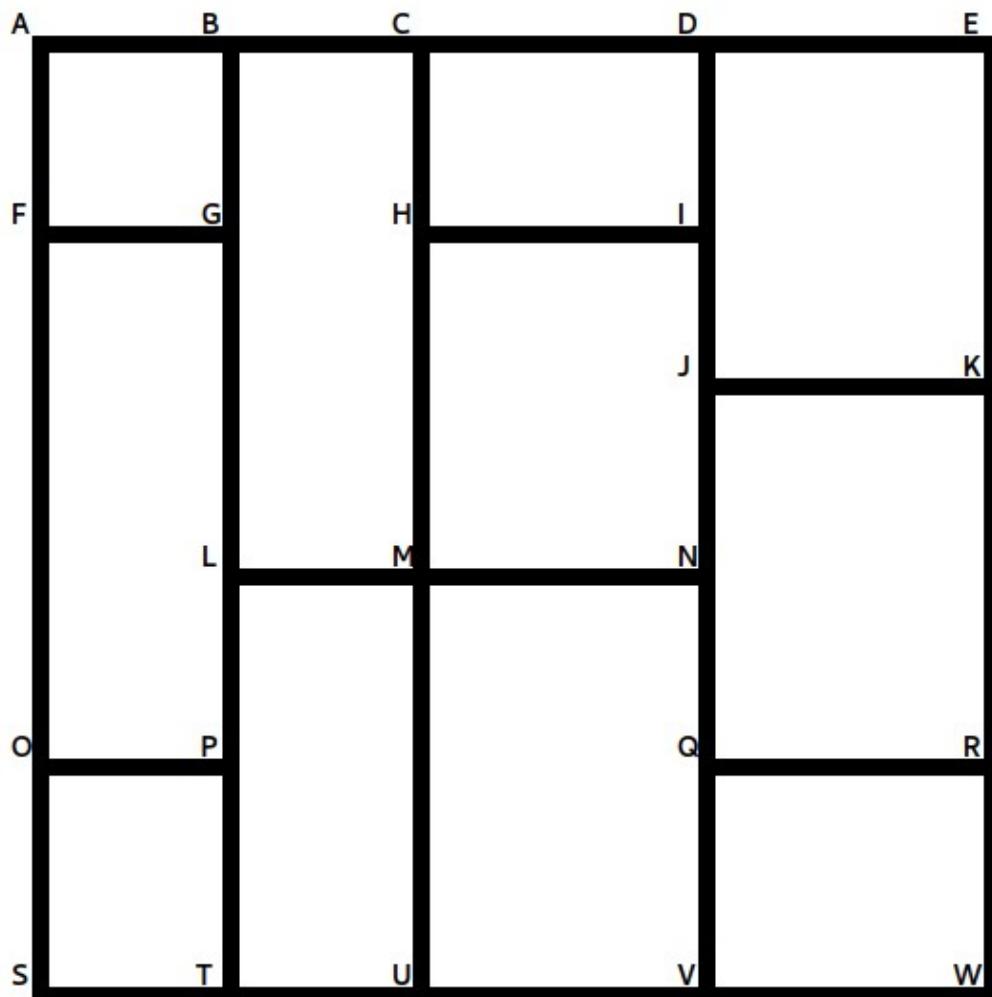


Abbildung 1: Vereinfachter Ortsplan

- III.a

 - **Beschreiben** Sie anhand des vereinfacht dargestellten Ortsplans
 - das Bestimmen eines minimalen Spannbaums (*minimum spanning tree*),
 - das Bestimmen eines kürzesten Weges zwischen zwei gegebenen Punkten der Ortschaft (beispielsweise von A zu W).
 - **Vergleichen** Sie beide Probleme hinsichtlich ihres Aufwands.
 - **Erläutern** Sie, weshalb die zweite Problemstellung sehr vereinfacht wird, wenn die Straßen tatsächlich wie dargestellt in einem Rechteckgitter verlaufen.

(15 BE)

Beim Verteilen von Post oder Informationsblättern, die an alle Haushalte gehen, muss jede Straße abgegangen werden. Eine Erleichterung wäre es, wenn Straßenabschnitte nicht doppelt abgegangen werden müssten.

- III.b **Untersuchen** Sie, ob es möglich ist, in einem Rundgang jeden Straßenabschnitt der Ortschaft (in Abbildung 1) genau einmal abzugehen.

(4 BE)

Bei einer Ortschaft mit vielen Einbahnstraßen kann es kompliziert sein, jeweils den kürzesten Weg von einem Ausgangsort zu einem Zielort zu finden. Die Pfeile im folgenden Ortsplan (Abbildung 2) geben jeweils die Richtung der Einbahnstraße an.

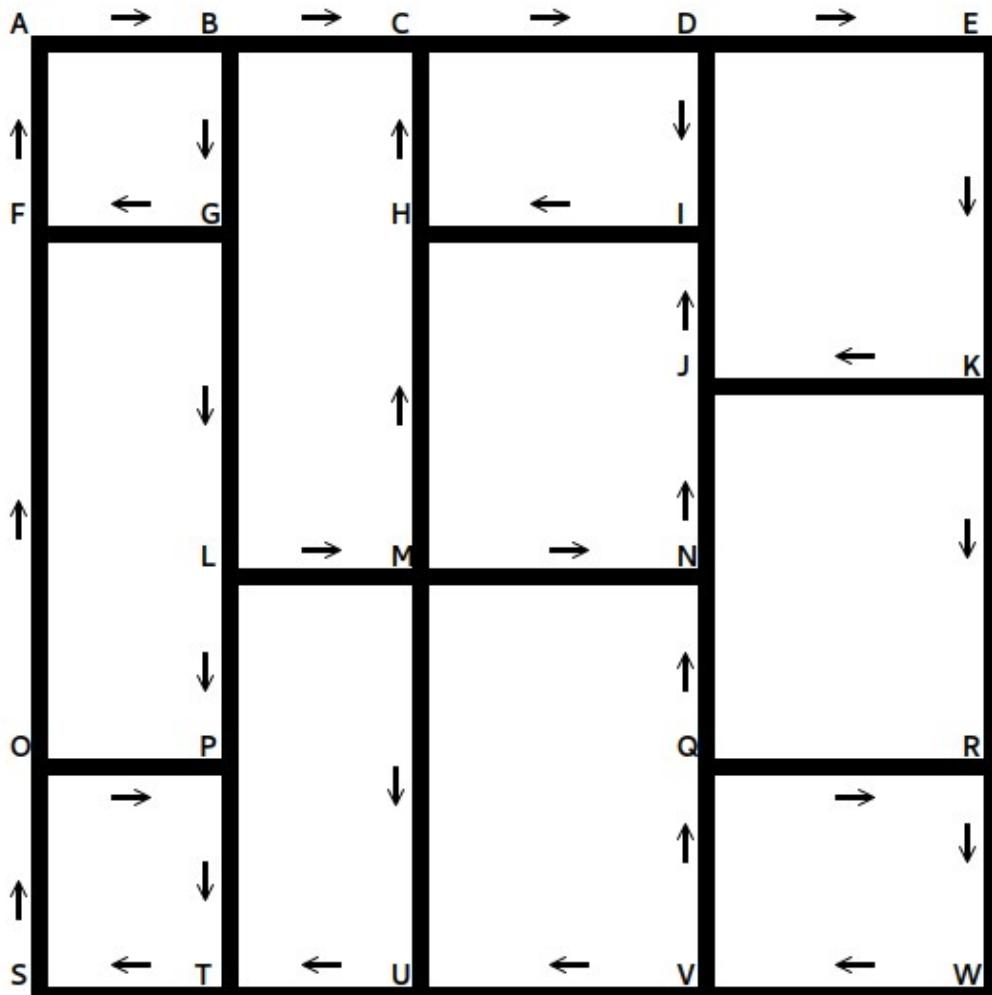


Abbildung 2: Vereinfachter Ortsplan mit Einbahnstraßen

- III.c **Geben** Sie zu dem vereinfacht dargestellten Ortsplan (Abbildung 2) eine Datenstruktur **an**, mit der man die einzelnen Straßenabschnitte mit ihren Eigenschaften (handelt es sich um eine Einbahnstraße oder nicht) eindeutig beschreiben kann.

Hinweis: Die Datenstruktur muss nicht vollständig angegeben werden, sondern nur soweit, bis das grundsätzliche Vorgehen klar ist.

(3 BE)

- III.d **Entwickeln** Sie einen Algorithmus, mit dem geprüft werden kann, ob es von jedem Straßenabschnitt des Ortsplans einen Weg zu jedem beliebigen anderen Ort in der Ortschaft gibt, ohne einen Umweg über außerhalb der Ortschaft verlaufende Straßen nehmen zu müssen (also über Straßen, die in dem gegebenen Ortsplan nicht dargestellt sind).

Hinweis: Sie müssen keinen Programmcode entwickeln, sondern nur das grundsätzliche Vorgehen beschreiben und die dabei zu bearbeitenden Teilaufgaben herausarbeiten.

(4 BE)

Bei einer anderen Problemstellung liefert ein Fahrer Waren auf einer Fahrt an weit auseinander liegende Orte aus (beispielsweise wie in der folgenden Abbildung 3 dargestellt im Raum Hamburg, Schleswig-Holstein und Niedersachsen). Dabei verfolgt er das Ziel, keinen Ort doppelt anfahren zu müssen, bis er am Ende seiner Fahrt den Ausgangspunkt seiner Rundreise wieder erreicht hat. Von allen möglichen Wegen, welche diese Bedingung erfüllen, sucht er den kürzesten.

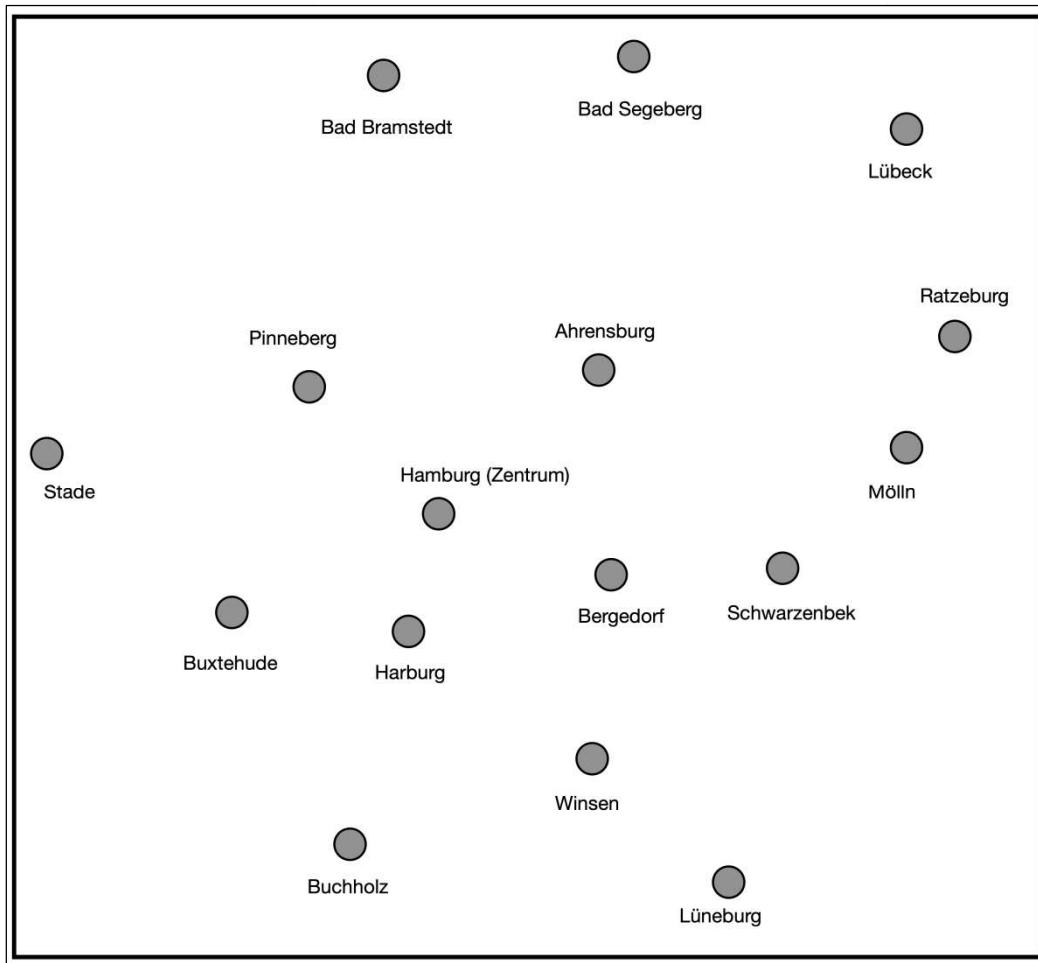


Abbildung 3: Orte im Großraum Hamburg

- III.e • **Geben** Sie einen Rundweg **an**, bei dem alle Orte genau einmal angefahren werden (d. h. der gewählte Startpunkt am Ende der Reise).

Hinweis: Sie brauchen dabei nicht zu berücksichtigen, ob es die von Ihnen gewählten direkten Wege zwischen zwei Orten tatsächlich gibt, und Sie müssen auch nicht den kürzesten Rundweg angeben.

- **Beschreiben** Sie einen einfachen Algorithmus, mit dem unter allen möglichen Rundwegen der kürzeste gefunden werden kann.
- **Erläutern** Sie, welche Probleme bei der Anwendung dieses Algorithmus auftreten können.
- **Untersuchen** Sie, ob diese Probleme bei den gegebenen Orten zu erwarten sind.

(16 BE)

Ein Lieferservice (beispielsweise ein Pizzaservice) möchte bei einer Auslieferung zu mehreren Kunden nacheinander und dann wieder zurück zum Ausgangspunkt möglichst den kürzesten Weg zurücklegen. Bei der Auslieferung kann es vorkommen, dass einige Kunden im selben Straßenabschnitt, vielleicht sogar im selben Haus wohnen.

III.f **Untersuchen** Sie, ob es möglich ist, dass der Pizzaservice den Algorithmus von Dijkstra einsetzen kann, um den kürzesten Weg zu finden.

(8 BE)

Aufgabe III: Lieferservice (Haskell-Version)**50 BE****Schwerpunkt: Intelligente Suchverfahren**

Der im Folgenden dargestellte Ortsplan (Abbildung 1) ist vereinfacht, der tatsächliche Verlauf der Straßenabschnitte ist nicht wie dargestellt immer gradlinig, und die Kreuzungen müssen nicht wirklich rechtwinklig sein.

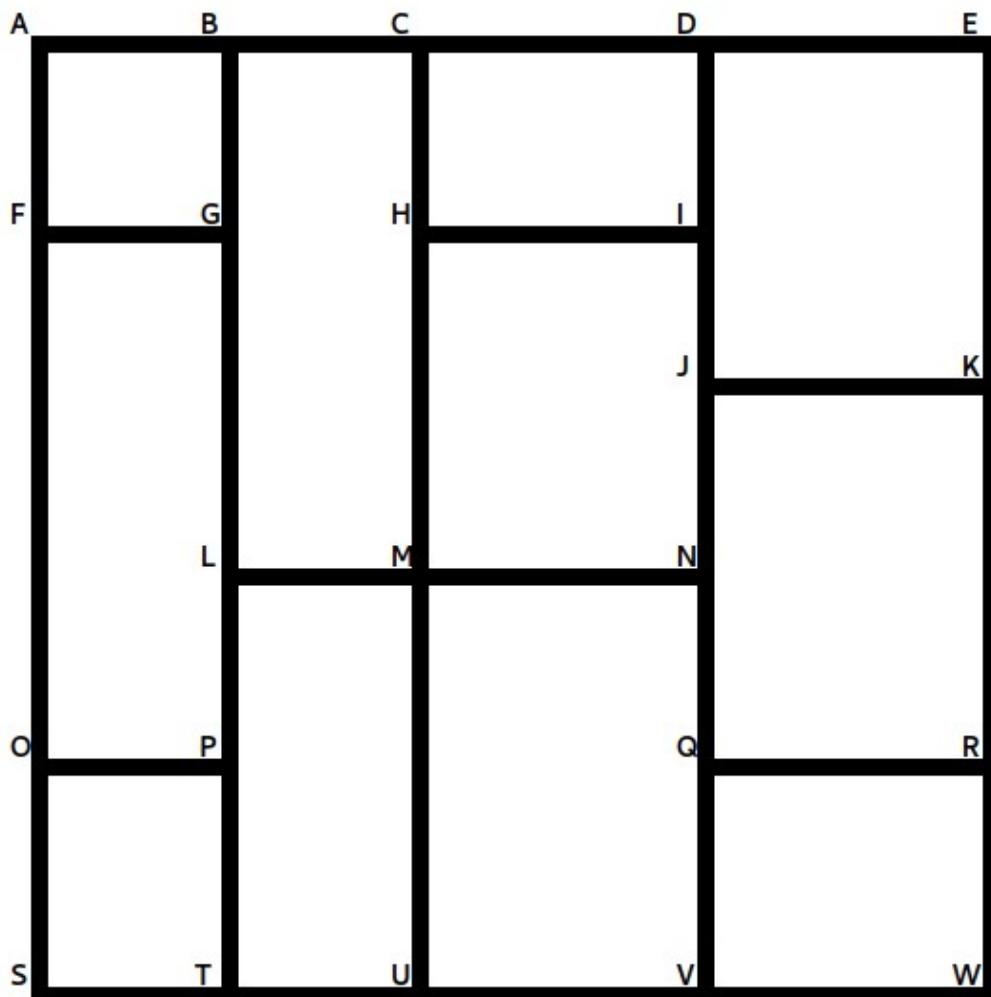


Abbildung 1: Vereinfachter Ortsplan

- III.a
- **Beschreiben** Sie anhand des vereinfacht dargestellten Ortsplans
 - das Bestimmen eines minimalen Spannbaums (*minimum spanning tree*),
 - das Bestimmen eines kürzesten Weges zwischen zwei gegebenen Punkten der Ortschaft (beispielsweise von A zu W).
 - **Vergleichen** Sie beide Probleme hinsichtlich ihres Aufwands.
 - **Erläutern** Sie, weshalb die zweite Problemstellung sehr vereinfacht wird, wenn die Straßen tatsächlich wie dargestellt in einem Rechteckgitter verlaufen.

(15 BE)

Beim Verteilen von Post oder Informationsblättern, die an alle Haushalte gehen, muss jede Straße abgegangen werden. Eine Erleichterung wäre es, wenn Straßenabschnitte nicht doppelt abgegangen werden müssten.

- III.b **Untersuchen** Sie, ob es möglich ist, in einem Rundgang jeden Straßenabschnitt der Ortschaft (in Abbildung 1) genau einmal abzugehen.

(4 BE)

Bei einer Ortschaft mit vielen Einbahnstraßen kann es kompliziert sein, jeweils den kürzesten Weg von einem Ausgangsort zu einem Zielort zu finden. Die Pfeile im folgenden Ortsplan (Abbildung 2) geben jeweils die Richtung der Einbahnstraße an.

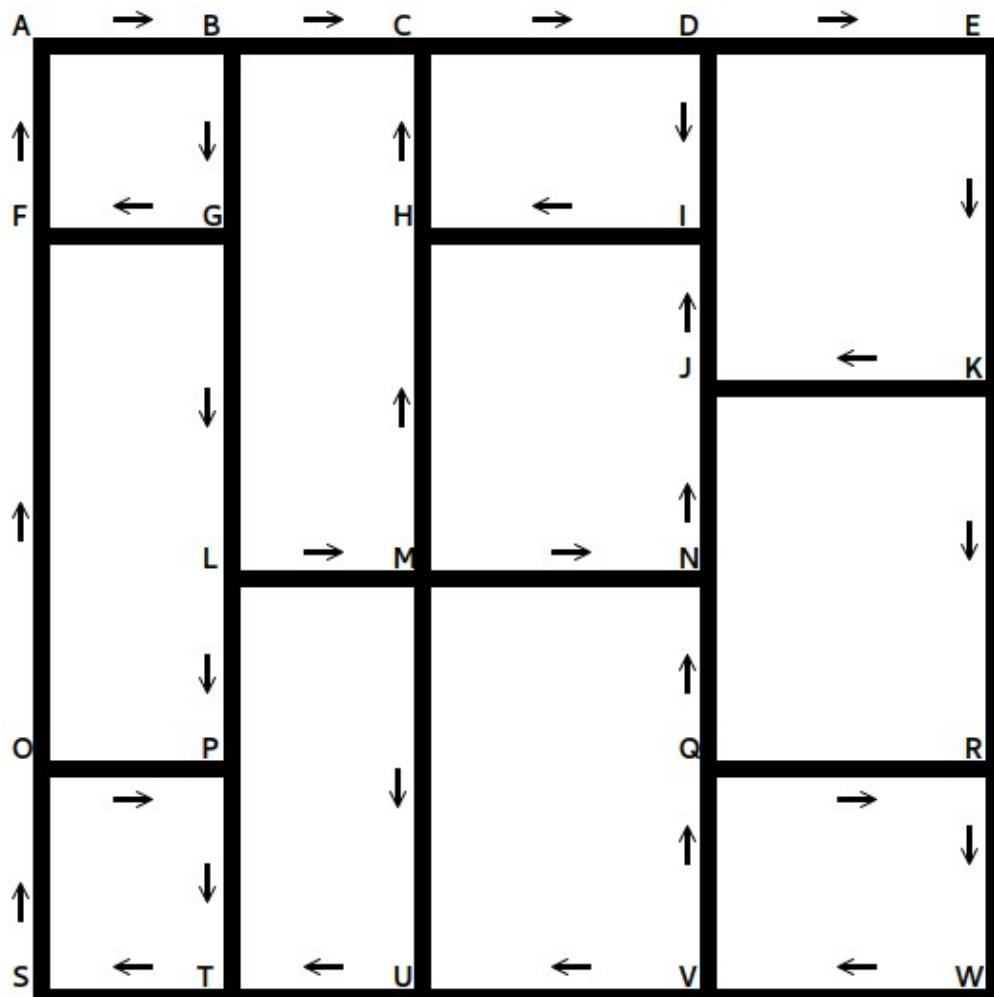


Abbildung 2: Vereinfachter Ortsplan mit Einbahnstraßen

- III.c **Geben** Sie zu dem vereinfacht dargestellten Ortsplan (Abbildung 2) eine Datenstruktur **an**, mit der man die einzelnen Straßenabschnitte mit ihren Eigenschaften (handelt es sich um eine Einbahnstraße oder nicht) eindeutig beschreiben kann.
Hinweis: Die Datenstruktur muss nicht vollständig angegeben werden, sondern nur soweit, bis das grundsätzliche Vorgehen klar ist.

(3 BE)

- III.d **Entwickeln** Sie einen Algorithmus, mit dem geprüft werden kann, ob es von jedem Straßenabschnitt des Ortsplans einen Weg zu jedem beliebigen anderen Ort in der Ortschaft gibt, ohne einen Umweg über außerhalb der Ortschaft verlaufende Straßen nehmen zu müssen (also über Straßen, die in dem gegebenen Ortsplan nicht dargestellt sind).

Hinweis: Sie müssen keinen Programmcode entwickeln, sondern nur das grundsätzliche Vorgehen beschreiben und die dabei zu bearbeitenden Teilaufgaben herausarbeiten.

(4 BE)

Bei einer anderen Problemstellung liefert ein Fahrer Waren auf einer Fahrt an weit auseinander liegende Orte aus (beispielsweise wie in der folgenden Abbildung 3 dargestellt im Raum Hamburg, Schleswig-Holstein und Niedersachsen). Dabei verfolgt er das Ziel, keinen Ort doppelt anfahren zu müssen, bis er am Ende seiner Fahrt den Ausgangspunkt seiner Rundreise wieder erreicht hat. Von allen möglichen Wegen, welche diese Bedingung erfüllen, sucht er den kürzesten.

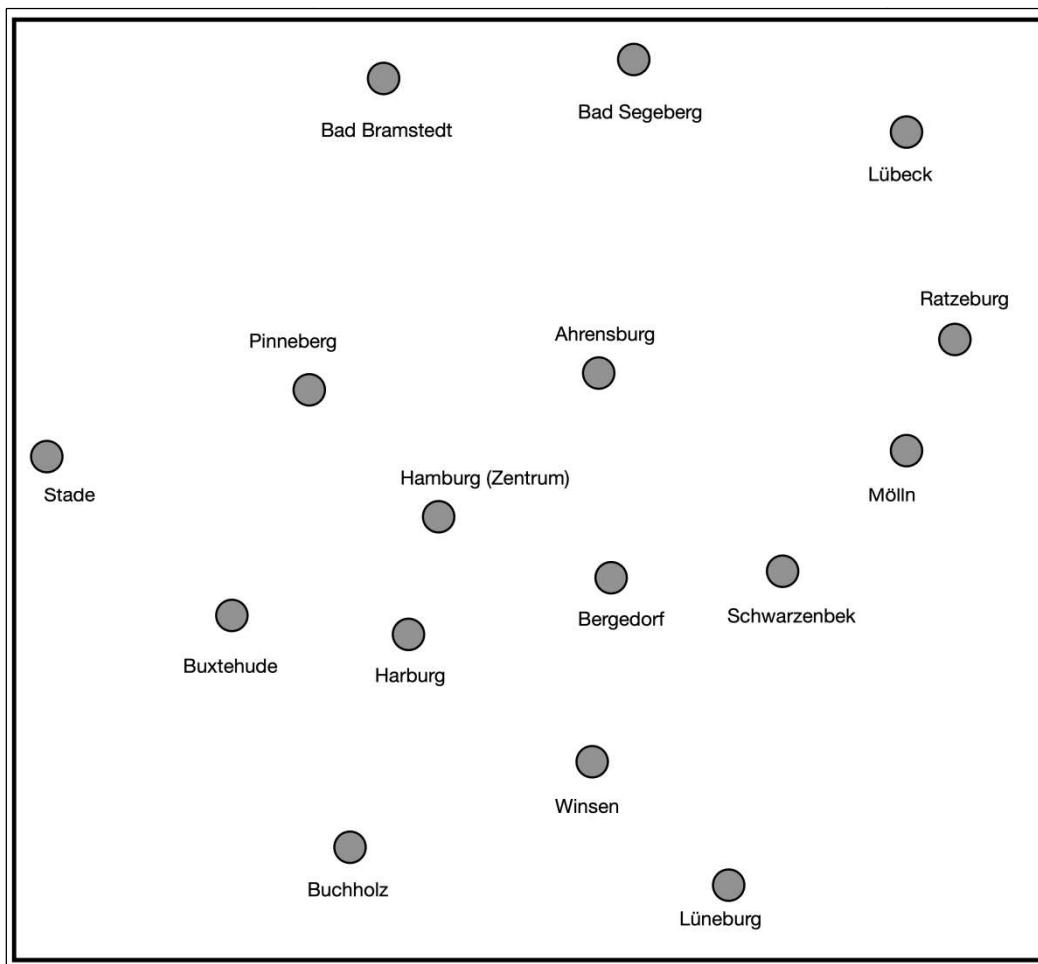


Abbildung 3: Orte im Großraum Hamburg

- III.e • **Geben** Sie einen Rundweg **an**, bei dem alle Orte genau einmal angefahren werden (d. h. der gewählte Startpunkt am Ende der Reise).

Hinweis: Sie brauchen dabei nicht zu berücksichtigen, ob es die von Ihnen gewählten direkten Wege zwischen zwei Orten tatsächlich gibt, und Sie müssen auch nicht den kürzesten Rundweg angeben.

- **Beschreiben** Sie einen einfachen Algorithmus, mit dem unter allen möglichen Rundwegen der kürzeste gefunden werden kann.
- **Erläutern** Sie, welche Probleme bei der Anwendung dieses Algorithmus auftreten können.
- **Untersuchen** Sie, ob diese Probleme bei den gegebenen Orten zu erwarten sind.

(16 BE)

Ein Lieferservice (beispielsweise ein Pizzaservice) möchte bei einer Auslieferung zu mehreren Kunden nacheinander und dann wieder zurück zum Ausgangspunkt möglichst den kürzesten Weg zurücklegen. Bei der Auslieferung kann es vorkommen, dass einige Kunden im selben Straßenabschnitt, vielleicht sogar im selben Haus wohnen.

III.f **Untersuchen** Sie, ob es möglich ist, dass der Pizzaservice den Algorithmus von Dijkstra einsetzen kann, um den kürzesten Weg zu finden.

(8 BE)

Operatoren	AB	Definitionen
analysieren, untersuchen	II – III	unter gezielten Fragestellungen Elemente und Strukturmerkmale herausarbeiten und als Ergebnis darstellen
angeben, nennen	I	Elemente, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne nähere Erläuterungen wiedergeben oder aufzählen
anwenden, übertragen	II	einen bekannten Sachverhalt, eine bekannte Methode auf eine neue Problemstellung beziehen
auswerten	II	Daten oder Einzelergebnisse zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen
begründen	II – III	einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen
berechnen	I – II	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen
beschreiben	I – II	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge unter Verwendung der Fachsprache in eigenen Worten veranschaulichen
bestimmen	II	einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren
beurteilen	III	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
bewerten	III	eine eigene Position nach ausgewiesenen Normen oder Werten vertreten
darstellen	I – II	Zusammenhänge, Sachverhalte oder Verfahren strukturiert und fachsprachlich einwandfrei wiedergeben oder erörtern
einordnen, zuordnen	I – II	mit erläuternden Hinweisen in einen Zusammenhang einfügen
entwerfen	II – III	ein Konzept in seinen wesentlichen Zügen prospektiv / planend erstellen
entwickeln	II – III	eine Skizze, ein Szenario oder ein Modell erstellen, ein Verfahren erfinden und darstellen, eine Hypothese oder eine Theorie aufstellen
erklären	II – III	Rückführung eines Phänomens oder Sachverhalts auf Gesetzmäßigkeiten
erläutern	II	Ergebnisse, Sachverhalte oder Modelle nachvollziehbar und verständlich veranschaulichen
erörtern	III	ein Beurteilungs- oder Bewertungsproblem erkennen und darstellen, unterschiedliche Positionen und Pro- und Kontra-Argumente abwägen und mit einem eigenen Urteil als Ergebnis abschließen
herausarbeiten	II – III	die wesentlichen Merkmale darstellen und auf den Punkt bringen
implementieren	II – III	das Umsetzen eines Algorithmus oder Software-Designs in einer Programmiersprache
skizzieren	I – II	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse kurz und übersichtlich darstellen mithilfe von z. B. Übersichten, Schemata, Diagrammen, Abbildungen, Tabellen
vergleichen, gegenüberstellen	II – III	nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen
zeichnen	I – II	eine hinreichend exakte grafische Darstellung anfertigen
zeigen	II – III	Aussage, Ergebnis oder Sachverhalt nach gültigen Regeln durch logische Überlegungen und / oder Berechnungen bestätigen