3.1 Problem und Probleminstanz: Aufgaben genau beschreiben

Leitidee

Eine Paketbotin startet morgens im Depot, fährt zu mehreren Adressen und kehrt am Ende zurück. Welche Reihenfolge ist die kürzeste? Morgen hat sie andere Adressen – die Frage bleibt aber dieselbe. In der Informatik unterscheidet man deshalb genau zwischen der **allgemeinen Fragestellung** und dem **konkreten Fall** mit festen Zahlen. Außerdem lässt man alles weg, was für die Lösung keine Rolle spielt, und stellt den Fall übersichtlich dar: als Tabelle, als Graph oder als Liste. In diesem Abschnitt lernst du diese Werkzeuge kennen. Damit untersuchst du ein berühmtes Problem der Informatik: das Problem des Handlungsreisenden.

Lernziele

Nach diesem Abschnitt kannst du

- zwischen einem Problem und einer Probleminstanz unterscheiden und deine Entscheidung begründen,
- eine Probleminstanz als Tabelle, als Graph oder als Liste darstellen,
- die Begriffe Knoten, Kante und Kantengewicht verwenden,
- alle Rundreisen einer kleinen Probleminstanz systematisch auflisten,
- an einer Entfernungstabelle eine Symmetrie erkennen und erklären, was sie für die Anzahl der Rundreisen bedeutet.

3.1.1 Allgemeine Aufgabe oder konkreter Fall?

Aus dem Matheunterricht kennst du Aufgaben wie „Löse eine quadratische Gleichung“. Das ist eine allgemeine Aufgabe. Welche Gleichung gemeint ist, steht noch nicht fest. Erst bei „Löse $x^2 - 5x + 6 = 0$“ sind alle Zahlen bekannt, und du kannst loslegen.

Genauso ist es in der Informatik. Eine allgemeine Aufgabe hat noch **Leerstellen** – wie ein Formular, in dem die Felder noch leer sind. Man nennt sie ein **Problem**. Füllt man alle Leerstellen mit festen Werten aus, entsteht eine **Probleminstanz**. Zu einem Problem gibt es also sehr viele Probleminstanzen.

Definition: Problem

Ein **Problem** ist eine allgemeine Fragestellung mit Leerstellen. Es beschreibt, *was* gegeben ist und *was* gesucht wird, aber noch nicht mit festen Werten.

Definition: Probleminstanz

Eine **Probleminstanz** (kurz: Instanz) ist ein konkreter Fall eines Problems. Alle Leerstellen sind mit festen Werten gefüllt.

Ein Beispiel: „Finde die kürzeste Route zwischen beliebigen Städten“ ist ein Problem. Welche Städte gemeint sind und wie weit sie voneinander entfernt sind, bleibt offen. „Finde die kürzeste Route zwischen genau diesen fünf Städten mit diesen Entfernungen“ ist eine Probleminstanz.

Merke

- Ein **Problem** ist eine allgemeine Fragestellung mit Leerstellen (z. B. „Finde die kürzeste Route zwischen beliebigen Städten“).
- Eine **Probleminstanz** ist eine konkrete Ausprägung dieses Problems mit festen Werten (z. B. „Finde die kürzeste Route zwischen genau diesen 5 Städten mit diesen Entfernungen“).

So erkennst du den Unterschied: Frage dich, ob du **sofort anfangen könntest zu rechnen**. Fehlen noch Angaben („beliebige Städte“, „eine begrenzte Tragkraft“), ist es ein Problem. Stehen alle Werte fest („diese fünf Gegenstände“, „höchstens 10 kg“), ist es eine Probleminstanz.

Das Problem des Handlungsreisenden

Durch das ganze Kapitel begleitet dich ein berühmtes Problem. Ein Handlungsreisender (ein Vertreter, der Kunden besucht) will mehrere Städte besuchen und am Ende wieder zu Hause ankommen. Er möchte dabei möglichst wenig fahren. Heute stehen Paketdienste, Pflegedienste oder Müllabfuhr vor derselben Frage. Auf Englisch heißt es *Traveling Salesman Problem*, kurz **TSP**.

Beispiel: Problem des Handlungsreisenden

Problem: Finde für eine beliebige Menge von Städten mit gegebenen paarweisen Entfernungen die kürzeste **Rundreise**. Eine Rundreise besucht jede Stadt genau einmal und kehrt zum Ausgangspunkt zurück.

Probleminstanz: Vier Städte A, B, C und D mit diesen Entfernungen (in km):

	A	B	C	D
A	–	10	15	20
B	10	–	35	25
C	15	35	–	30
D	20	25	30	–

Die Tabelle liest du so: Suche die Zeile des einen Ortes und die Spalte des anderen. Wo sich Zeile und Spalte kreuzen, steht die Entfernung. In der Zeile **B** und der Spalte **D** steht zum Beispiel 25: Von B nach D sind es 25 km. Auf der Diagonale stehen Striche, denn von A nach A muss man nicht fahren.

Diese Probleminstanz wird dir in den nächsten Abschnitten immer wieder begegnen. Merke sie dir gut – oder markiere dir die Seite.

Arbeitsauftrag 1: Problem oder Probleminstanz?

Entscheide für jede Aussage, ob es sich um ein **Problem** (allgemein) oder um eine **Probleminstanz** (konkret) handelt. Begründe jeweils kurz.

1. „Packe möglichst wertvolle Gegenstände in einen Rucksack mit maximal 10 kg Tragkraft, wobei diese fünf Gegenstände zur Verfügung stehen: …“
2. „Packe möglichst wertvolle Gegenstände in einen Rucksack mit begrenzter Tragkraft.“
3. „Finde den kürzesten Weg von Saarbrücken nach Trier im gegebenen Straßennetz.“
4. „Finde in einem beliebigen Graphen den kürzesten Weg zwischen zwei beliebigen Knoten.“

Deine Antworten mit Begründung:

So kannst du es sagen

So begründest du deine Entscheidung – vom einfachen zum fachsprachlichen Satz:

- *„Da stehen Zahlen drin."* → *„Es handelt sich um eine Probleminstanz, weil alle Werte (Tragkraft und Gegenstände) festgelegt sind."*
- *„Das ist allgemein."* → *„Es handelt sich um ein Problem, weil die Tragkraft und die Gegenstände nicht festgelegt sind."*
- *„Aufgabe 3 gehört zu Aufgabe 4."* → *„Aussage 3 ist eine Instanz des Problems aus Aussage 4."*

3.1.2 Abstrahierte Darstellung: nur das Wichtige behalten

Denk an einen Netzplan von Bussen oder U-Bahnen. Dort fehlen Häuser, Parks und Straßennamen. Die Linien sind gerade gezeichnet, obwohl die echten Strecken Kurven haben. Trotzdem – oder gerade deshalb – findest du darauf schnell heraus, wo du umsteigen musst. Der Plan lässt alles weg, was für diese Frage unwichtig ist.

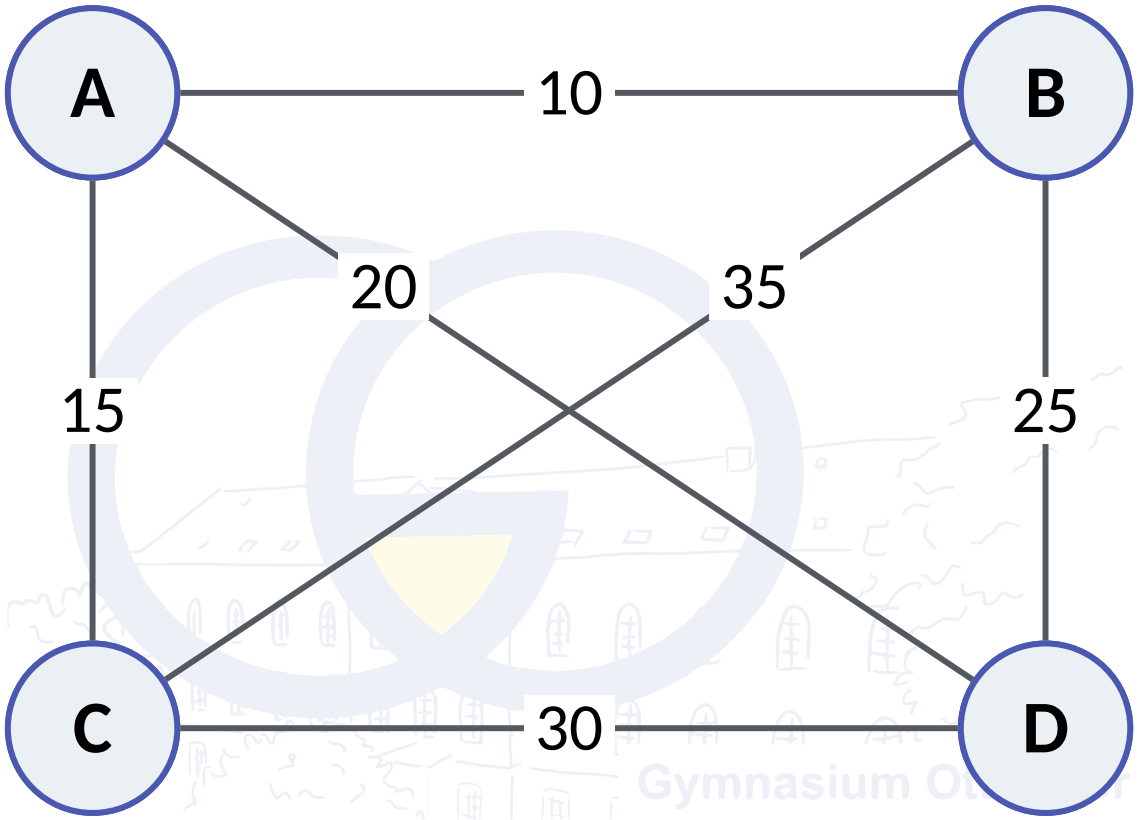
Dieses Weglassen nennt man **Abstrahieren**. Für das Problem des Handlungsreisenden sind nur die Orte und ihre Entfernungen wichtig. Straßennamen, Ampeln oder die Farbe der Häuser spielen keine Rolle. Die Entfernungstabelle oben ist deshalb eine **abstrahierte Darstellung** der Probleminstanz.

Definition: Abstrahierte Darstellung

Eine **abstrahierte Darstellung** enthält nur die Informationen, die für das Problem wichtig sind. Alles andere wird weggelassen. Häufige Formen sind Tabellen, Graphen und Listen.

Darstellung als Graph

Dieselbe Probleminstanz kannst du auch zeichnen. Jeder Ort wird ein Kreis, und zwischen zwei Orten zieht man eine Linie. An die Linie schreibt man die Entfernung. Eine solche Zeichnung heißt in der Informatik **Graph** (nicht zu verwechseln mit dem Funktionsgraphen aus Mathe).



Die Probleminstanz mit vier Orten als Graph. Die Zahlen an den Kanten sind die Entfernungen in km (Kantengewichte)

Definition: Graph

Ein **Graph** besteht aus **Knoten** (den Objekten, hier den Orten) und **Kanten** (den Verbindungen zwischen zwei Knoten). Steht an jeder Kante eine Zahl, zum Beispiel eine Entfernung, nennt man diese Zahl **Kantengewicht** und den Graphen **gewichtet**.

Im Graphen oben gibt es 4 Knoten und 6 Kanten, denn jeder Ort ist mit jedem anderen direkt verbunden. Die Kante zwischen A und D hat das Gewicht 20, die Kante zwischen B und C das Gewicht 35. Diese beiden Kanten kreuzen sich in der Mitte. Das ist nur eine Folge der Zeichnung: Es gibt dort keinen Knoten, man kann also an der Kreuzung nicht „abbiegen“.

Stolperstein

In einem Graphen zählen **nur die Zahlen an den Kanten**, nicht die gezeichnete Länge. Im Bild oben ist die Kante A–B (10 km) länger gezeichnet als die Kante A–C (15 km). Das ist kein Fehler. Wo die Knoten auf dem Papier liegen, darfst du frei wählen – Hauptsache, sie sind übersichtlich angeordnet.

Darstellung als Liste

Nicht jedes Problem hat mit Orten zu tun. Beim Packen eines Rucksacks sind die Gegenstände wichtig, und von jedem Gegenstand nur sein Gewicht und sein Wert. Farbe, Marke oder Form lässt man weg. Eine Probleminstanz kann man dann als **Liste** aufschreiben, zum Beispiel so:

Gegenstand	Gewicht (kg)	Wert (€)
Zelt	5	60
Schlafsack	4	40
Kocher	2	30

Diese Art von Problem lernst du im Abschnitt über das Rucksackproblem genauer kennen.

Merke

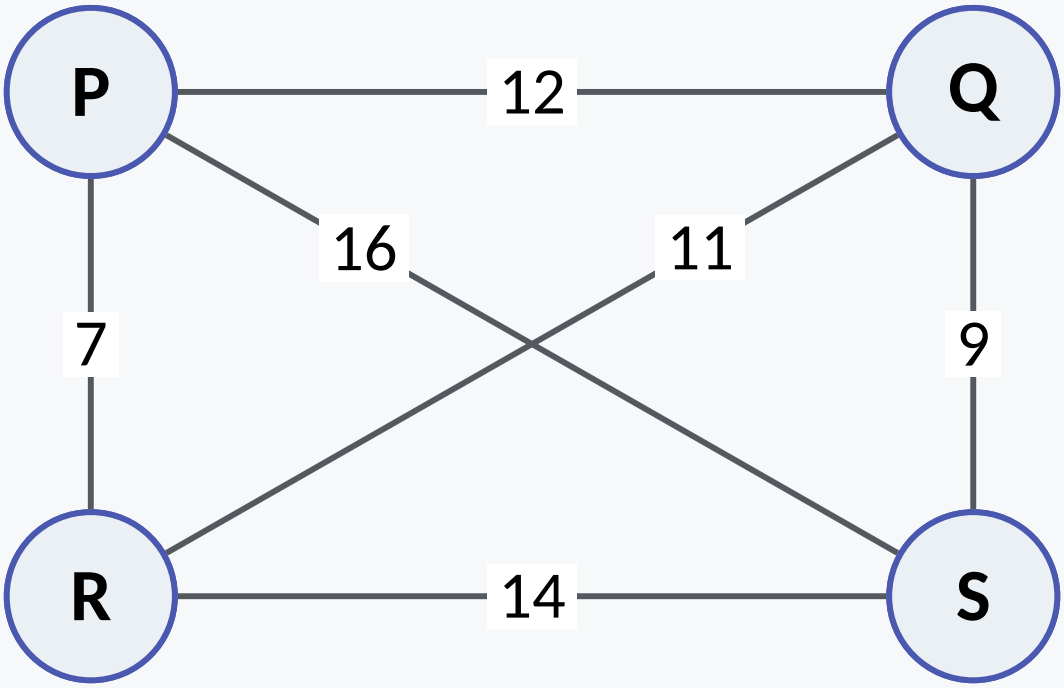
Probleminstanzen werden häufig **abstrahiert dargestellt**, um sie handhabbar zu machen, z. B. als

- **Tabelle** (z. B. Entfernungstabelle zwischen Orten),
- **Graph** (Knoten = Objekte, Kanten = Beziehungen oder Entfernungen),
- **Liste** (z. B. Liste von Gegenständen mit Gewicht und Wert).

Arbeitsauftrag 2: Vom Graphen zur Tabelle

Ein Sportverein plant eine Fahrt zu vier Turnierorten P, Q, R und S. Der Graph zeigt die Entfernungen in km.

Gymnasium Ottweiler



Vier Turnierorte mit Entfernungen in km

1. Übertrage die Entfernungen in die Tabelle.
2. Nenne die Anzahl der Knoten und der Kanten.

	P	Q	R	S
P	–			
Q		–		
R			–	
S				–

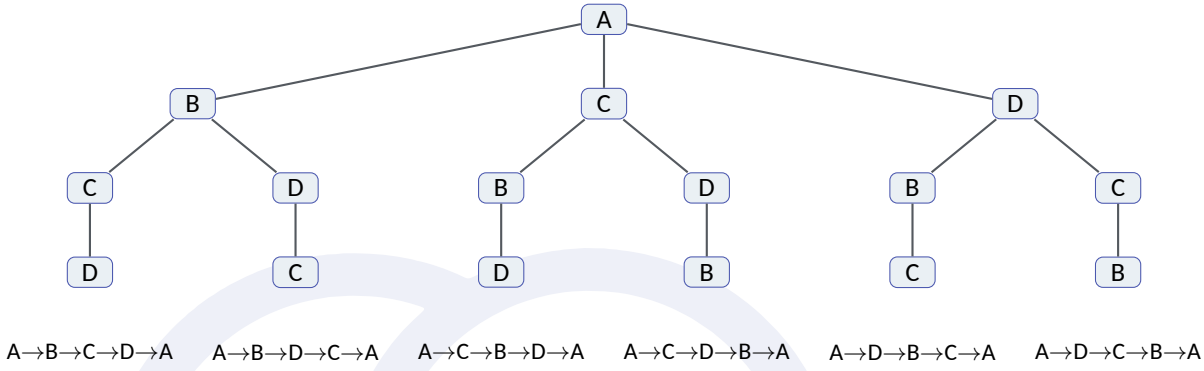
Anzahl der Knoten und Kanten:

3.1.3 Rundreisen systematisch auflisten

Bevor man die kürzeste Rundreise suchen kann, muss man wissen, welche Rundreisen es überhaupt gibt. Wir bleiben bei den vier Orten A, B, C und D und legen fest: Die Reise beginnt und endet in A. Eine Rundreise schreiben wir mit Pfeilen auf, zum Beispiel A → B → C → D → A.

Damit du keine Rundreise vergisst und keine doppelt zählst, gehst du **systematisch** vor. Das gelingt mit einem Baum, wie in der Abbildung unten:

- Von A aus gibt es **3** Möglichkeiten für den zweiten Ort: B, C oder D.
- Danach sind noch **2** Orte übrig. Für den dritten Ort gibt es also 2 Möglichkeiten.
- Für den vierten Ort bleibt nur noch **1** Möglichkeit. Danach geht es zurück nach A.



Alle Rundreisen mit Start in A. Jeder Weg von oben nach unten ist eine Rundreise. Es gibt $3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$ Stück

Mit Start in A gibt es also $3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$ Rundreisen. Die Schreibweise $3 \cdot 2 \cdot 1$ kürzt man in Mathe mit $3!$ ab (gelesen: „drei Fakultät“). Mehr dazu im nächsten Abschnitt.

Versuch: Andere Reihenfolge im Baum

Zeichne den Baum noch einmal, aber beginne in Ort B. Welche Rundreisen erhältst du? Vergleiche sie mit den sechs Rundreisen oben.

3.1.4 Symmetrien erkennen

Wer eine Probleminstanz genau anschaut und dabei auch kleine **Varianten** ausprobiert (anderer Startort, andere Zahlen), entdeckt oft Regelmäßigkeiten. Solche Regelmäßigkeiten heißen **strukturelle Eigenschaften** eines Problems. Sie helfen später, Arbeit zu sparen.

Eine wichtige strukturelle Eigenschaft ist die **Symmetrie**. Im Alltag kennst du Symmetrie von Figuren: Eine symmetrische Figur sieht gespiegelt genauso aus. Bei Tabellen ist es ähnlich. Bei einer symmetrischen Tabelle kannst du an der Diagonale (den Strichen) spiegeln – es kommen dieselben Zahlen heraus.

Merke

Das Untersuchen mehrerer **Varianten** einer Probleminstanz hilft, **Symmetrien** und Muster zu erkennen, die spätere Lösungsstrategien vereinfachen können.

Arbeitsauftrag 3: Symmetrien erkennen

Betrachte die Entfernungstabelle der vier Orte A, B, C und D (im Beispiel *Problem des Handlungsreisenden*).

1. Welche strukturelle Eigenschaft erkennst du an der Tabelle, wenn du die Entfernung von A nach B mit der Entfernung von B nach A vergleichst? Prüfe auch die anderen Paare. Was bedeutet diese Eigenschaft für die Anzahl der Rundreisen, die du tatsächlich unterscheiden musst?
2. Wie viele **verschiedene** Rundreisen gibt es bei vier Orten, wenn du diese Eigenschaft berücksichtigst? Zähle systematisch. Tipp: Suche in der Liste der sechs Rundreisen nach Paaren.

Deine Antworten:

Die Symmetrie spart also die Hälfte der Arbeit. Bei vier Orten musst du statt 6 nur 3 Rundreisen untersuchen.

Stolperstein

Die Symmetrie gilt nur, wenn Hin- und Rückweg wirklich gleich lang sind. Das ist nicht immer so. Gibt es **Einbahnstraßen**, kann der Weg von A nach B kürzer sein als der Weg von B nach A. Misst man statt der Entfernung die **Fahrzeit**, kann ein Weg bergab schneller sein als bergauf. Dann ist die Tabelle nicht symmetrisch, und du musst alle 6 Rundreisen einzeln untersuchen.

Eine zweite Symmetrie steckt im **Startort**. Die Rundreise B → D → C → A → B besucht die Orte in derselben Reihenfolge wie A → B → D → C → A. Sie beginnt nur an einer anderen Stelle des Kreises. Beide benutzen dieselben vier Kanten und sind gleich lang. Deshalb darf man den Startort einfach festlegen – wir nehmen immer A.

Arbeitsauftrag 4: Gleiche Rundreise?

Gib bei jedem Paar an, ob es sich um dieselbe Rundreise handelt (also dieselben Kanten benutzt werden). Begründe kurz.

1. A → C → D → B → A und C → D → B → A → C
2. A → B → C → D → A und B → A → D → C → B
3. A → B → C → D → A und A → C → B → D → A

Gymnasium Ottweiler

Deine Antworten:

3.1.5 Für Interessierte: Rundreisen mit Python auflisten

Dieser Unterabschnitt ist freiwillig. Für das Kapitel musst du nicht programmieren. Wenn du Lust hast, kannst du mit Python überprüfen, ob du alle Rundreisen gefunden hast.

Die Idee: Für den zweiten, dritten und vierten Ort probiert das Programm jeweils alle drei Orte B, C und D aus. Dafür braucht es drei ineinander geschachtelte `for`-Schleifen. Eine Reihenfolge ist aber nur dann eine Rundreise, wenn kein Ort doppelt vorkommt. Das prüft eine Bedingung.

```
1 orte = ["B", "C", "D"]
2 anzahl = 0
3 for ort2 in orte:
4     for ort3 in orte:
5         for ort4 in orte:
6             if ort2 != ort3 and ort2 != ort4 and ort3 != ort4:
7                 anzahl += 1
8                 print("A ->", ort2, "->", ort3, "->", ort4, "-> A")
9 print("Anzahl der Rundreisen:", anzahl)
```

AUSGABE

```
A -> B -> C -> D -> A
A -> B -> D -> C -> A
A -> C -> B -> D -> A
A -> C -> D -> B -> A
A -> D -> B -> C -> A
A -> D -> C -> B -> A
Anzahl der Rundreisen: 6
```

- **Zeile 1:** Die Liste enthält die Orte, die nach dem Start in A besucht werden müssen.
- **Zeile 2:** Ein Zähler für die gefundenen Rundreisen beginnt bei 0.
- **Zeilen 3–5:** Drei Schleifen ineinander. Die äußere wählt den zweiten Ort (`ort2`), die mittlere den dritten (`ort3`), die innere den vierten (`ort4`). Insgesamt werden $3 \cdot 3 \cdot 3 = 27$ Reihenfolgen erzeugt – auch unsinnige wie A → B → B → B → A.
- **Zeile 6:** Nur wenn alle drei Orte verschieden sind, ist es eine Rundreise. Von den 27 Reihenfolgen bleiben 6 übrig.
- **Zeilen 7–8:** Der Zähler wird erhöht, und die Rundreise wird ausgegeben.
- **Zeile 9:** Nach allen Schleifen wird die Anzahl ausgegeben.

Die Ausgabe zeigt dieselben sechs Rundreisen wie der Baum – sogar in derselben Reihenfolge.

3.1.6 Übungen

Arbeitsauftrag 5: Probleminstanz als Liste

Eine Lehrerin will 6 Schülerinnen und Schüler so auf zwei Teams aufteilen, dass beide Teams möglichst gleich stark sind. Jede Person hat eine Spielstärke von 1 bis 10: Ali 7, Ben 4, Cem 9, Dana 6, Ela 5, Finn 3.

1. Formuliere das allgemeine **Problem**, zu dem diese Situation gehört.
2. Stelle die **Probleminstanz** abstrahiert als Liste dar. Welche Angaben lässt du weg?

Deine Antworten:

Gymnasium Ottweiler

Arbeitsauftrag 6 (Zusatz): Eigenes Problem

Formuliere selbst ein **Problem** und eine dazu passende **Probleminstanz** aus einem Bereich deiner Wahl, zum Beispiel Stundenplanung, Einkaufstour oder Gruppeneinteilung. Gib an, wie man die Probleminstanz abstrahiert darstellen kann (Tabelle, Graph oder Liste).

Dein Problem und deine Probleminstanz:

3.1.7 Weitere Übungen

Hier kannst du das Gelernte weiter üben. Die Punkte im Titel zeigen, wie schwer eine Aufgabe ist: ●○○ leicht, ●●○ mittel, ●●● knifflig. Fang mit den leichten an.

Arbeitsauftrag 7: Problem oder Probleminstanz? Noch einmal ●○○

Entscheide bei jeder Aussage, ob es sich um ein **Problem** oder um eine **Probleminstanz** handelt. Notiere in der Tabelle auch das Wort oder die Angabe, an der du es erkennst.

1. „Plane für beliebig viele Freundinnen und Freunde eine Abholreihenfolge, sodass die Fahrt möglichst kurz ist."
2. „Mia startet zu Hause und will zur Bäckerei, zum Getränkemarkt und zum Supermarkt. Die Entfernungen stehen in dieser Tabelle: …"
3. „Teile eine Klasse so in zwei Gruppen auf, dass beide Gruppen gleich groß sind."
4. „Packe in einen Koffer mit höchstens 20 kg möglichst nützliche Dinge aus dieser Liste: Jacke 2 kg, Schuhe 1 kg, …"
5. „Finde die kürzeste Rundreise durch die Landeshauptstädte Saarbrücken, Mainz, Wiesbaden und Stuttgart."
6. „Finde in einem Straßennetz den kürzesten Weg zwischen zwei Orten."

Nr.	Problem oder Probleminstanz?	daran erkenne ich es
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Arbeitsauftrag 8: Die Entfernungstabelle lesen ●○○

Mia kauft für eine Klassenparty ein. Sie startet zu Hause (Z) und fährt mit dem Fahrrad zur Bäckerei (B), zum Getränkemarkt (G) und zum Supermarkt (S). Die Tabelle zeigt die Entfernungen in km.

	Z	B	G	S
Z	–	3	7	6
B	3	–	9	5
G	7	9	–	4
S	6	5	4	–

1. Wie weit ist es von der Bäckerei zum Supermarkt?
2. Welches Geschäft liegt am nächsten an Mias Zuhause?
3. Welche zwei Orte liegen am weitesten auseinander?
4. Die Tabelle hat 12 Zahlen. Wie viele **verschiedene** Strecken musste man trotzdem nur messen? Begründe.

Deine Antworten:

Gymnasium Ottweiler

Arbeitsauftrag 9: Von der Tabelle zum Graphen ●○○

Skizziere die Probleminstanz aus dem Auftrag *Die Entfernungstabelle lesen* als Graph. Zeichne für jeden Ort einen Knoten und für jedes Paar von Orten eine Kante. Schreibe die Entfernungen als Kantengewichte an die Kanten. Gib an, wie viele Knoten und Kanten dein Graph hat.

Dein Graph:

Anzahl der Knoten und Kanten:

Arbeitsauftrag 10: Nur das Wichtige behalten ●●○

Lies den Text.

Jonas trägt jeden Samstag Prospekte aus. Er startet mit seinem roten Fahrrad am Kiosk (K) und muss in drei Straßen: Ahornweg (A), Birkenstraße (B) und Lindenplatz (L). Im Ahornweg stehen 12 Häuser, in der Birkenstraße wohnt ein Hund, der immer bellt. Vom Kiosk sind es 400 m zum Ahornweg, 700 m zur Birkenstraße und 500 m zum Lindenplatz. Vom Ahornweg zur Birkenstraße sind es 300 m, vom Ahornweg zum Lindenplatz 600 m und von der Birkenstraße zum Lindenplatz 400 m. Die Prospekte wiegen zusammen 6 kg. Am Ende bringt Jonas die leere Tasche zum Kiosk zurück. Er möchte möglichst wenig fahren.

1. Nenne die Angaben, die für Jonas' Frage wichtig sind, und mindestens drei Angaben, die du weglassen kannst.
2. Stelle die Probleminstanz abstrahiert als Entfernungstabelle (in m) dar.

	K	A	B	L
K	–			
A		–		
B			–	
L				–

Wichtige und unwichtige Angaben:

Arbeitsauftrag 11: Rundreisen beim Partyeinkauf ●●○

Mia aus dem Auftrag *Die Entfernungstabelle lesen* startet und endet zu Hause (Z) und besucht B, G und S in irgendeiner Reihenfolge.

1. Liste alle Rundreisen systematisch auf. Tipp: Zeichne dir zuerst einen Baum wie im Abschnitt *Rundreisen systematisch auflisten*.
2. Schreibe zu jeder Rundreise die Nummer ihrer Rückwärts-Partnerin.
3. Wie viele **verschiedene** Rundreisen muss Mia wirklich vergleichen? Begründe mit der Symmetrie der Tabelle.

Nr.	Rundreise	rückwärts gefahren ist das Nr.
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Anzahl der verschiedenen Rundreisen und Begründung:

Arbeitsauftrag 12: Bergauf und bergab ●●●

Noah wohnt unten im Tal (H). Die Schule (S) und die Musikschule (M) liegen weiter oben am Hang, das Freibad (F) ganz oben. Die Tabelle zeigt, wie viele Minuten Noah mit dem Fahrrad braucht. Lies sie so: **Zeile = von, Spalte = nach**. Von H nach S braucht er also 8 Minuten.

von \ nach	H	S	M	F
H	–	8	10	15
S	6	–	7	9
M	8	7	–	8
F	9	6	5	–

1. Prüfe, ob die Tabelle symmetrisch ist. Nenne alle Paare von Orten, bei denen Hin- und Rückweg gleich lange dauern.
2. Erkläre, warum die Tabelle hier nicht symmetrisch ist.
3. Noah plant eine Rundreise mit Start und Ende bei H durch S, M und F. Wie viele Rundreisen muss er vergleichen, wenn er die Fahrzeit möglichst klein halten will? Begründe, warum es nicht wie beim Partyeinkauf weniger sind.

Deine Antworten:

Gymnasium Ottweiler

3.1.8 Das Wichtigste in Kürze

- Ein **Problem** ist eine allgemeine Fragestellung mit Leerstellen. Eine **Probleminstanz** ist ein konkreter Fall mit festen Werten.
- Beim **Problem des Handlungsreisenden** (TSP) sucht man die kürzeste Rundreise, die jeden Ort genau einmal besucht und zum Start zurückkehrt.
- Eine **abstrahierte Darstellung** enthält nur das Wichtige: als **Tabelle**, als **Graph** oder als **Liste**.
- Ein **Graph** besteht aus **Knoten** und **Kanten**. Die Zahlen an den Kanten heißen **Kantengewichte**. Die gezeichnete Länge einer Kante spielt keine Rolle.
- Bei vier Orten und festem Start gibt es $3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$ Rundreisen. Ein Baum hilft, sie systematisch aufzulisten.
- Ist die Entfernungstabelle **symmetrisch**, sind eine Rundreise und ihre Rückwärts-Rundreise gleich lang. Dann muss man nur die Hälfte untersuchen.

Selbstcheck

- ☐ Ich kann erklären, was ein Problem und was eine Probleminstanz ist, und Beispiele zuordnen.
- ☐ Ich kann eine Entfernungstabelle lesen.
- ☐ Ich kann eine Probleminstanz als Graph zeichnen und umgekehrt aus einem Graphen eine Tabelle erstellen.
- ☐ Ich kenne die Begriffe Knoten, Kante und Kantengewicht.
- ☐ Ich kann alle Rundreisen durch vier Orte mit einem Baum auflisten.
- ☐ Ich kann erklären, warum es bei einer symmetrischen Tabelle nur 3 verschiedene Rundreisen durch vier Orte gibt.

Gymnasium Ottweiler