

# Übung 2

Kommunikationssysteme

Lösungshinweise

- 1. Kommunikation
- 2. Schichtenbasierte Kommunikation
- 3. ISO/OSI-Referenzmodell
- 4. Bitübertragungsschicht
- 5. Sicherungsschicht
- 6. Vermittlungsschicht

- a) Wie wird der Begriff „Kommunikation“ in der Wirtschaftsinformatik verstanden?
- b) Wie ist der Begriff „Zeichen“ definiert?
- c) Wie heißt die Lehre der Zeichen und aus welchen drei Bestandteilen besteht diese?
- d) Veranschaulichen Sie die Bestandteile der Lehre von Zeichen an einem selbstgewählten Beispiel mit Bezug zum InstantONS® Dienst.
- e) Nutzen Sie das Face-2-Face Modell zur Veranschaulichung der Kommunikation zwischen Menschen am Beispiel der Kontaktaufnahme zwischen zwei Personen bei der Nutzung des InstantONS® -Dienstes.

- In der Wirtschaftsinformatik wird Kommunikation als der **Austausch von Informationen** definiert bzw. aus nachrichtentechnischer Sicht als der uni- oder bidirektionale **Austausch von Nachrichten**. Unterschieden wird Kommunikation
  - zwischen Menschen,
  - zwischen Menschen und Maschinen sowie
  - zwischen Maschinen.

Quelle: Stahlknecht (1995), Lipinski (1997)

- Was sind Zeichen?
  - Zeichen sind Elemente **zur Darstellung** von Informationen. Die Bedeutung eines Zeichens ergibt sich aufgrund von Festlegungen.

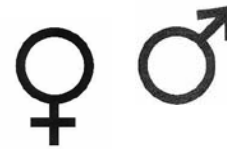
Quelle: Eicker (2006a)

**Semiotik** wird als die Lehre der Zeichen bezeichnet.


- Drei Bestandteile werden unterschieden:
  - **Syntaktik**: Muster und Regeln nachdem Zeichen zusammengestellt werden
  - **Semantik**: Bedeutung und Beziehungen zwischen Zeichen und Bezeichnungen
  - **Pragmatik**: Zweckbezug einer Nachricht, die Beziehungen zwischen Zeichen und Zeichennutzern


- **Syntaktik:**

- o Es existieren nur 2 gültige Zeichen:

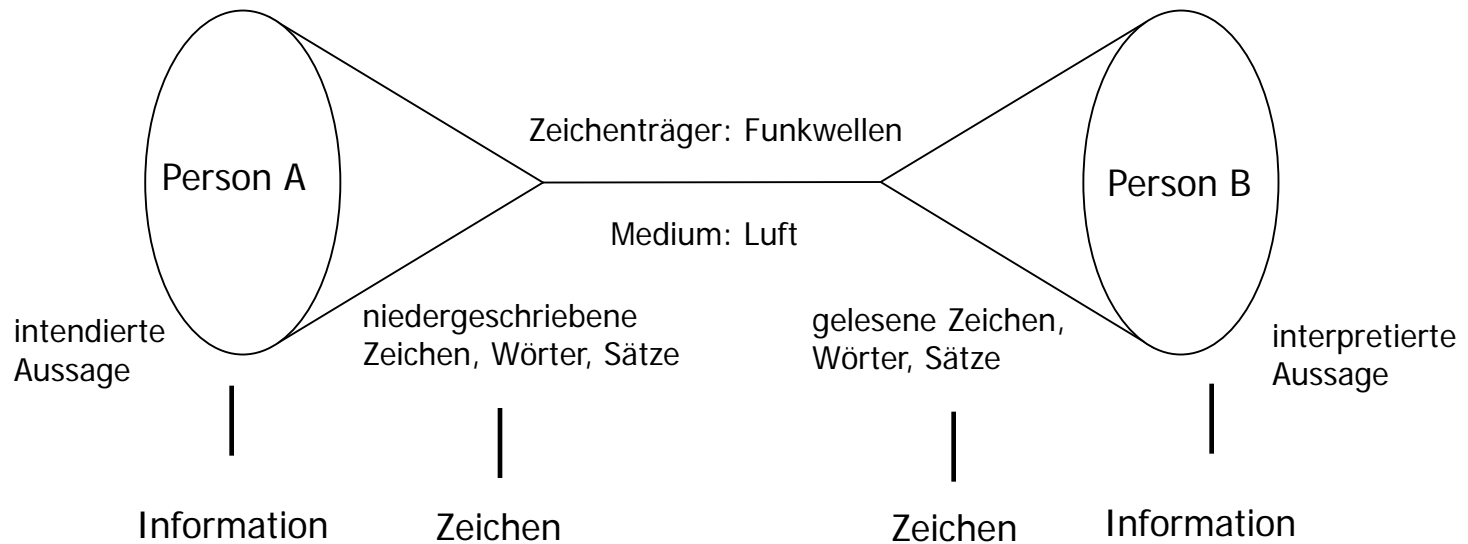


- **Semantik:**

- o Weiblich = 

- o Männlich = 

- **Pragmatik:** Manche Männer geben sich als Frau aus, um besondere Angebote (PREMIUM-Dienste auf Dating-Plattform kostenlos nutzen) verwenden zu können.

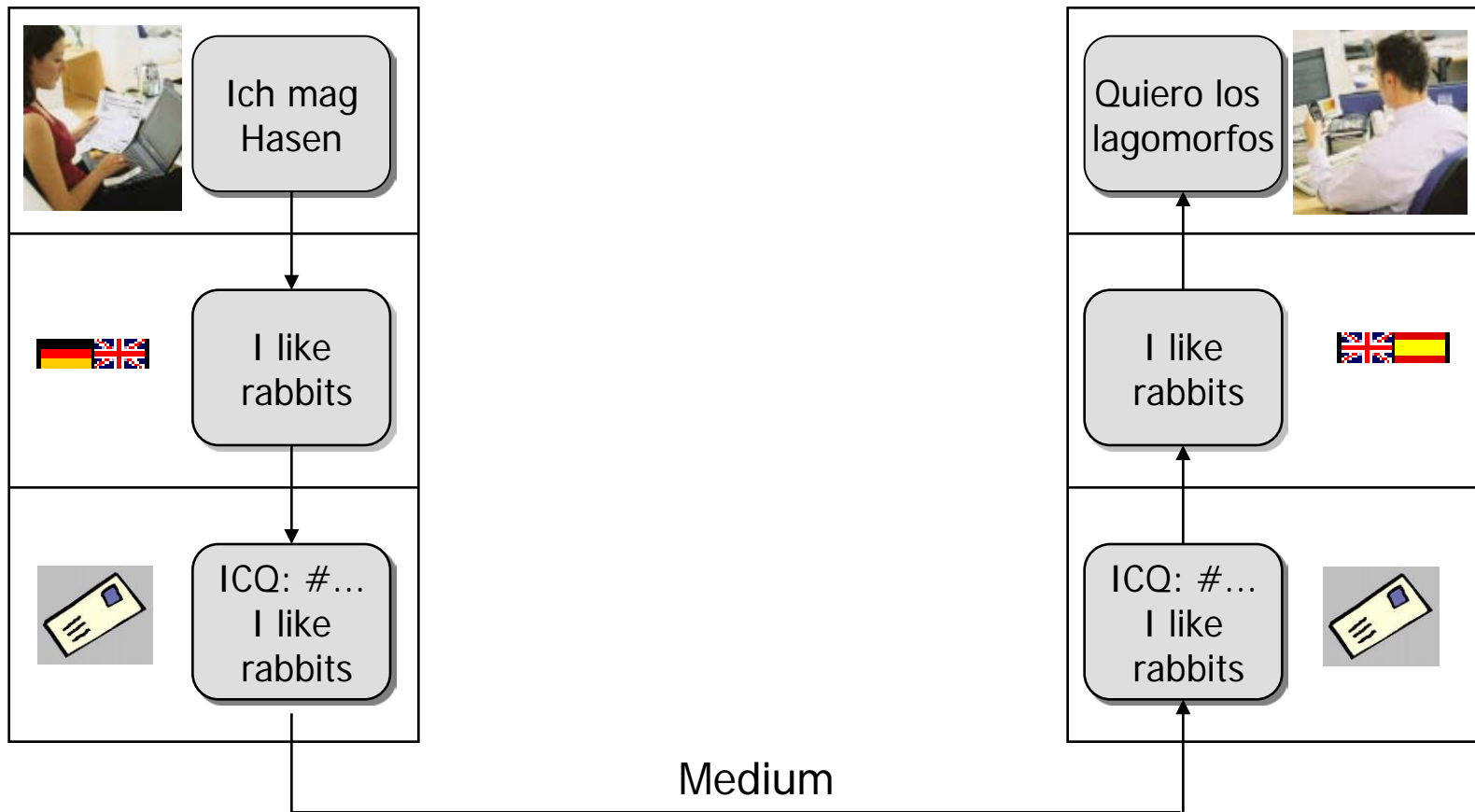


- 1. Kommunikation
- 2. Schichtenbasierte Kommunikation
- 3. ISO/OSI-Referenzmodell
- 4. Bitübertragungsschicht
- 5. Sicherungsschicht
- 6. Vermittlungsschicht

- a) Nennen Sie die Grundidee der schichtenbasierten Kommunikation.
- b) Übertragen Sie das Philosophenproblem auf den InstantONS®-Dienst. Ein Teilnehmer spricht englisch und deutsch, der andere spanisch und russisch.
- c) Nennen Sie ein Modell zur schichtenbasierten Kommunikation und beschreiben Sie die geschichtliche Entwicklung.

- Um die **Komplexität** der Kommunikation zu verringern, sind die meisten Netze als mehrere übereinanderliegende **Schichten** oder Ebenen aufgebaut.
- In allen Netzen haben Schichten den Zweck, den jeweils höheren Schichten bestimmte **Dienste zur Verfügung zu stellen**, diese Schichten aber von Einzelheiten, wie die Dienste angeboten oder implementiert werden, **abzuschirmen**.

- Eine einfache Frage nach Haustieren



Medium

- Ein schichtenbasiertes Kommunikationsmodell ist das OSI-Modell.
  - Das **OSI-Modell** basiert auf einen Vorschlag, der von der **International Standards Organization (ISO)** (1983) entwickelt wurde.
  - Es wurde 1995 (Day und Zimmermann) überarbeitet und trägt seitdem den Namen **ISO/OSI-Referenzmodell**.
  - OSI steht für **Open System Interconnection** und meint damit **offene Systeme** im Sinne von Systemen, die für die Kommunikation mit anderen Systemen offen sind.

- 1. Kommunikation
- 2. Schichtenbasierte Kommunikation
- 3. ISO/OSI-Referenzmodell
- 4. Bitübertragungsschicht
- 5. Sicherungsschicht
- 6. Vermittlungsschicht

- a) Nennen Sie die Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells.
- b) Beschreiben Sie jede Schicht kurz, indem Sie die Definition und die typischen Aufgaben darstellen.
- c) Welche Kritikpunkte bestehen bezüglich des ISO/OSI-Referenzmodells?

- Das OSI-Modell besteht aus sieben Schichten.
  - Die **Schichten 1-4** werden als **transportorientierte** Schichten bezeichnet, da sich diese Schichten hauptsächlich mit dem Transport von Daten beschäftigen.
  - Die **Schichten 5-7** bezeichnet man als **anwendungsorientierte** Schichten, da sie die Nutzung/Anwendung einer Datentransportverbindung unterstützen.
  - Bitübertragungsschicht
  - Sicherungsschicht
  - Vermittlungsschicht
  - Transportschicht
  - Sitzungsschicht
  - Darstellungsschicht
  - Anwendungsschicht

- Bitübertragungsschicht
  - Sie definiert die **mechanischen, elektrischen und zeitbezogenen Schnittstellen** zum Netz und ist für die **Übertragung von Bits** über einen Kommunikationskanal zuständig.
  - Aufgabe:
    - Definition von Stecker, Pins, Ablauf einer Kommunikation, Wahl des Übertragungsmediums, ...
  
- Sicherungsschicht
  - Umfasst **Algorithmen zur Erreichung einer effizienten und zuverlässigen Kommunikation** zwischen zwei benachbarten Knoten.
  - Aufgaben:
    - Fehlerüberwachung, Flusskontrolle, Fehlererkennung und -korrektur

- Vermittlungsschicht

- Hat die Aufgabe, **Pakete von der Quelle zum Ziel zu übertragen**. Dazu kann auch das Durchqueren von Teilstrecken zwischen dem auf dem Weg liegenden Routern gehören.
- Aufgabe:
  - **Routing**

- Transportschicht

- Hat die Aufgabe, den Transport der Daten von der Quelle zum Ziel (**logische Ende-zu-Ende-Verbindung**), unabhängig von den physikalischen Netzen zuverlässig und kosteneffizient zu übernehmen.

## ■ Sitzungsschicht

- Die Sitzungsschicht ermöglicht es Benutzern am verschiedenen Rechnern, Sitzungen untereinander aufzubauen. Der Datenaustausch wird strukturiert.
- Aufgaben:
  - o Dialogsteuerung
  - o Token-Verwaltung
  - o Synchronisation

## ■ Darstellungsschicht

- Beschäftigt sich mit der Syntax und Semantik der übertragenden Informationen.
- Aufgaben:
  - o Darstellungskonvertierung, Komprimierung, Verschlüsselung.

## ■ Anwendungsschicht

- Die Anwendungsschicht bieten unterstützende Protokolle, damit Anwendungen funktionieren können.
- Beispiele für Protokolle:
  - DNS,
  - E-Mail,
  - HTTP,
  - ...

- Einige Probleme verhinderten, dass sich das OSI-Modell als Standardmodell durchsetzte.
- Dennoch finden sich eine Vielzahl von Ideen und Entwicklungen des OSI-Modells im TCP/IP-Modell wieder.
  
- Genannte Probleme waren:
- Schlechtes Timing
  - Schlechte Technologie
  - Schlechte Implementierung
  - Schlechte Politik

- Schlechtes Timing
  - Als die OSI-Protokolle erschienen, waren TCP/IP-Protokolle bereits bei Forschungsinstituten und Universitäten verbreitet.
  - Erste Investitionen in TCP/IP-Protokolle begannen bereits.
  - Ein zweiter Protokollstapel wurde durch die Wirtschaft nicht unterstützt.
  
- Schlechte Technologie
  - Das Modell sowie die Protokolle haben Schwachstellen.
  - Die Wahl von 7 Schichten war mehr politisch als technisch geprägt.
  - Es ist schwer zu implementieren und im Betrieb ineffizient.

- Schlechte Implementierung
  - Auf Grund der Komplexität waren Implementierungen riesig, unhandlich und langsam.
  - OSI wurde mit schlechter Qualität gleich gesetzt.
  - Die erste TCP/IP Implementierung war gut und kostenlos.
  
- Schlechte Politik
  - TCP/IP galt insbesondere als ein Teil von UNIX und wurde in den achtziger Jahren von den Akademikern gepflegt und gehegt.
  - OSI galt als Geschöpf der europäischen Telekommunikationsministerien, der Europäischen Gemeinschaft und später der US-Regierung.

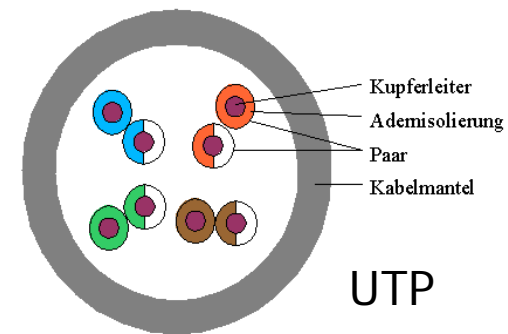
- 1. Kommunikation
- 2. Schichtenbasierte Kommunikation
- 3. ISO/OSI-Referenzmodell
- 4. Bitübertragungsschicht
- 5. Sicherungsschicht
- 6. Vermittlungsschicht

- a) Nennen Sie vier Varianten von Übertragungsmedien und beschreiben Sie ihren Hauptverwendungszweck.
  
- b) Beschreiben Sie zwei Szenarien, wie der InstantONS®-Dienst realisiert werden kann, wenn nicht GSM oder UMTS als Übertragungsmedien verwendet werden. Die Beschreibung soll neben dem reinen Übertragungsweg die Anbindung der unterschiedlichen Parteien darstellen.

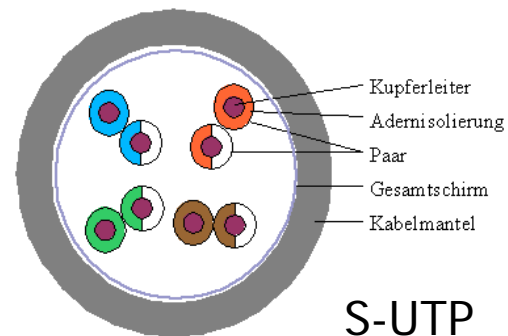
- Twisted Pair (verdrillte Leitungen)
  - ist das bekannteste und am häufigsten eingesetzte Kabel.
  - ein Twisted Pair Kabel besteht aus zwei isolierten Kupferdrähten (1mm dick)
  
  - Haupteinsatzgebiet:
    - o Telefonleitungen (ISDN)
    - o Verkabelung in Hochhäusern
  
  - Es werden vier Varianten unterschieden:
    - o UTP (Unshielded Twisted Pair)
    - o STP (Shielded Twisted Pair)
    - o S/STP (Screened Shielded Twisted Pair)
    - o S/UTP (Screened Unshielded Twisted Pair)

- Unterschiede der Arten von Twisted-Pair-Kabeln:

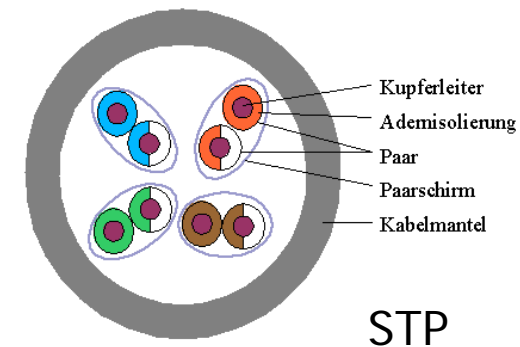
- o Unshielded Twisted Pair (UTP): Kabel, bei dem zwei Adern jeweils miteinander verdrillt sind.



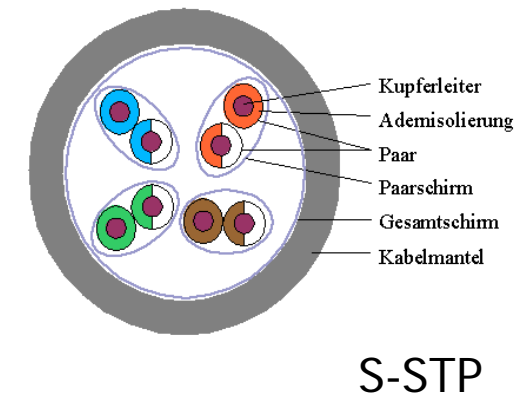
- o Screened UTP (S-UTP): wie UTP, aber es existiert ein Gesamtschirm für das Gesamtkabel.



o Shielded Twisted Pair (STP): wie UTP, aber die Adernpaare sind zusätzlich gegeneinander abgeschirmt.

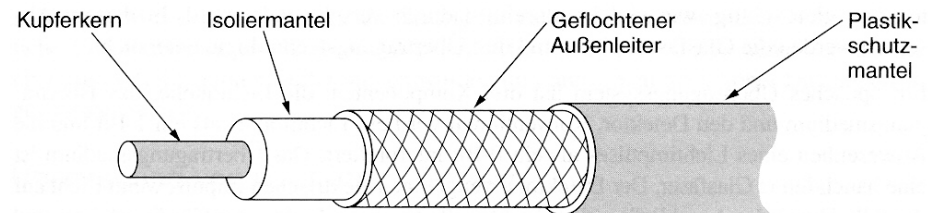


o Screened STP (S-STP): Kombination aus STP und S-UTP.



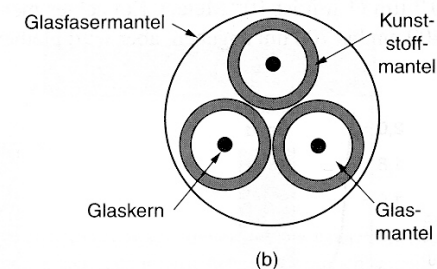
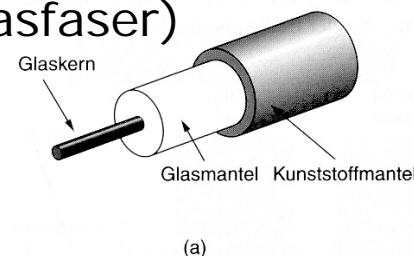
## ■ Koaxialkabel

- Besser abgeschirmt als ein Twisted-Pair-Kabel
- Gut geeignet für sehr große Entfernungen und hohe Geschwindigkeiten
- Besteht aus einem starren Kupferdraht als Kern, ummantelt mit einem Isoliermaterial. Der Isolator wird wiederum von einem zylindrischen Leiter umschlossen
- Bekannt als klassischen Fernsehantennenkabel
- Haupteinsatzgebiet:
  - o Digitale Übertragungen
  - o Kabelfernsehen
  - o War in den 80ern und Anfang der 90er Jahre das Standardkabel für Token-Ring-Netzwerke



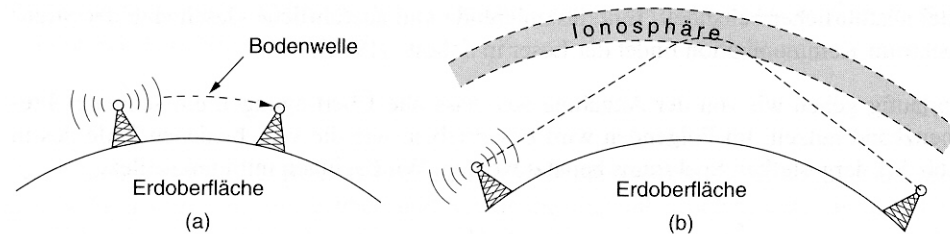
## ■ Glasfaserleiter

- Ein Glasfaserkabel besteht aus einem Glaskern (etwa die Stärke eines menschlichen Haars).
- Der Glaskern ist mit einem Glasmantel verkleidet.
- Darüber liegt ein dünner Kunststoffmantel zum Schutz des Glasmantels.
- Glasfaserleiter sind in Bündel gruppiert und werden von einem Außenmantel umgeben.
- Extrem hohe Datenraten vs. unflexible Kabelverlegung
- Haupteinsatzgebiet:
  - o Überseekabel für Datenkommunikation
  - o Netzwerke (Ethernet über Glasfaser)



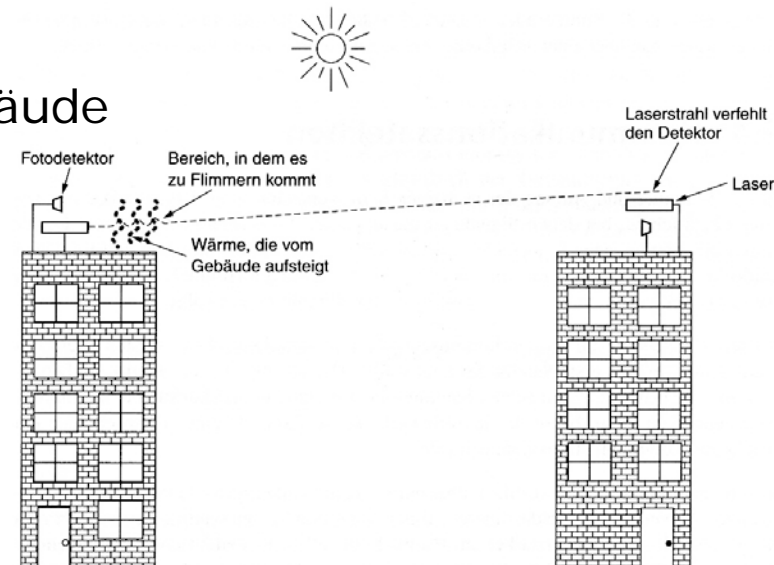
## ■ Funkübertragung

- Leicht zu realisieren
- Legen große Entfernungen zurück
- Dringen mühelos in Gebäude ein
- Sind rundstrahlend, d.h. eine Ausrichtung von Sender und Empfänger entfällt.
- Sind sehr störanfällig
  - o Beispiel: Cadillac Antiblockiersystem vs. Funksystem der Polizei aus Ohio.
- Funkübertragungen sind weltweit stark reguliert.
- Haupteinsatzgebiet:
  - o Bluetooth, WLAN, WiMAX, GSM, UMTS



## ■ Lichtwellenübertragung

- Für eine Lichtwellenübertragung wird eine Detektor und einen Laser benötigt, die beispielsweise auf dem Dach von Gebäuden zu installieren sind
- Die Lichtwellenübertragung ermöglicht eine hohe Bandbreite und erzeugt sehr geringe Kosten
- Regen und Nebel unterbrechen eine Lichtwellenübertragung
- Haupteinsatzgebiet:
  - o Verbindung von LANs zweier Gebäude





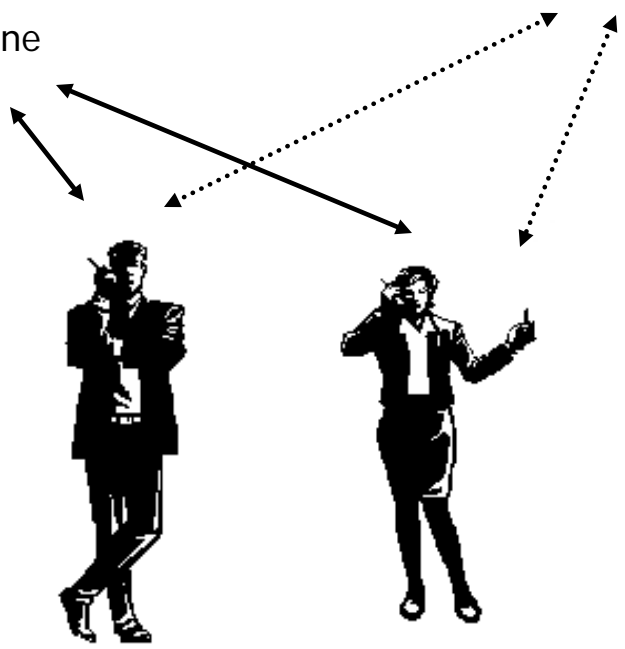
WiMAX Antenne

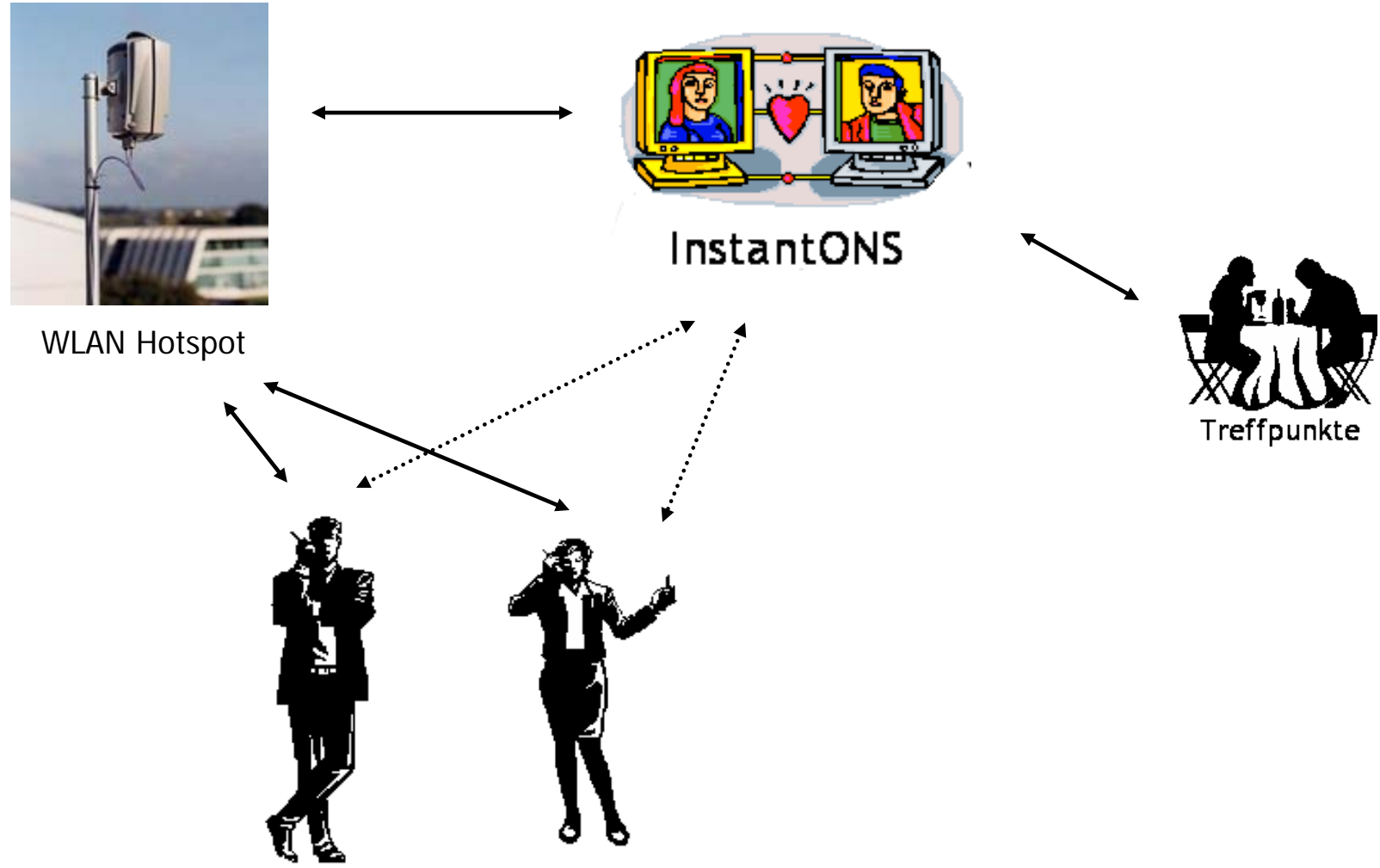


InstantONS



Treffpunkte





- 1. Kommunikation
- 2. Schichtenbasierte Kommunikation
- 3. ISO/OSI-Referenzmodell
- 4. Bitübertragungsschicht
- 5. Sicherungsschicht
- 6. Vermittlungsschicht

- a) Nennen Sie die Dienste der Sicherungsschicht, die der nächst höheren Schicht zur Verfügung stehen und jeweils ein Beispiel.
  
- b) Beschreiben Sie das Konzept der Fehlerbehandlung.
  
- c) Bei der Übertragung des Buchstabes „C“ (repräsentiert durch Codewort 1) eines Treffpunkts (Beispiel: „Cafe“) ist ein Übertragungsfehler aufgetreten. Berechnen Sie zunächst die Hamming-Abstände der Codewörter zueinander. Weiterhin nennen Sie die Möglichkeiten der Fehlererkennung und/oder Fehlerkorrektur ...

- Folgende Dienste bietet die Sicherungsschicht an:
  - **Fehlerbehandlung**
    - o Übertragungsfehler werden erkannt und/oder korrigiert.
  - **Flusskontrolle**
    - o Bei der Datenkommunikation in einem Netzwerk kann es zum „Überlaufen“ des Empfängers kommen, wenn ein Knoten von einem oder mehreren Knoten mehr Datenpakete zugesendet bekommt, als er zu verarbeiten in der Lage ist.
  - **Mehrfachzugriff**
    - o Die Kanalzuordnung beschäftigt sich mit der von mehreren Parteien gleichzeitigen Verwendung eines Kommunikationskanals.
    - o Beispiel: Telefon
      - Zwei Telefone sind mit einem Kabel verbunden.
      - Die Personen am Ende der Leitung können jederzeit ein Gespräch führen.
      - Eine dritte Person schaltet sich dazu.
      - Eine Abstimmung ist notwendig, wann wer mit wem telefonieren kann (Klingel-Ton, Besetzt-Zeichen).

- Es werden zwei grundlegende Strategien für die Fehlerbehandlung unterschieden:
  - Mit jedem Datenblock genug redundante Informationen senden, so dass der Empfänger daraus ableiten kann, wie die übertragenden Daten ausgesehen haben müssen (Fehlerkorrekturcodes)
  - Nur so viel Redundanz senden, dass der Empfänger einen Fehler feststellen kann, aber nicht die Art des Fehler (Fehlererkennungscode)
  - Anwendungsgebiete:
    - Bei Funkverbindungen finden auf Grund von Störungen oft Übertragungsfehler statt. Aus diesem Grund sind Fehlerkorrekturcodes besser geeignet, um Fehler direkt zu erkennen und zu beseitigen.
    - Glasfaserverbindungen sind relativ zuverlässig, somit bieten sich Fehlererkennungscode an, da ein selten verlorenes Datenpaket schnell erneut gesendet werden kann.

- Beispiel zum Hamming-Abstand  $DC = 1$ 
  - o Ausgangspunkt:
    - Definiert ist eine Menge von Codewörtern eines Codes X
    - Codewort 1 = (repräsentiert durch) 10101001 = Buchstabe C
    - Codewort 2 = 10001001 = Buchstabe A
    - Codewort 3 = 10100001 = Buchstabe F
    - Codewort 4 = 10101000 = Buchstabe E
  - o Wie groß ist der Hamming-Abstand des Codes X?
    - Der Hamming-Abstand des Codes X ist 1, da zwei beliebige Codewörter sich mindestens in einer Position voneinander unterscheiden.
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 2 = 1
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 3 = 1
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 4 = 1
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 2 und 3 = 2
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 2 und 4 = 2
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 3 und 4 = 2

o Konsequenz bei der Anwendung

- Bei der Übertragung von Codewort 1 (10101001) bzw. Buchstabe „C“ findet ein Übertragungsfehler statt und die Bitfolge 10001001 wird übertragen.
- Diese Bitfolge 10001001 entspricht Codewort 2 (10001001) bzw. Buchstabe „A“.
- Die Sicherungsschicht kann keinen Fehler erkennen, da Codewort 2 ebenfalls teil des Codes X ist.

- Beispiel zum Hamming-Abstand  $DC = 2$ 
  - o Ausgangspunkt:
    - Definiert ist eine Menge von Codewörtern eines Codes  $Y$
    - Codewort 1 = (repräsentiert durch) 10101001 = Buchstabe C
    - Codewort 2 = 10101010 = Buchstabe A
    - Codewort 3 = 00001010 = Buchstabe F
    - Codewort 4 = 10101111 = Buchstabe E
  - o Wie groß ist der Hamming-Abstand des Codes  $Y$ ?
    - Der Hamming-Abstand des Codes  $Y$  ist 2, da zwei beliebige Codewörter sich mindestens in zwei Positionen voneinander unterscheiden.
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 2 = 2
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 3 = 4
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 4 = 2
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 2 und 3 = 2
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 2 und 4 = 2
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 3 und 4 = 4

o Konsequenz bei der Anwendung

- Bei der Übertragung von Codewort 1 (10101001) bzw. Buchstabe „C“ findet ein Übertragungsfehler statt und die Bitfolge 10101011 wird übertragen.
- Diese Bitfolge 10101011 entspricht keinem Codewort des Codes Y.

- Abstandsberechnung

Bitfolge                    10101011

Codewort 1                10101001

Unterscheidung in einem Zeichen

Bitfolge                    10101011

Codewort 2                10101010

Unterscheidung in einem Zeichen

Fazit: Es ist ein Fehler erkennbar. Die ursprüngliche Übertragung kann Codewort 1 oder 2 gewesen sein. Eine Korrektur ist nicht möglich.

- Beispiel zum Hamming-Abstand  $DC = 3$ 
  - o Ausgangspunkt:
    - Definiert ist eine Menge von Codewörtern eines Codes  $Z$
    - Codewort 1 = (repräsentiert durch) 10101001 = Buchstabe C
    - Codewort 2 = 10100111 = Buchstabe A
    - Codewort 3 = 11110001 = Buchstabe F
    - Codewort 4 = 11111111 = Buchstabe E
  - o Wie groß ist der Hamming-Abstand des Codes  $Z$ ?
    - Der Hamming-Abstand des Codes  $Z$  ist 3, da zwei beliebige Codewörter sich mindestens in drei Positionen voneinander unterscheiden.
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 2 = 3
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 3 = 3
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 1 und 4 = 4
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 2 und 3 = 4
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 2 und 4 = 3
    - Hamming-Abstand zwischen Codewort 3 und 4 = 3

o Konsequenz bei der Anwendung

- Bei der Übertragung von Codewort 1 (10101001) bzw. Buchstabe „C“ findet ein Übertragungsfehler statt und die Bitfolge 10101101 wird übertragen.
- Diese Bitfolge 10101101 entspricht keinem Codewort des Codes Z.

- Abstandsberechnung

Bitfolge                    10101101

Codewort 1                10101001

Unterscheidung in einem Zeichen

Bitfolge                    10101101

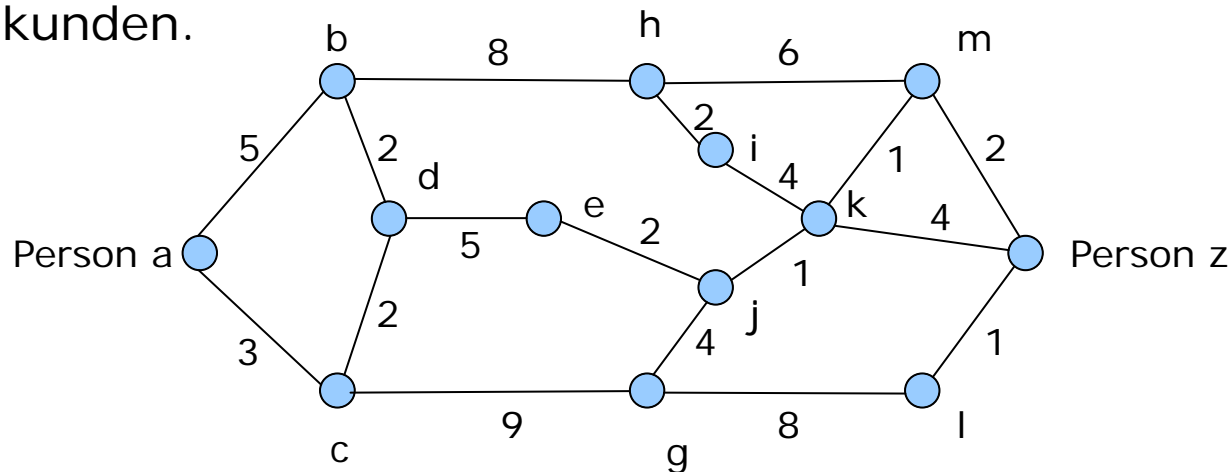
Codewort 2                10100111

Unterscheidung in zwei Zeichen

Fazit: Es ist ein Fehler erkennbar. Die ursprüngliche Übertragung war mit hoher Wahrscheinlichkeit Codewort 1. Eine Korrektur ist möglich.

- 1. Kommunikation
- 2. Schichtenbasierte Kommunikation
- 3. ISO/OSI-Referenzmodell
- 4. Bitübertragungsschicht
- 5. Sicherungsschicht
- 6. Vermittlungsschicht

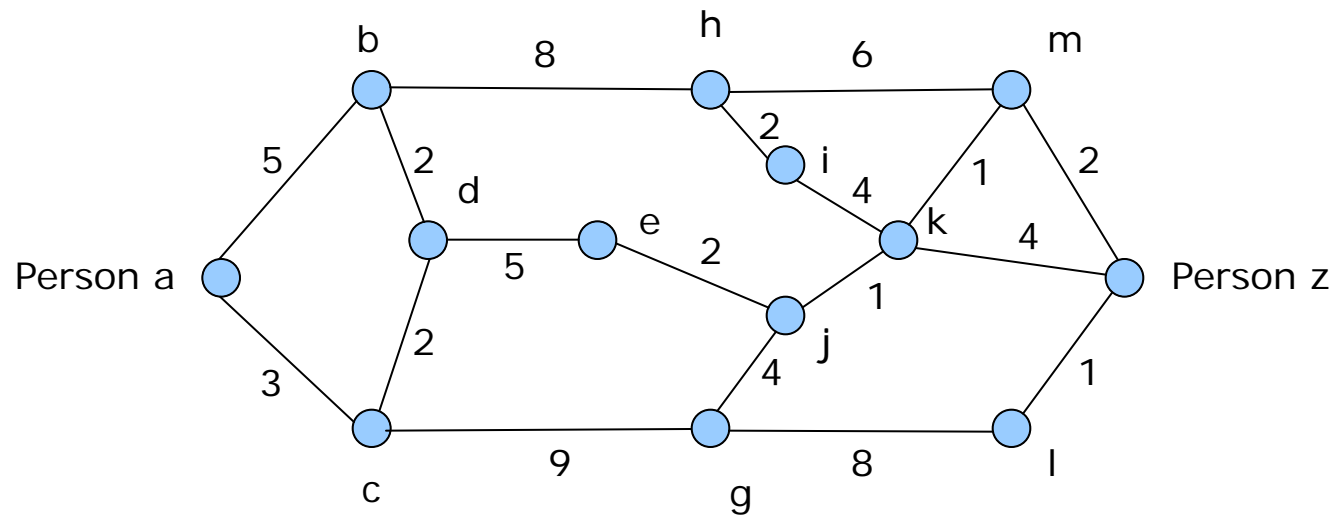
- a) Die Hauptaufgabe der Vermittlungsschicht ist das Routing. Nennen Sie drei Routingverfahren und die Grundidee des Dijkstra-Algorithmus.
- b) Stellen Sie sich vor, dass eine SMS zum Kontaktieren Ihres Dating-Partners auf der Plattform InstantONS® durch die verschiedenen Systeme geleitet werden muss, bevor sie ihr Ziel erreicht. Es ist dabei besonders wichtig, dass die SMS ihr Ziel schnell erreicht, da Ihr Schwarm nicht mehr lange online sein wird. Errechnen Sie den kürzesten Weg nach Dijkstra. Die Zahlenwerte entsprechen Millisekunden.



- Drei bekannte Routing-Algorithmen sind:
  - Optimalitätsprinzip
  - Dijkstra Algorithmus
  - Ford Algorithmus

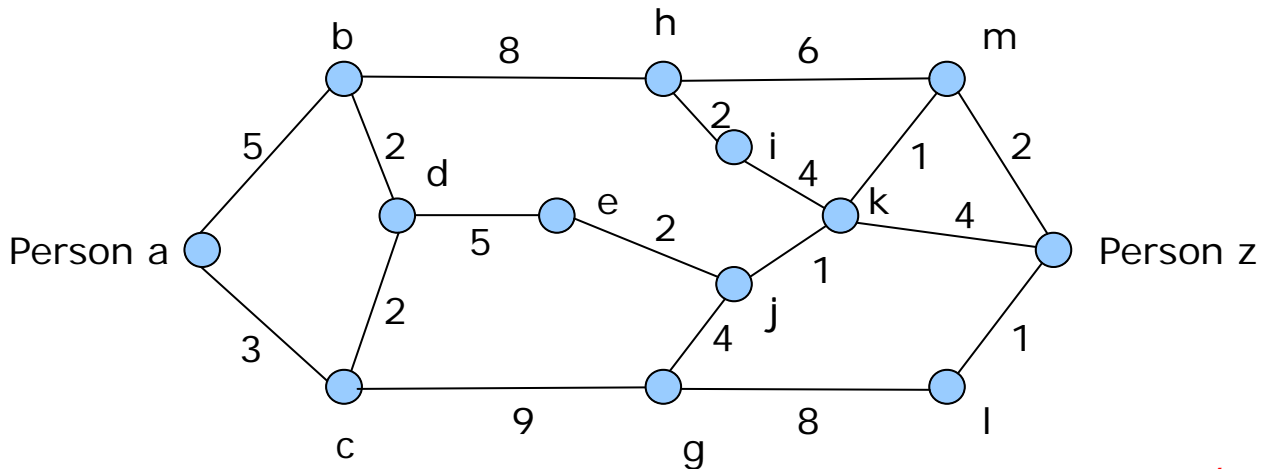
- Der Algorithmus wurde 1959 von Dijkstra entwickelt.
- Er dient zur Berechnung des kürzesten Pfades zwischen zwei Knoten eines Graphen.
- Bei diesem Konzept wird ein Graph des Teilnetzes erstellt, wobei jeder Knoten im **Graphen** einen **Router** und jede **Kante** eine **Übertragungsleitung** darstellt.
- Um einen Weg zwischen einem bestimmten Router-Paar auszuwählen, berechnet der Algorithmus anhand des Graphen den kürzesten Weg.
- Die **Beschriftung der Kanten** können Entfernung, Bandbreite, Durchschnittsverkehr, Übertragungskosten, mittlere Warteschlangelänge, gemessene Übertragungszeit oder andere Faktoren darstellen.
- Die **Gewichtung der Kanten** hat Einfluss auf den kürzesten Weg.

- Ausgangssituation:

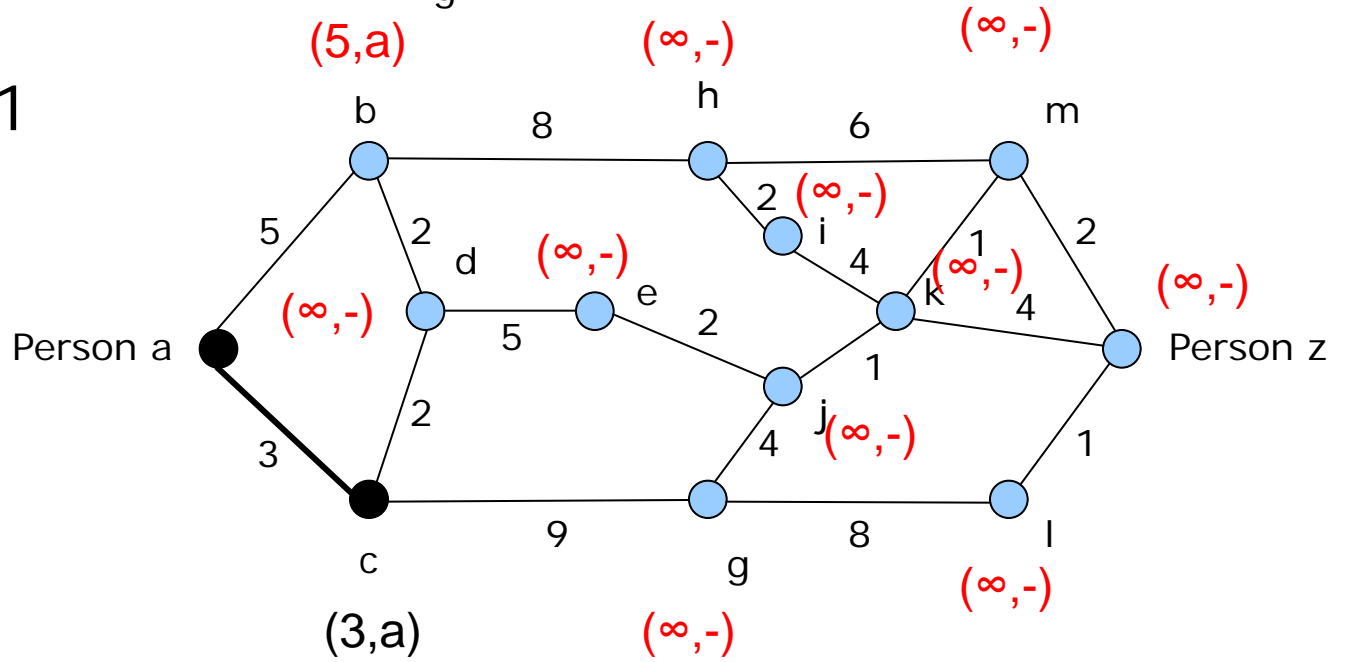


# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

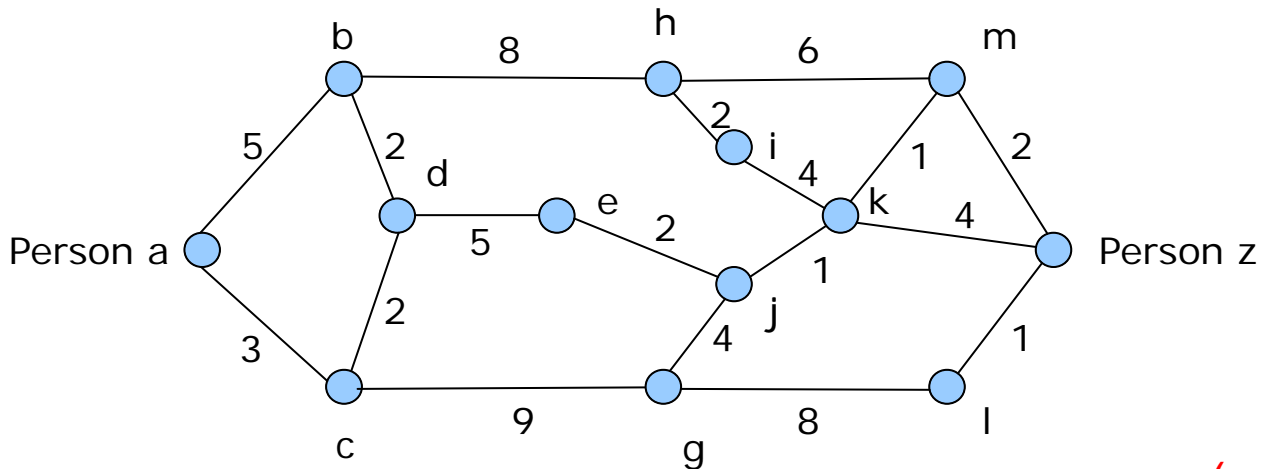


Schritt 1

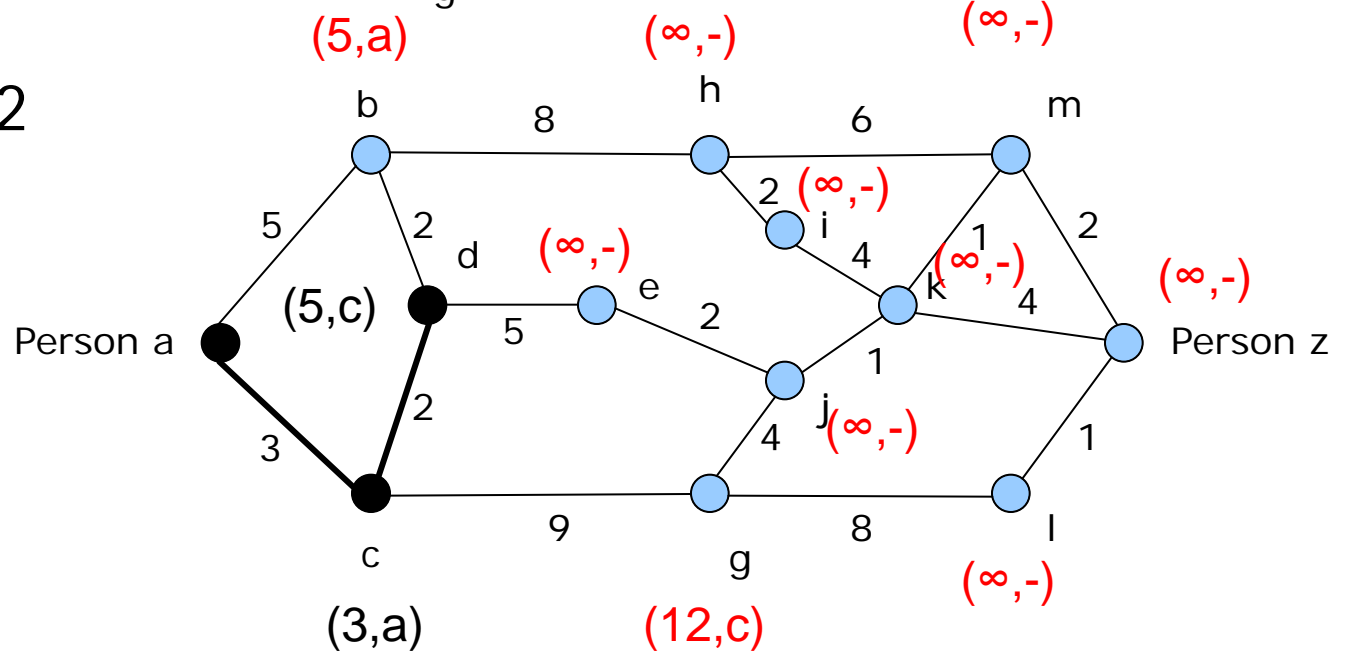


# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

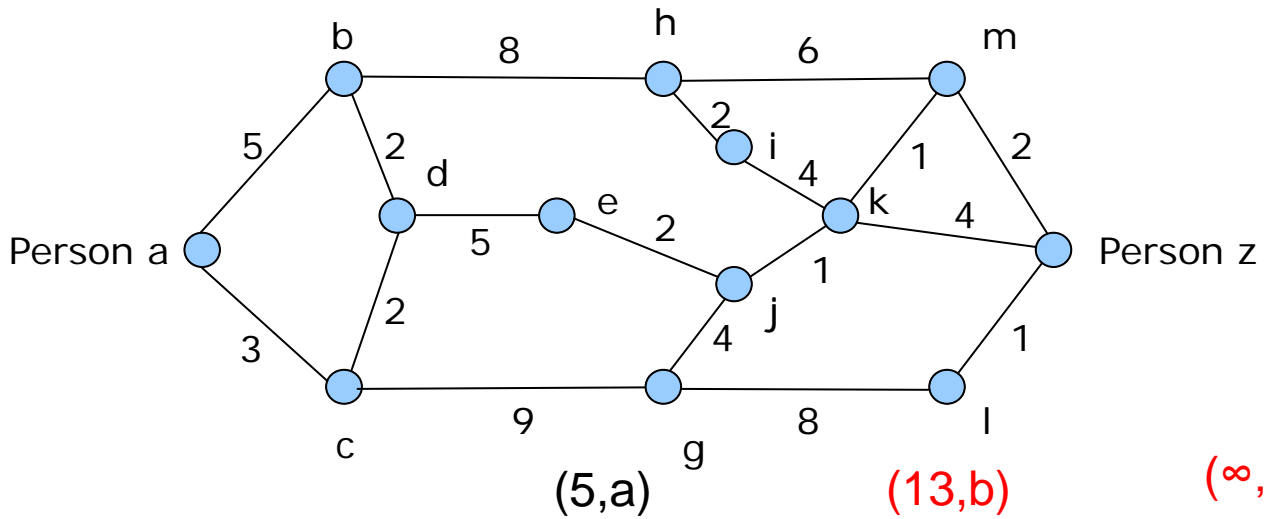


Schritt 2

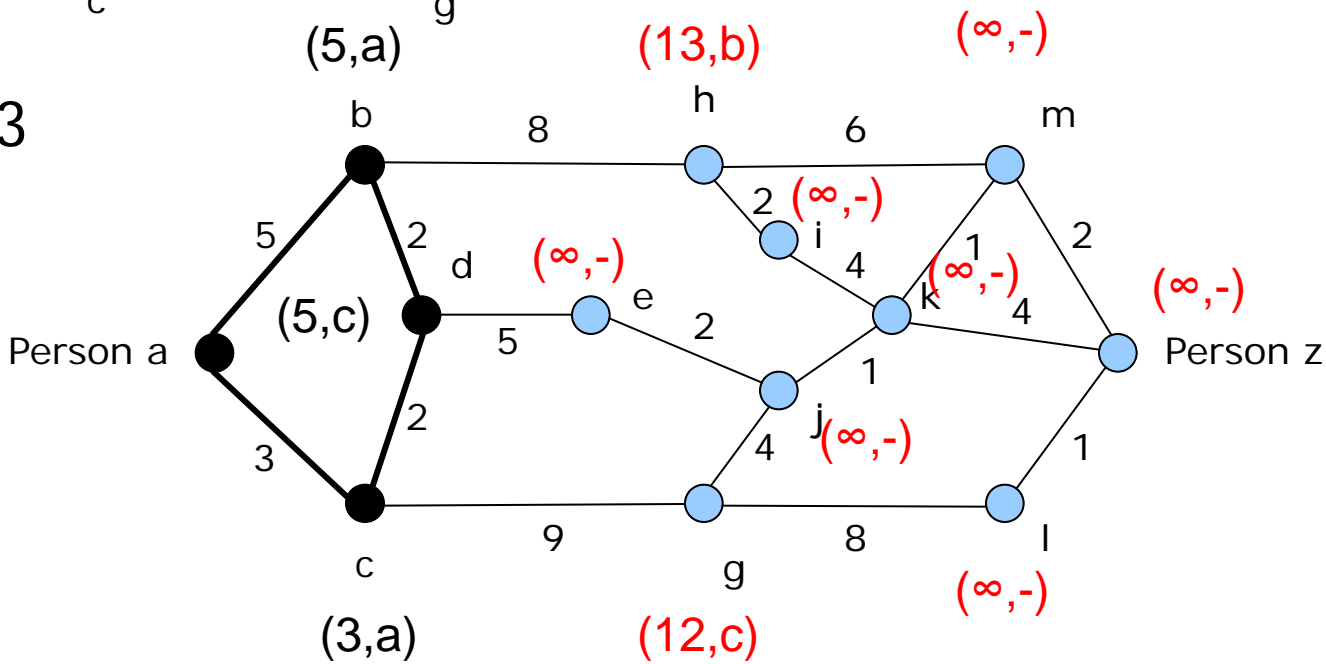


# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

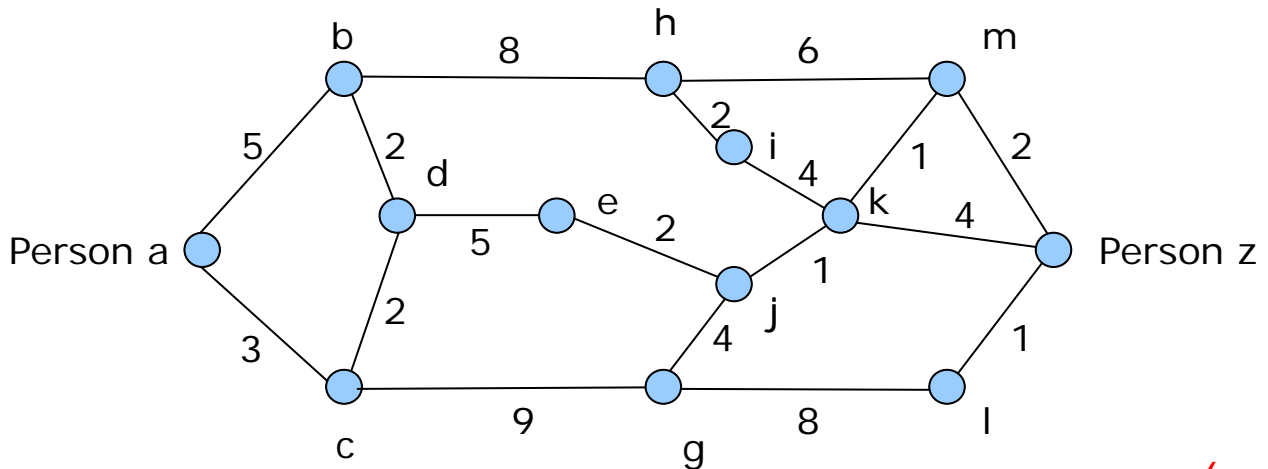


Schritt 3

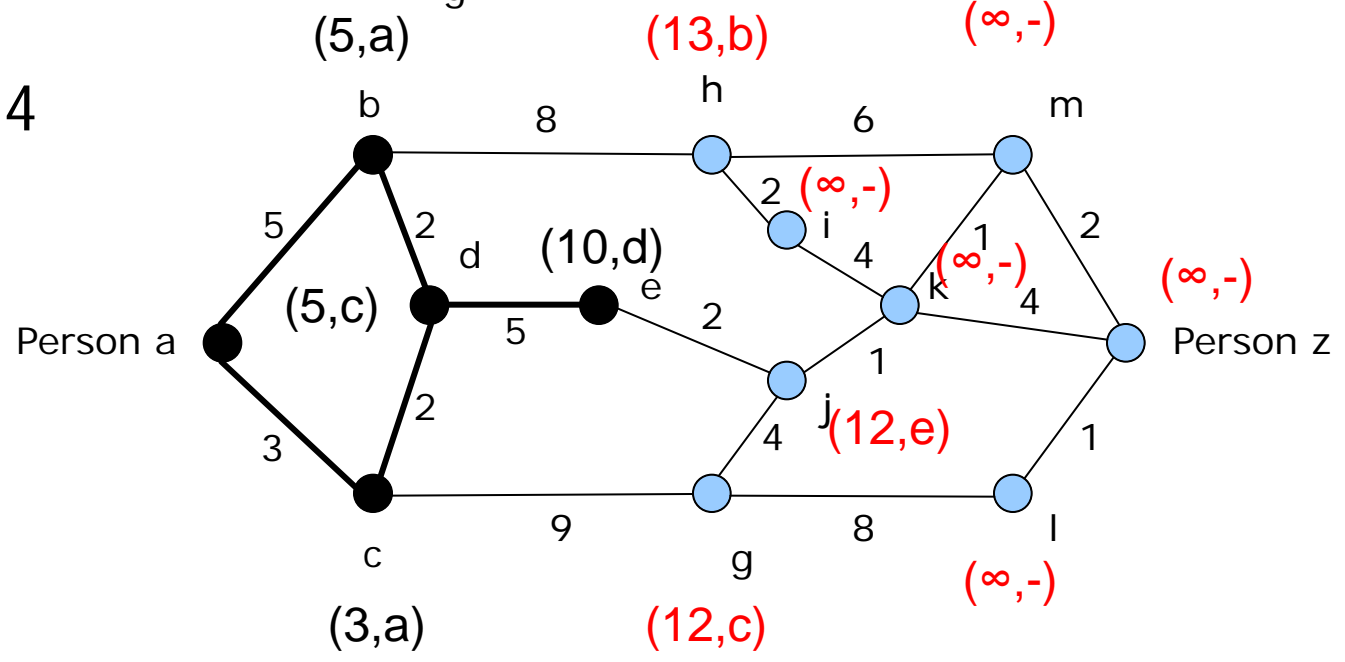


# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

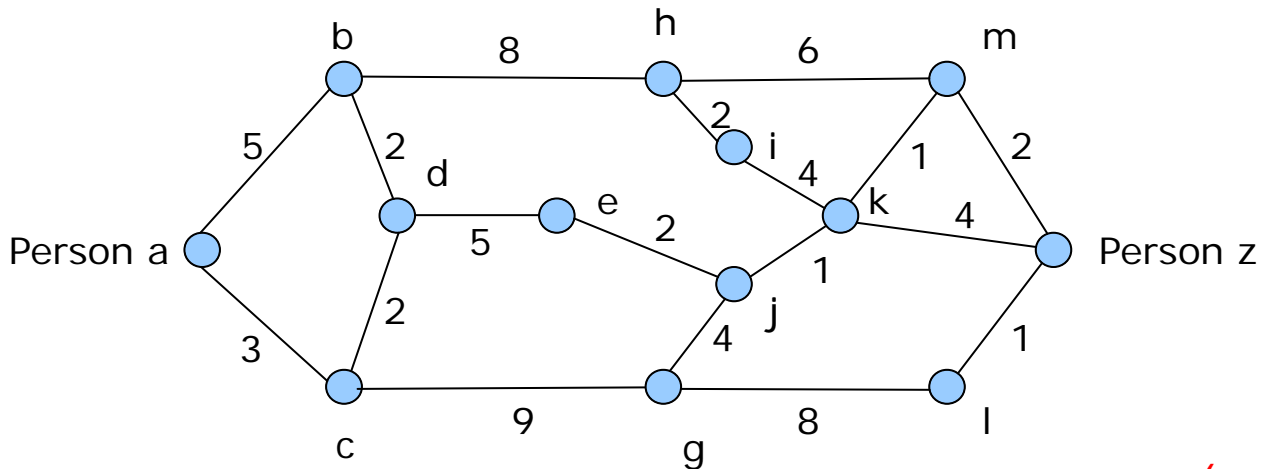


Schritt 4

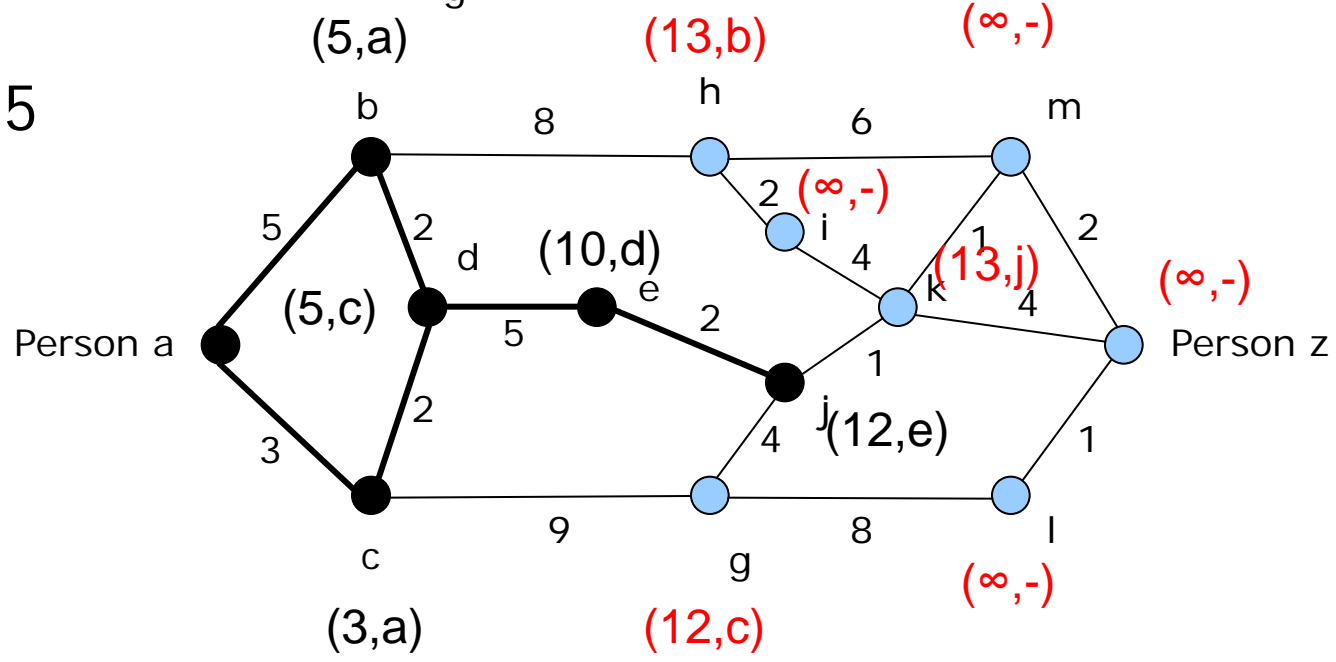


# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

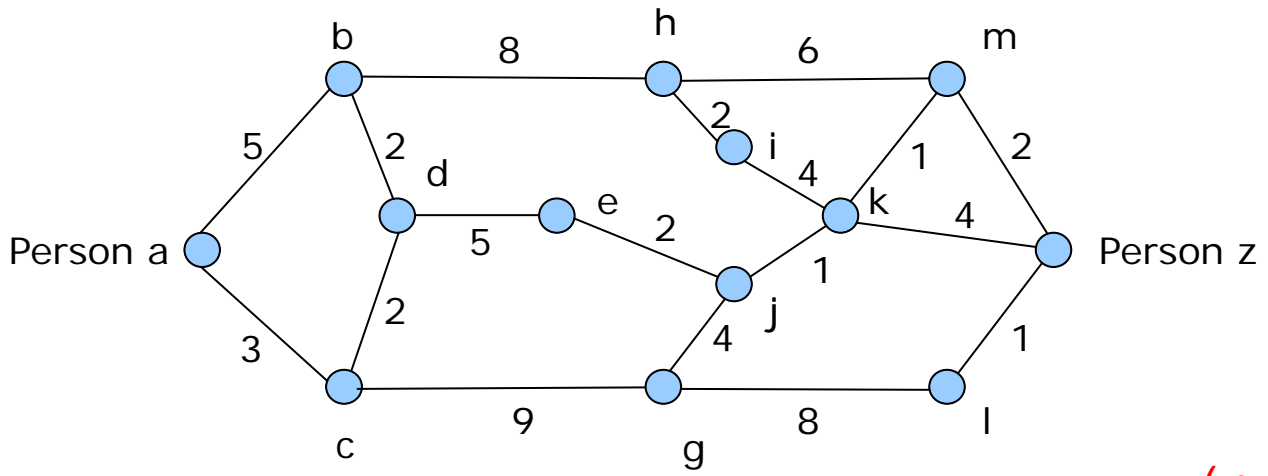


Schritt 5

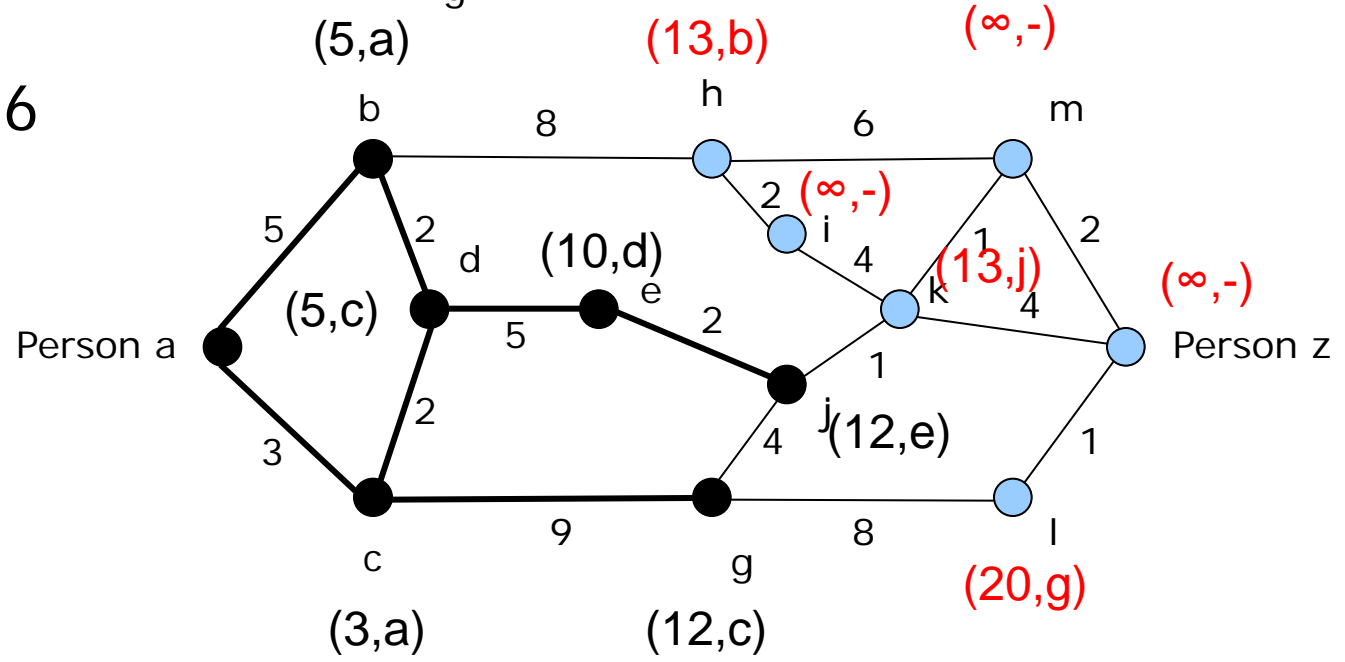


# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

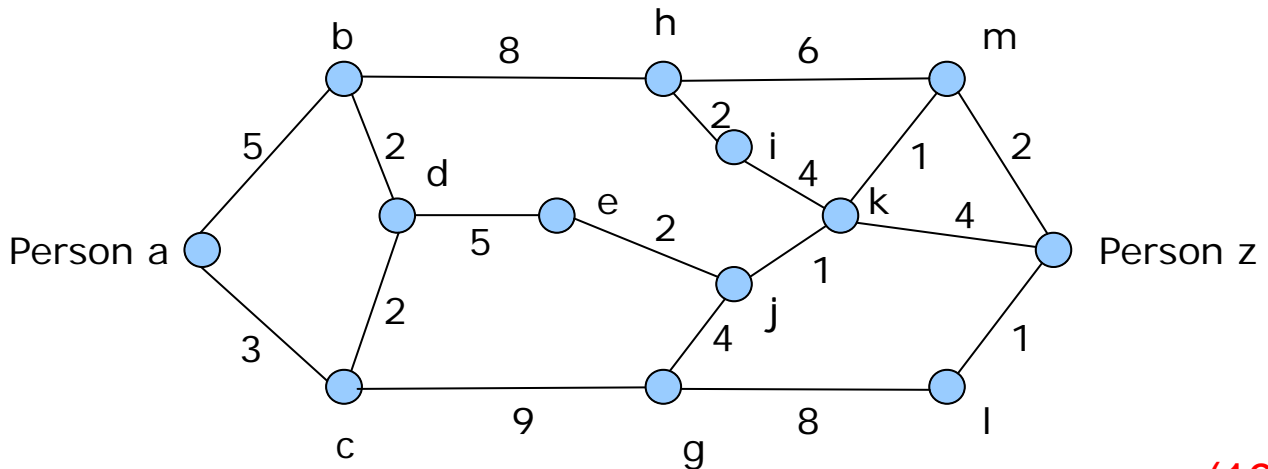


Schritt 6



# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

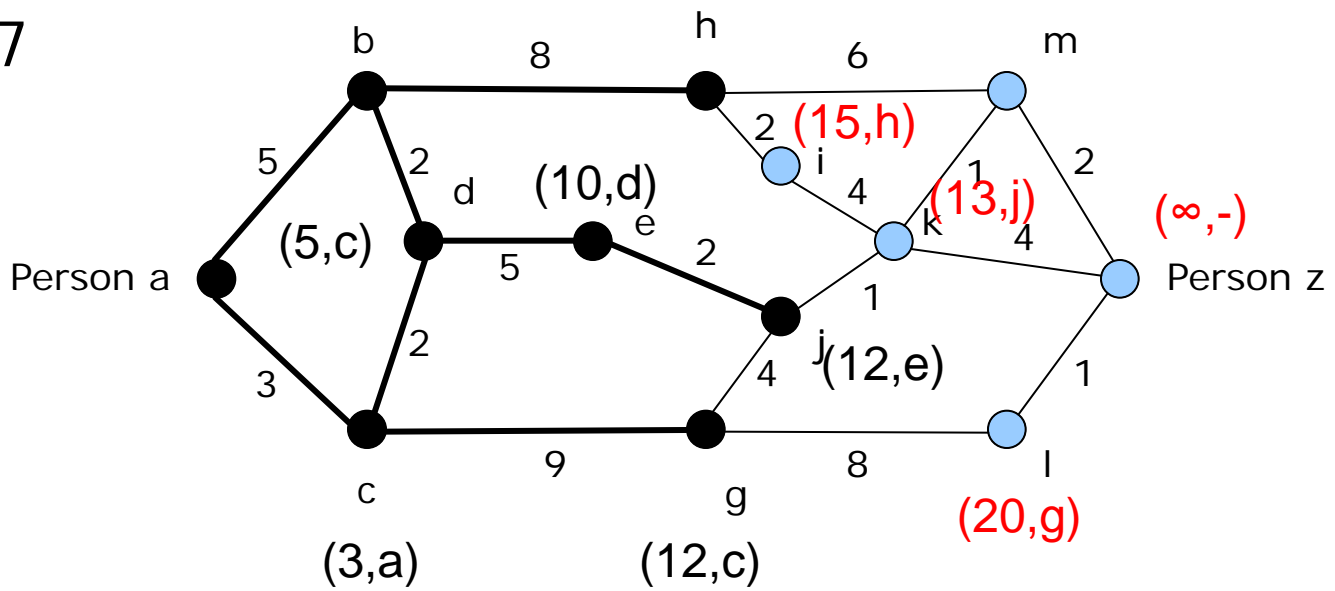


(5,a)

(13,b)

(19,h)

Schritt 7



(3,a)

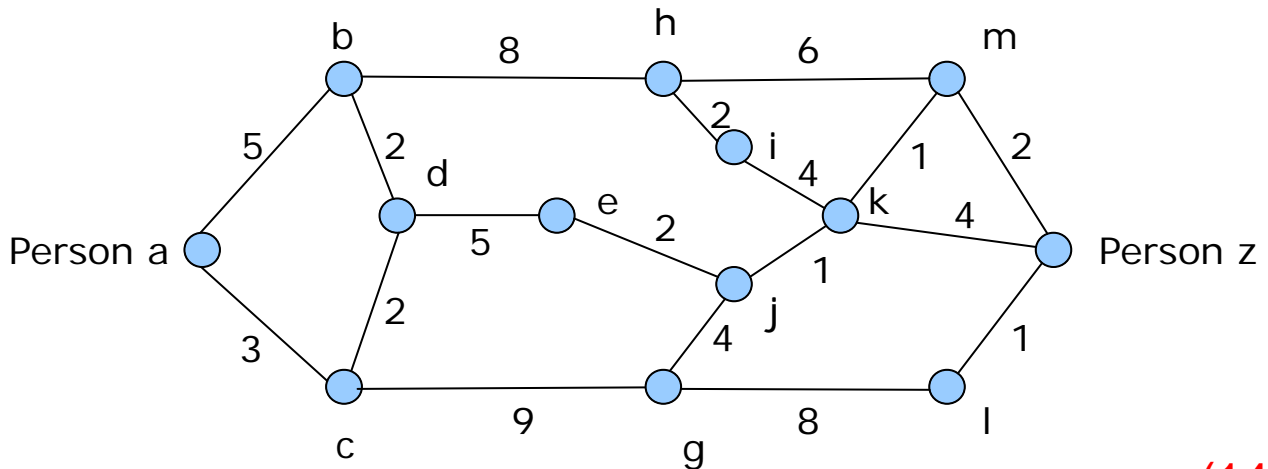
(12,c)

(20,g)

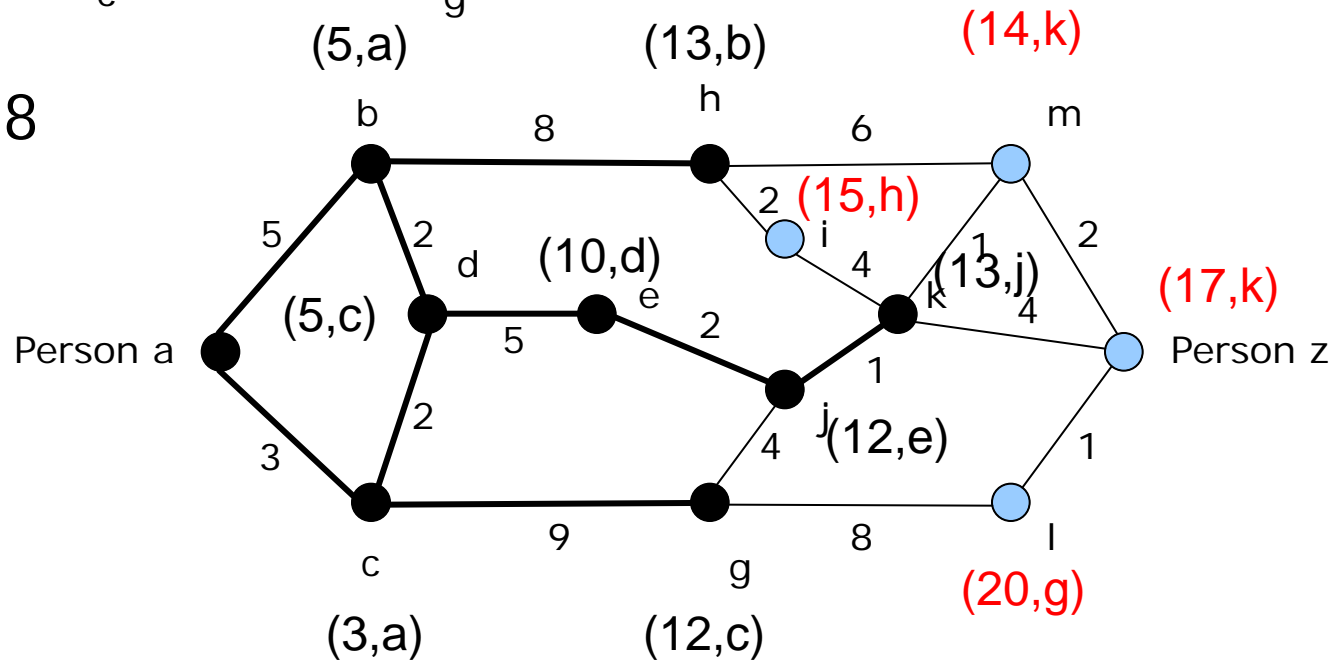
(∞,-)

# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

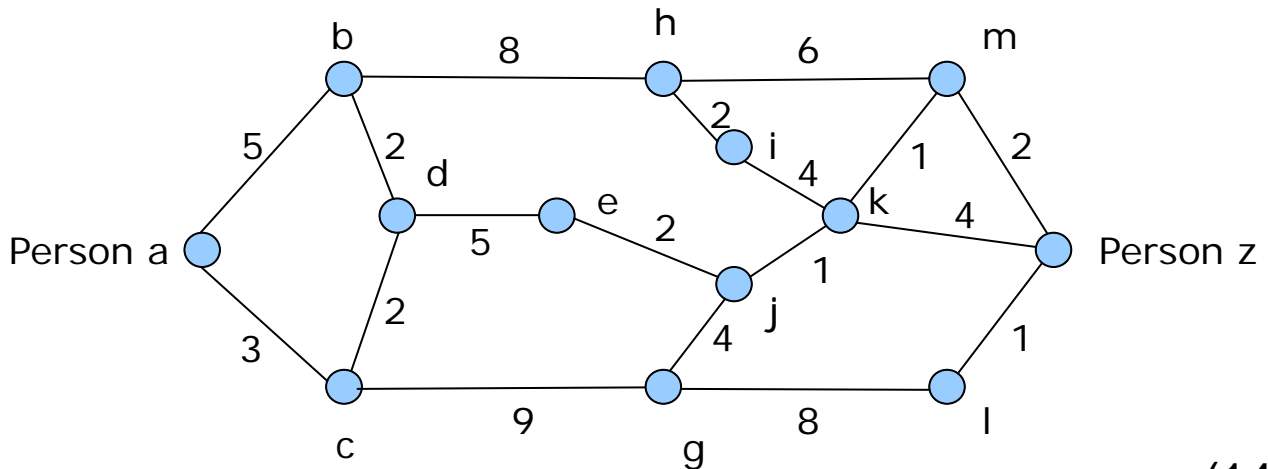


Schritt 8



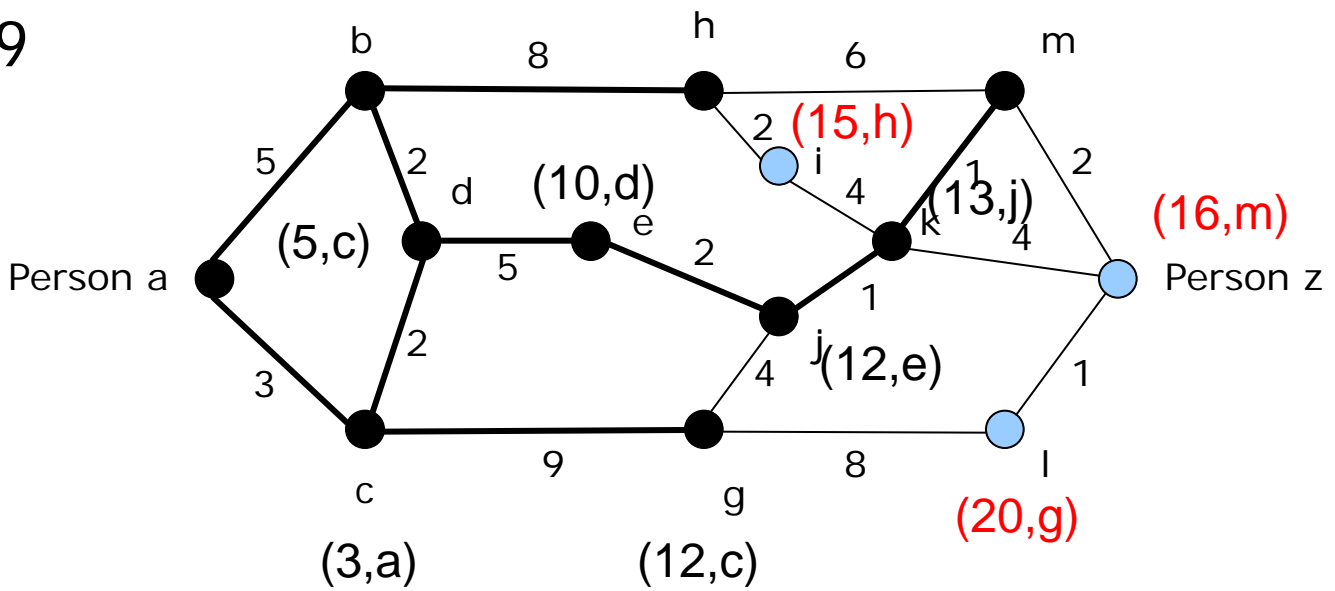
# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation



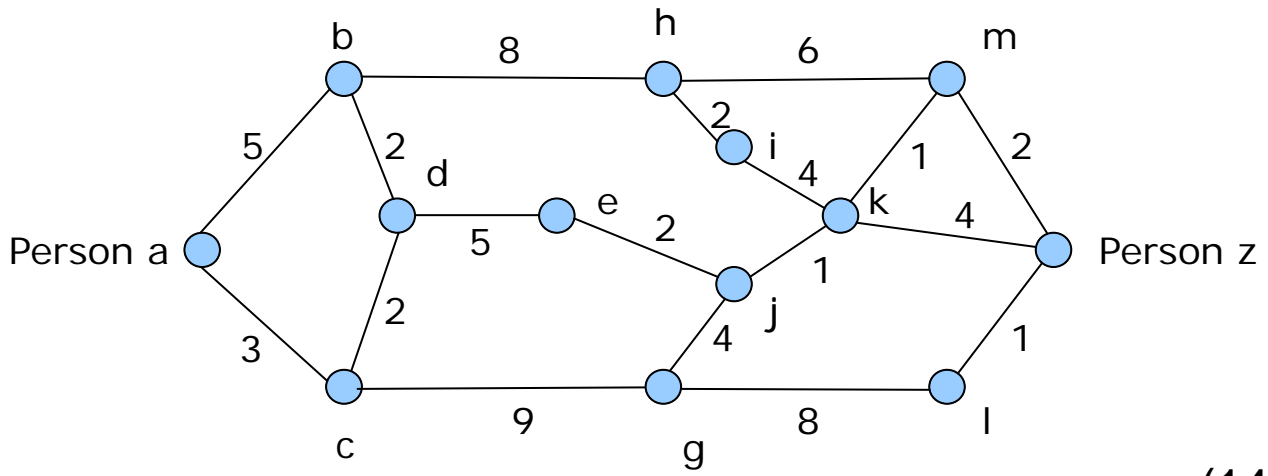
(5,a) (13,b) (14,k)

Schritt 9

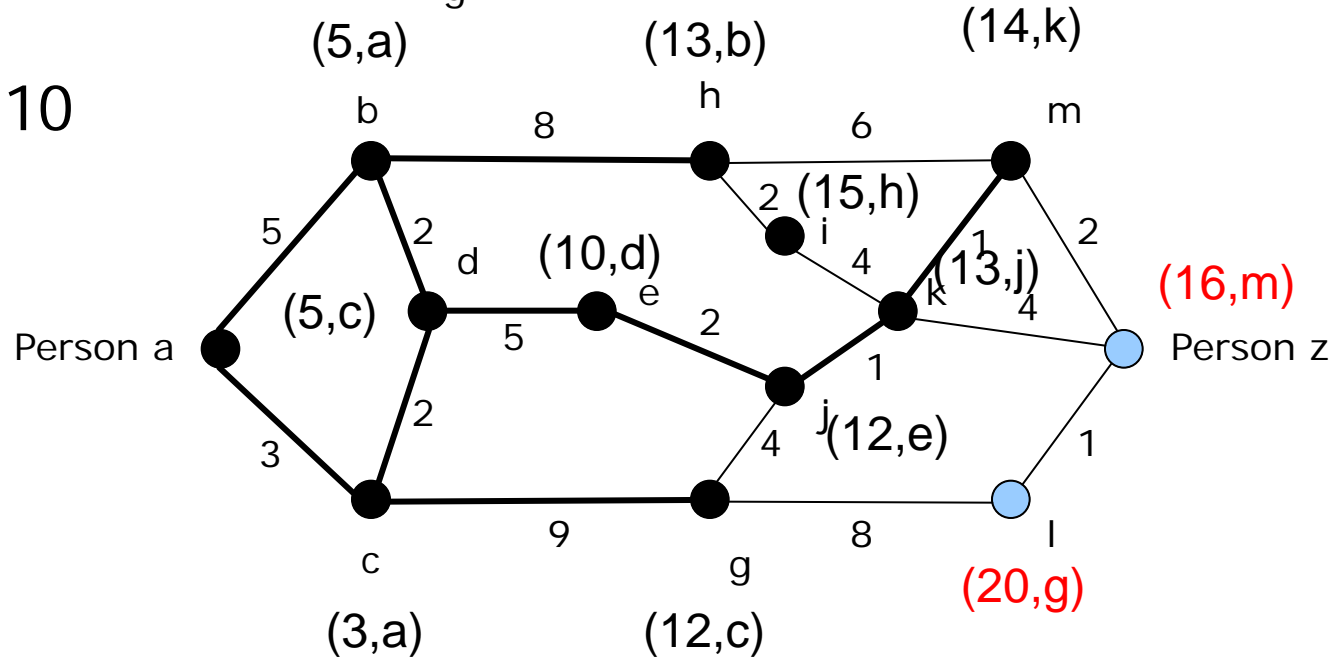


# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

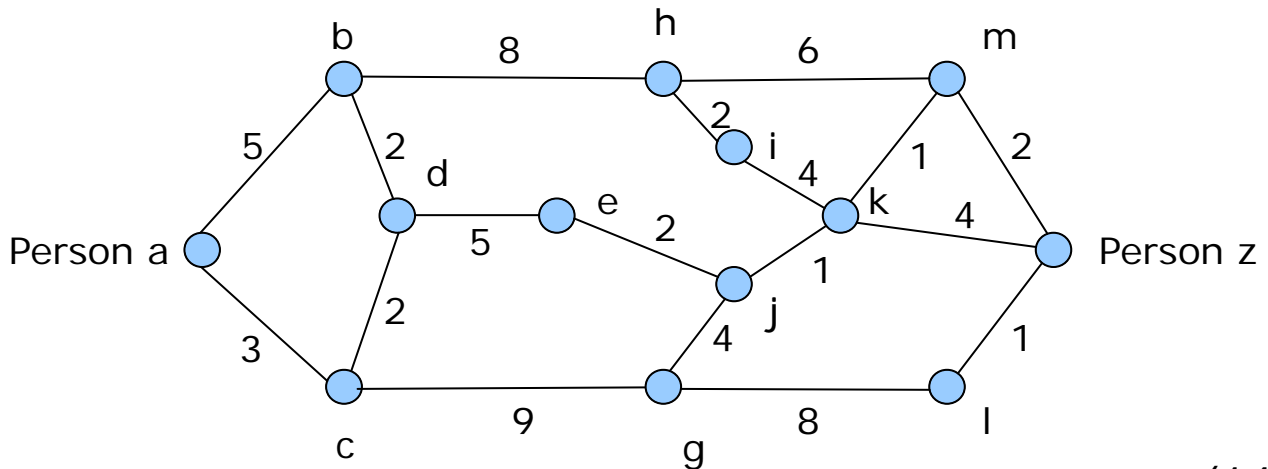


Schritt 10

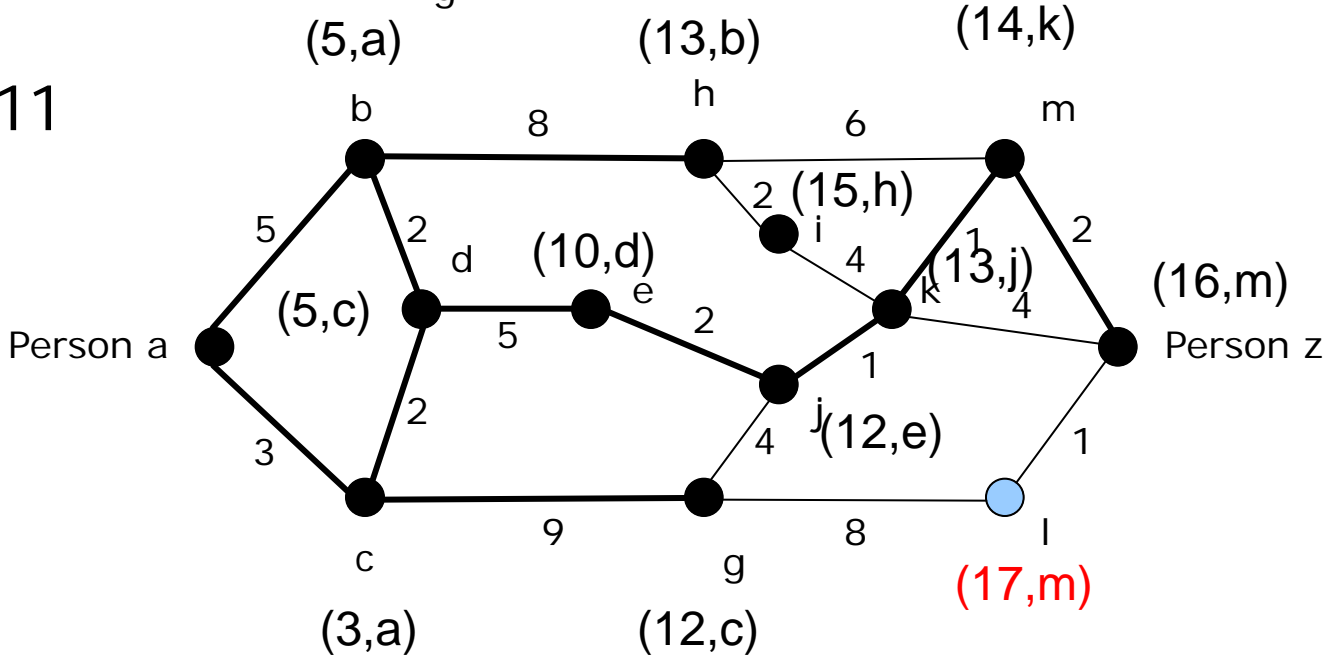


# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation



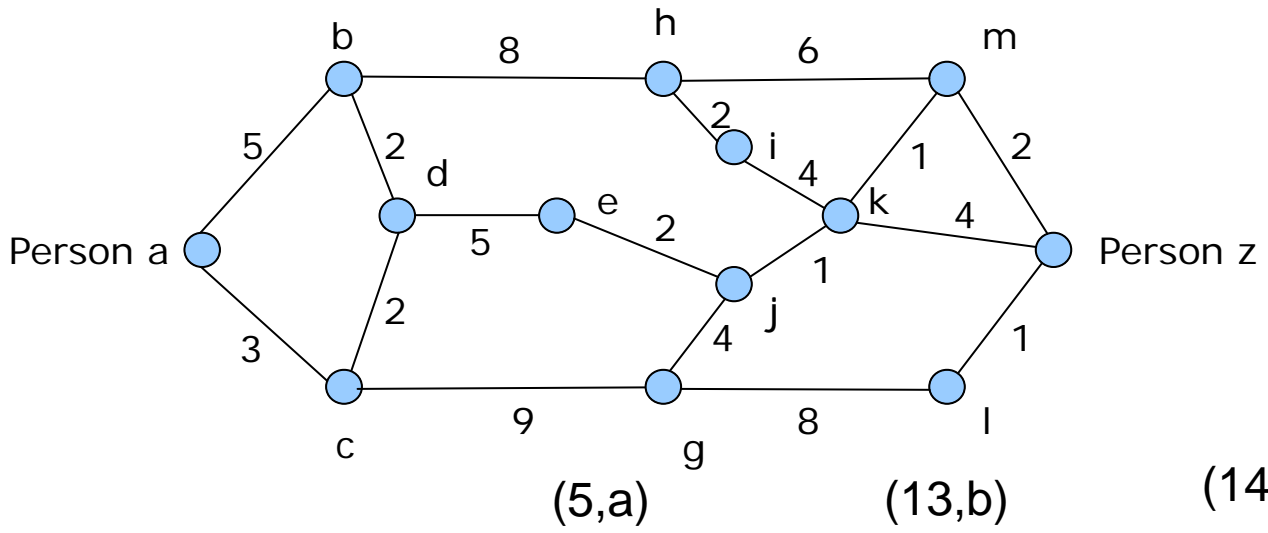
Schritt 11



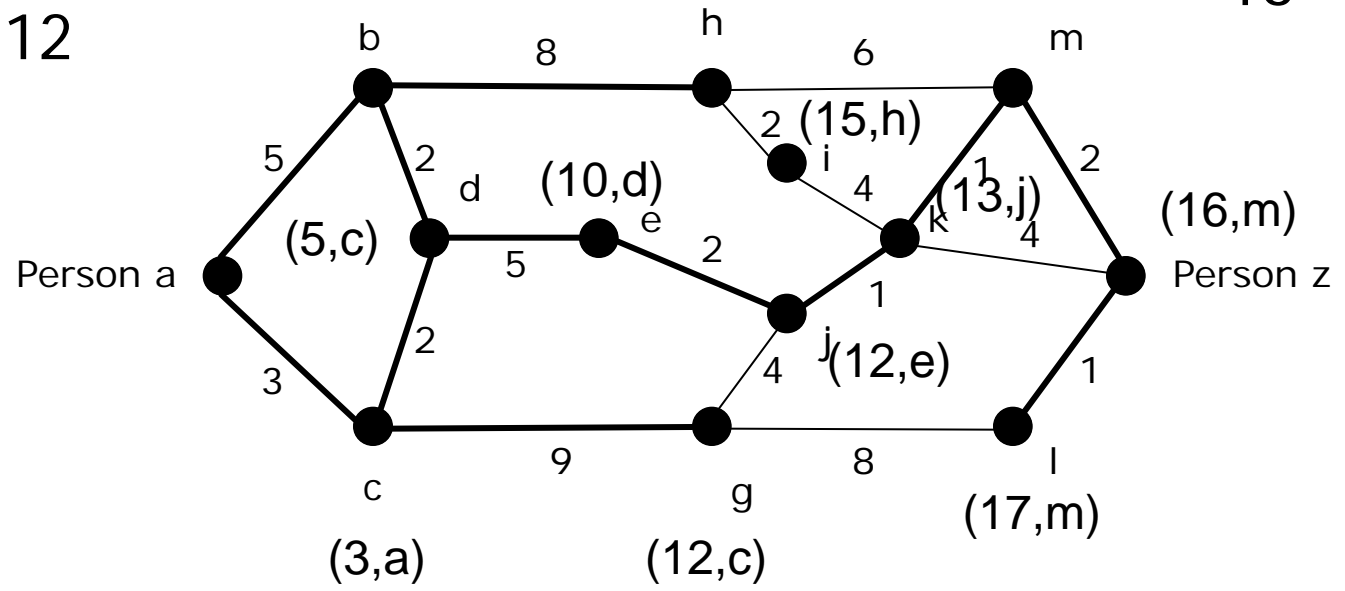
# Aufgabe 6b) Dijkstra-Algorithmus

Ausgangssituation

Kürzester Weg:  
a-c-d-e-j-k-m-z  
= 16



Schritt 12



# Offene Fragen ?