Aufgabe 1

Notiere alle Permutationen der Elemente der Liste `[P, Q, R, S]`.

Aufgabe 2

Wie viele Permutationen gibt es für eine Liste mit 6 verschiedenen Elementen?

Aufgabe 3

Nenne zwei verschiedene Anwendungen des TSP.

Aufgabe 4

Wie viele Kanten hat ein vollständiger (einfacher) Graph mit $n = 201$ Knoten?

Aufgabe 5

Leite her, warum die Laufzeitkomplexität für die Lösung des Travelling Salesman Problems mit dem Brute-Force-Algorithmus $n!$ beträgt

Aufgabe 6

Bestimme die kürzeste Rundreise im Travelling Salesman Problem auf der Grundlage der folgenden Distanztabelle:

	nach A	nach B	nach C	nach D
von A	0	2	5	6
von B	2	0	4	3
von C	5	4	0	1
von D	6	3	1	0

Aufgabe 7

Bestimme die kürzeste Rundreise im Travelling Salesman Problem auf der Grundlage der folgenden unsymmetrischen Distanztabelle:

	nach A	nach B	nach C	nach D
von A	0	11	10	2
von B	1	0	8	3
von C	5	12	0	6
von D	7	4	9	0

Aufgabe 8

Eine Implementation des Brute-Force-Verfahrens für das TSP benötigt auf einem PC 10 Sekunden für 11 Städte. Wie lange wird dasselbe Programm auf dem gleichen PC für 12 Städte benötigen?

Aufgabe 9

Eine Implementierung des Brute Force-Algorithmus zur Lösung eines TSPs benötigt auf einem Computer für 12 Städte etwa 30 Sekunden. Wie lange wird dieselbe Implementierung auf demselben Computer zur Lösung eines TSP mit 14 Städten ungefähr benötigen?

Aufgabe 10

Bestimme die Längen der Rundreisen mit der Nearest-Neighbor-Heuristik für das TSP mit folgender Distanzmatrix

	A	B	C	D	E
A	0	4	9	8	2
B	4	0	6	5	3
C	9	6	0	7	10
D	8	5	7	0	1
E	2	3	10	1	0

und dem Startpunkt

(a) A

(b) D

Aufgabe 11

Gegeben ist ein TSP mit folgender Distanzmatrix

	A	B	C	D
A	0	50	3	4
B	50	0	2	5
C	3	2	0	1
D	4	5	1	0

(a) Bestimme die Länge der Rundreisen mit der Nearest-Neighbor-Heuristik und allen möglichen Startpunkten.

(b) Ist unter den in (a) bestimmten Rundreisen auch die kürzeste? Wenn nicht, gib eine der Rundreisen mit minimaler Länge an.

Aufgabe 12

Gegeben ist ein TSP mit der Distanzmatrix

	A	B	C	D	E
A	0	4	6	5	3
B	4	0	10	8	2
C	6	10	0	7	9
D	5	8	7	0	1
E	3	2	9	1	0

(a) Bestimme die Länge der Rundreise mit der Nearest-Neighbor-Heuristik (NNH) für den Startknoten A.

(b) $DEBACD$ ist eine (von mehreren) kürzesten Rundreisen. Um wie viel Prozent ist die Lösung in (a) länger als diesee optimale Route?

Aufgabe 13

Vergleiche die Vor- und Nachteile der Brute-Force-Methode und der Nearest-Neighbor-Heuristik zur Lösung des TSP.

Aufgabe 14

Ein symmetrisches TSP heisst *metrisch*, wenn für jeweils drei beliebige Städte X, Y, Z der direkte Weg X nach Y nie länger ist, als der von X via Z nach Y. Formal:

$d(X,Y) \leq d(X,Z) + d(Z,Y)$ für alle Städte X, Y, Z

Untersuche, ob die folgende Distanzmatrix zu einem metrischen TSP gehört.

	A	B	C	D
A	0	7	6	2
B	7	0	2	8
C	6	2	0	9
D	2	8	9	0

Aufgabe 15

Ist das TSP mit der folgenden Distanzmatrix metrisch?

	A	B	C	D
A	0	3	6	8
B	3	0	5	5
C	6	5	0	1
D	8	5	1	0

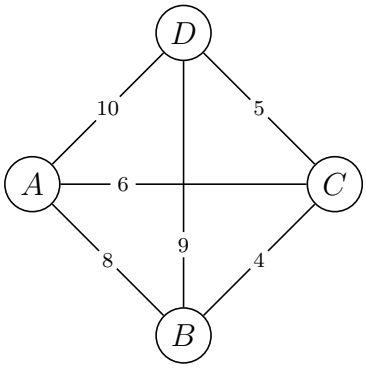
Aufgabe 16

Ist das TSP mit der folgenden Distanzmatrix metrisch?

	A	B	C	D
A	0	6	7	5
B	6	0	6	2
C	7	6	0	8
D	5	2	8	0

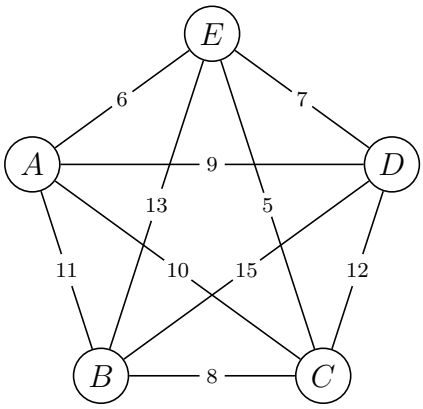
Aufgabe 17

Löse das TSP mit der MST-Heuristik und dem Startknoten A.



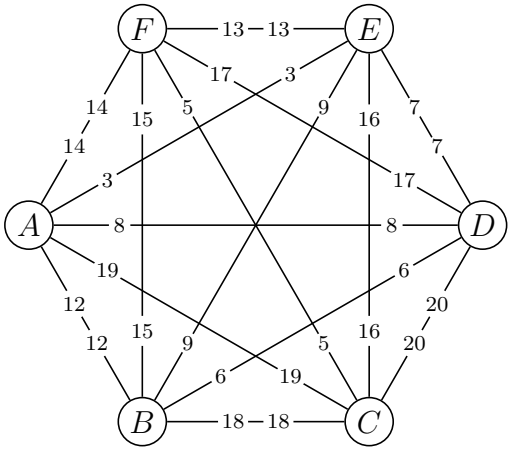
Aufgabe 18

Löse das TSP mit der MST-Heuristik und dem Startknoten A.



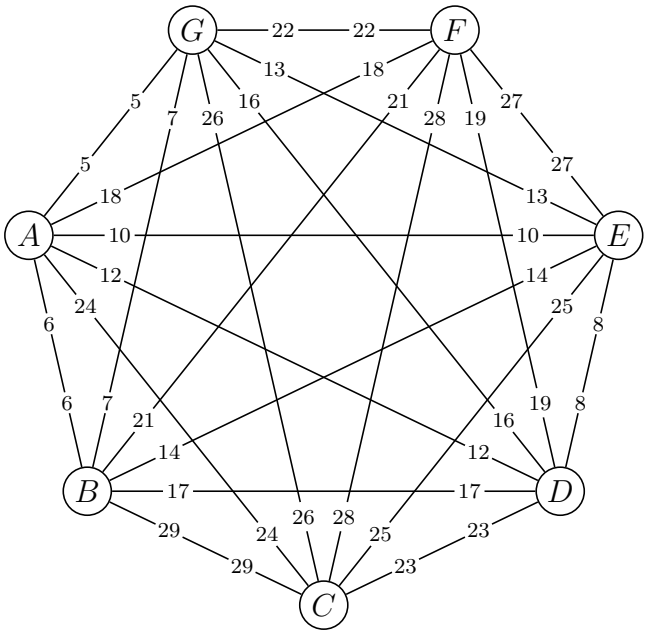
Aufgabe 19

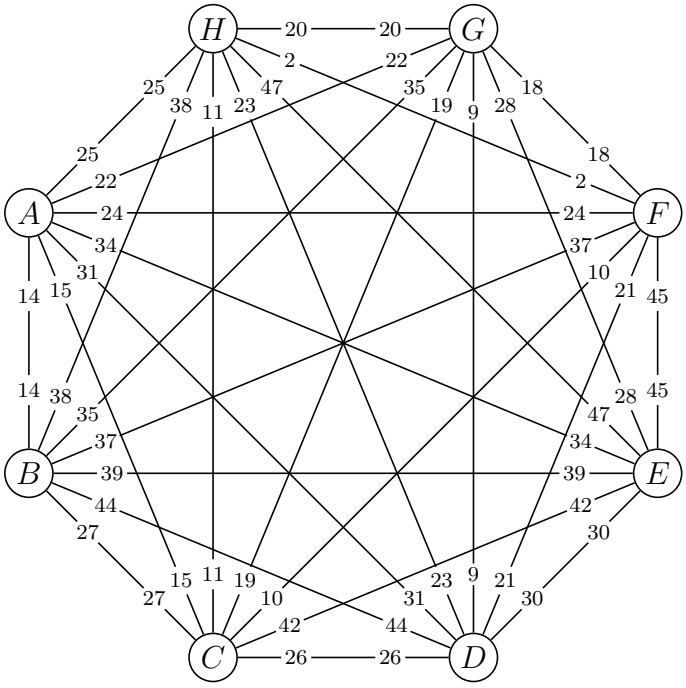
Löse das TSP mit der MST-Heuristik und dem Startknoten A.



Aufgabe 20

Löse das TSP mit der MST-Heuristik und dem Startknoten A.



Aufgabe 21

Löse das TSP mit der MST-Heuristik und dem Startknoten A.