

Lernsituation 2: Wir erarbeiten uns die Grundlagen zur Arbeit in Netzwerken, überprüfen und reflektieren unsere Kompetenzen

- S** Nach der Erkundungstour geht es in der JIKU IT-Solutions für die Auszubildenden weiter mit den Grundlagen.

Holger Lübberstedt: Ich grüße Sie! Jetzt haben Sie einen Überblick über unsere Netzwerkeinrichtungen bekommen. Was nun fehlt, das sind die theoretischen Grundlagen.

Laura Meier: Wir machen lieber etwas Praktisches. Theorie ist doch nur was für Streber.

Holger Lübberstedt: Nein Laura, das ist falsch! Damit Sie die Praxis beherrschen können, müssen auch die theoretischen Grundlagen geschaffen werden. Aber ich kann Sie beruhigen, das ist halb so schlimm. Wir befassen uns jetzt mit den Grundlagen der Datenübertragung.

3.3 Grundlagen der Datenübertragung in Netzwerken

Vincent Weiss: Zur Datenübertragung gibt es viel zu sagen – und auch zu berechnen. Wisst ihr, wie schnell die Daten auf den Datenhighways unterwegs sind? Wisst ihr, wie lange eine Übertragung oder ein Download dauert? Das könnt ihr von nun an auch berechnen.



3.3.1

- Aufgabe 1:** Machen Sie in einem Versuch die Signallaufzeit im Internet hörbar.

Führen Sie zu Hause folgenden Versuch durch: Suchen Sie ein älteres Analogradiogerät, z.B. das Küchenradio. Machen Sie das Gerät an und stellen Sie einen Sender Ihrer Wahl ein. Gehen Sie an Ihrem Laptop und/oder Smartphone auf denselben Sender und hören Sie den Livestream gleichzeitig zu Ihrem Analogradio. Achtung: Nutzen Sie mit dem Smartphone nicht das AM-Radio, sondern das Internetradio.

- 1** Welche Beobachtung können Sie machen? Laufen die beiden Sender zeitgleich?

Funk wird schneller übertragen (direkt), wie Internet wo die Radiopakete über längere Stecken übertragen werden

- 2** Wenn die Sender nicht synchron aus den Radios bzw. Rechnern tönen, woher kommt der Unterschied? Überlegen Sie und begründen Sie Ihre Aussage.

- unterschiedliche Übertragungswege (Funk, Kabelverbindungen (Paketverbindungen) etc.) haben unterschiedliche Längen = unterschiedliche Laufzeiten der Information

Aufgabe 10: Ordnen Sie den Arbeitsplätzen die am besten geeigneten Rechner zu.

Sie haben fünf Typen von Arbeitsplatzrechnern standardisiert.

- 1 Desktop-PC mit mittlerer Leistung, 100 Mb/s Ethernet
- 2 Tower-PC mit hoher Rechenleistung, sehr guter Grafikkarte und zwei Flachbildschirmen, 10 Gb/s Ethernet
- 3 Laptop-PC mit mittlerer Leistung, Dockingstation mit Tastatur, Maus und Flachbildschirm, 1 000 Mb/s Ethernet
- 4 Tablet-PC, WLAN 802.11n
- 5 Thin-Client, in die Tastatur integrierter Rechner mit LAN-Anschluss, integrierter Maus (als Trackball) und externem Flachbildschirm, 10 Mb/s Ethernet, keine weiteren Schnittstellen



Arbeitsplatz	Rechner	Begründung
Service-Desk im Kunden-Eingangsbereich		1. Desktop-PC mit mittlerer Leistung, 100 Mb/s Ethernet
Softwareentwicklung		2. Tower-PC mit hoher Rechenleistung, sehr guter Grafikkarte und zwei Flachbildschirmen, 10 Gb/s Ethernet
Sachbearbeiter Einkauf		1. Desktop-PC mit mittlerer Leistung, 100 Mb/s Ethernet
Sachbearbeiter Verkauf/ 50 % Homeoffice		3. Laptop-PC mit mittlerer Leistung, Dockingstation mit Tastatur, Maus und Flachbildschirm, 1000 Mb/s Ethernet
Vertrieb – Innendienst mit Außendienst		3. Laptop-PC mit mittlerer Leistung, Dockingstation mit Tastatur, Maus und Flachbildschirm, 1000 Mb/s Ethernet
Konstruktion/CAD		2. Tower-PC mit hoher Rechenleistung, sehr guter Grafikkarte und zwei Flachbildschirmen, 10 Gb/s Ethernet
Lager – Büro		1. Desktop-PC mit mittlerer Leistung, 100 Mb/s Ethernet
Lager – Kommissionierung mit Gabelstapler		4. Tablet-PC, WLAN 802.11n
Marketing – Erstellen von Werbebroschüren		2. Tower-PC mit hoher Rechenleistung, sehr guter Grafikkarte und zwei Flachbildschirmen, 10Gb/s Ethernet

Aufgabe 2: Berechnen Sie die Signallaufzeiten bei Kupfer- und Glasfaserleitungen.

3.3.1

- 1 Wie lange braucht ein Bit (oder ein elektrisches Signal), wenn es über eine 1000 Meter lange Kupferleitung mit einem NVP von 0,7 übertragen wird? (Rechnen Sie mit einer Vakuum-Lichtgeschwindigkeit c_0 von $3 \cdot 10^8$ m/s)

Formeln allgemein:	$c = c_0 \cdot \text{NVP}$	$c = \frac{s}{t}$
$c = 210\,000\,000 \text{ m/s}$		
$t = s/c = 1000 \text{ m} / 210\,000\,000 \text{ m/s} = 4,7 \mu\text{s}$		

- 2 Wie lange braucht ein Bit (oder ein optisches Signal), wenn es über eine 1000 Meter lange Glasfaserleitung mit einem Kernbrechungsindex (Brechungsindex des Faserkerns) von $n = 1,4$ übertragen wird?

Formeln allgemein:	$c = \frac{c_0}{n}$	$c = \frac{s}{t}$
$c = 214\,285\,714,3 \text{ m/s}$		
$t = s/c = 1000 \text{ m} / 214\,285\,714,3 \text{ m/s} = 4,67 \mu\text{s}$		

- 3 Welche Schlüsse ziehen Sie aus den obigen Berechnungen beim Vergleich der Übertragungsgeschwindigkeit über Kupfer- oder Glasfaserleitung?

Glasfaserleitung haben die selbe Übertragungsgeschwindigkeit gegenüber Kupferleitungen bei 1000m Länge.
Abhörsicher, Störungsunempfindlicher, geringere Dämpfung, kein Potentialausgleich

Aufgabe 3: Führen Sie Berechnungen für den Dateitransfer durch.

3.3.1

Sie wollen eine Datei vom Fileserver in Ihrem Betrieb herunterladen.

- 1 Berechnen Sie, wie lange der Dateidownload dauert, wenn die Datei 1 GByte groß ist und über eine 100 Base-T-Netzwerkleitung übertragen wird.

Übertragungsrate = 100 Mbit/s = 95,37 MiB/s
1 GByte = 8000 Mbit = 7629,39 MiB
$t = 7629,39 \text{ Mibit} / 95,37 \text{ Mibit/s} = 80 \text{ s} = 1 \text{ min } 20 \text{ s}$

- 2 An einem Arbeitsplatz in der Marketingabteilung werden durch Videoschnitt große Dateien erzeugt, die innerhalb von einer halben Sekunde zum Fileserver übertragen werden sollen. Wie groß muss die Datenübertragungsrate der Netzwerkleitung sein? Berechnen Sie die Datenrate bei einer Dateigröße von 1 MByte, 10 MByte, 100 MByte und 1000 MByte.

$t = 0,5s$
 $t = \text{Dateigröße (bit)} / \text{Übertragungsrate (bit/s)}$
 $\text{Übertragungsrate (bit/s)} = \text{Dateigröße (bit)} / t (s)$
 1 MByte: UR (Mbit/s) = 8MBit / 0,5s = 16Mbit/s
 10 Mbyte : UR (Mbit/s) = 80Mbit / 0,5s = 160 Mbit/s
 100 Mbyte: UR (Mbit/s) = 800Mbit / 0,5s = 1600 Mbit/s = 1,6 Gbit/s
 1000 Mbyte: UR (Mbit/s) = 8000Mbit / 0,5s = 16000 Mbit/s = 16 Gbit/s

- 3 Wie lange braucht ein Datenpaket von 1000 Byte Größe, bis es über eine 100-Mbps-Netzwerkleitung komplett gesendet wurde?

$t = \text{Größe (Mbit)} / \text{Übertragungsrate (Mbit/s)}$
 $t = 8000\text{bit} / 100\text{Mbit/s} = 0,008\text{Mbit} / 100\text{Mbit/s} = 80\mu s$

- 4 Sie wollen ein Datenpaket von 100 Byte über eine Strecke von Flensburg nach Garmisch-Partenkirchen (1000 km) übertragen. Wie lange ist das Paket näherungsweise auf einer Leitung unterwegs, bis es beim Empfänger ankommt? Rechnen Sie mit einer Signalgeschwindigkeit c_{Leitung} von $2 \cdot 10^8$ m/s.

Randbedingung: Wir gehen von der reinen Laufzeit auf der Leitung aus. Router-Durchlaufzeiten u.Ä. werden vernachlässigt.

$c = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 $t = s / c$
 $t = 1000 \cdot 10^3 \text{ m} / 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 $t = 1/200s = 5ms$

- 5 Wie lange dauert der gesamte Datentransfer vom Senden des ersten Bits bis zum Empfang des letzten Bits? Die Leitung hat eine Übertragungskapazität C von 25 Mb/s. Welche Schlussfolgerung können Sie daraus ziehen?

$t = 5\text{ms}$
 $\text{Größe} = 100 \text{ byte} = 800 \text{ bit}$
 $t = 5\text{ms} \cdot 800\text{bit} = 4000\text{ms} = 4\text{s} = 200\text{bit/s Übertragungsrate}$
 \rightarrow Es benötigt 4s für die Übertragung vom ersten Bit bis zum letzten Bit.

- 6 Für die Datensicherung steht eine externe SSD-Festplatte mit USB 3.0-Schnittstelle (450 MB/s) und eSATA II-Schnittstelle (300 MB/s) zur Verfügung. Berechnen Sie die Zeit, die jeweils für die Sicherung einer Datenmenge von 8 GiB nötig ist.

$8 \text{ GiB} = 8 \cdot 2^{30} \text{ byte} = 8589,93 \text{ Mbyte}$
 1. Übertragung = 450 MB/s
 $t = \text{Größe} / \text{Übertragung} = 8589,93 / 450 \text{ MB/s ca. } 19\text{s}$
 2. Übertragung = 300 MB/s
 $t = \text{Größe} / \text{Übertragung} = 8589,93 / 300 \text{ MB/s ca. } 29\text{s}$

Aufgabe 4: Berechnen Sie die Fahrstrecke eines Autos zwischen dem Absenden einer Nachricht und dem Empfang der Antwort.

In einem selbstfahrenden Kfz sind viele Sensoren verbaut. Die Sensordaten werden per Mobilfunk an die nächstgelegene Mobilfunkbasisstation übertragen. Von dort werden die Daten über Lichtwellenleiter über das Internet in ein Cloud-Datcenter übertragen. Im Datcenter erfolgt die Verrechnung dieser Daten mit bereits vorliegenden Daten. Das Ergebnis dieser Berechnungen wird anschließend wieder auf demselben Weg zurück zum Kfz übertragen.

- 1 Zeichnen Sie eine Skizze dieses Szenarios.



3.3.1

Nehmen wir an, das Fahrzeug befindet sich in München und das Cloud-Datacenter befindet sich in Dublin, Irland. So liegen etwa 1750 Kilometer Glasfaserstrecke (einfacher Weg) dazwischen. Ein Datenpaket braucht, um diese Strecke zurückzulegen, folgende Zeit (Rechnen Sie mit einer gerundeten Lichtgeschwindigkeit $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s und einem n von 1,5 beim Lichtwellenleiter):

$$t = \frac{s}{c}$$

$$c = c_0 / n$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / 1,5 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$t = 1750 \cdot 10^3 \text{ m} / 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$t = 0,00875 \text{ s} = 8,75 \text{ ms}$$

Hin und zurück ergibt das die doppelte Laufzeit.

Nehmen wir weiter an, das Fahrzeug fährt mit 100 km/h. Welche Strecke legt das Auto dann in der Zeit zurück, in der die Daten unterwegs sind?

$$v = \frac{s}{t}$$

$$t = 0,0175 \text{ s}$$

$$s = v \cdot t$$

$$s = 100 \text{ km/h} \cdot 0,0175 \text{ s}$$

$$s = 2,778 \text{ m/s} \cdot 0,0175 \text{ s} = 0,486 \text{ m} \cdot 2 \text{ (Hin/Rück)} = 0,972 \text{ cm}$$

Bei dieser Berechnung wurde nur die reine Signallaufzeit auf der Glasfaser berücksichtigt. Das Datenpaket wird dabei aber einige Router passieren müssen. Jeder Router hat eine gewisse Latenzzeit. Auch die Funkstrecke Auto-Basisstation wurde außer Acht gelassen. Tatsächlich ist die Zeit vom Senden der Daten des Fahrzeugs bis zum Eintreffen des Ergebnisses wesentlich länger.

- 2 Welche Konsequenz ergibt sich aus den Berechnungen oben? Welche Schlussfolgerung ergibt sich daraus?

Es ergibt sich daraus, dass die Laufzeit der Datenpakete bei allen Berechnungen des Fahrzeugs mitberechnet werden müssen. Daraus ergeben sich erhebliche Probleme bei der Programmierung des autonomen Fahrens.



Aufgabe 5: Erklären Sie den Begriff „Medienzugriff“ mit eigenen Worten.

3.3.2

Über das Zugriffsverfahren wird geregelt, welche Station, d. h. welches Datenendgerät zu welchem Zeitpunkt welche Datenmenge an wen übertragen darf.

CSMA/CD: (Trägererkennung) hören ob Leitung frei ist
/MultipleAccess (Mehrfachzugriff) mehrere Geräte senden aber nicht zeitgleich
/Collision Detection (Kollisionserkennung)
/CA Collision Avoidance abhören des Mediums und abwarten einer bestimmten Zeit

Medienzugriff: Listen before Talk (LBT)



Aufgabe 6: Beantworten Sie folgende Fragen zum Ethernet-Protokoll.

3.3.3

- 1 Wie groß kann ein Ethernet-Frame maximal sein?

Standard: 64 Byte
Max: 1518 Byte

- 2 Wie groß ist ein Ethernet-Header?

14 Byte für Header Ziel (6), Absender (6), Type (2)

3 Wie groß ist der gesamte Protokolloverhead bei Ethernet?

18 Byte Header (14) + Prüfsumme (4)

4 Wie groß ist ein Ethernet-Frame, wenn er eine Message von 2 Byte übertragen?

Standard: 64 Byte (Overhead + min. Nutzdaten)

5 Wie viele Bytes Nutzdaten kann ein Ethernet-Frame maximal transportieren?

1500 Byte max. Nutzdaten + 18 Byte (Header + Prüfsumme) = 1518 Byte

6 Was ist ein VLAN-Tag?

Bei tagged VLANs können mehrere VLANs über einen einzelnen Switch-Port genutzt werden. Die einzelnen Ethernet Frames bekommen dabei Tags angehängt, in dem jeweils die VLAN-ID vermerkt ist zu dessen VLAN das Frame gehört.

7 Was versteht man unter dem Begriff „Trunk“, in Bezug auf VLANs?

Mit VLAN-Trunking lassen sich Switches so verschalten, dass sie mehrere verschiedene VLANs untereinander zu Netzwerken verbinden. VLAN-Trunking ist in der Lage, die Informationen mehrerer virtueller LANs über eine einzige Leitung zu übertragen. Es lassen sich einzelne oder gebündelte Ports für das Trunking verwenden.

8 Wozu werden VLANs eingesetzt?

VLANs ermöglichen die Aufteilung eines Netzwerks in kleine separierte Einheiten. Zudem erlauben sie eine weitergehende Datenflusssteuerung. Dient der klaren Trennung von Arbeitsgruppen oder Abteilungen, Pakete werden entspr. ihrer VLAN-Zugehörigkeit gekennzeichnet (VLAN-Tagging)

9 Welche Aussage können Sie treffen, wenn in einem Ethernet-Header auf die Absender-Adresse das Bitmuster 0000 1000 0000 0000 (0x0800) folgt ?

IPv4-Daten

10 Welche Aussage können Sie treffen, wenn in einem Ethernet-Header auf die Absender-Adresse das Bitmuster 1000 0001 0000 0000 (0x8100) folgt ?

VLAN-Daten

Aufgabe 7: Erstellen Sie eine Liste von Netzwerkanwendungen und suchen Sie die TCP- oder UDP-Ports, die hierbei verwendet werden.

Die Netzwerkprotokolle TCP (Transmission Control Protocol) und UDP (User Datagram Protocol) benutzen Portnummern, kurz Ports genannt, um die laufenden Anwendungen auf einem Rechner zu adressieren. Um einen Rechner in einem Netzwerk anzusprechen (zu adressieren), benötigt man eine IP-Adresse. Um eine Anwendung auf einem Rechner anzusprechen, benötigt man einen Port. Eine Reihe von Ports sind fest vergeben. Eine größere Menge Ports sind „registriert“, sie sind für bestimmte Anwendungen vorgesehen. Ein Rest ist noch unbelegt. Eine bestimmte Anwendung auf einem bestimmten Rechner wird daher durch die IP-Adresse des Rechners und einen Port adressiert. Diese Zahlen- bzw. Adresskombination nennt man Socket. Die Schreibweise ist <IP-Adresse>:Port-Nummer. Beispiel: 10.1.2.3:80 ist der Socket für die Webanwendung (Port 80) auf dem Rechner 10.1.2.3.

3.3.4

1 Beantworten Sie die folgenden Fragen unter Zuhilfenahme des Schülerbuches.**a)** Wie nennt man die ersten 1024 Ports, die fest ihren Anwendungen zugeordnet sind?

System-Ports

Diese Ports werden auch well-known Ports genannt und sind für Dienste reserviert, wenn sie nicht bereits als „reservierte Ports“ der IANA selbst (etwa für zukünftige Erweiterungen) zugewiesen worden sind, was etwa insbesondere auf die Intervall-Grenzen zutrifft (zum Beispiel: 0, 1023, 1024), die also nicht für die Verwendung für Server zur Verfügung stehen. Neue Zuordnungen erfolgen nur unter Beteiligung der Internet Engineering Task Force (IETF)

b) Wie nennt man die Ports, für die bestimmte Anwendungen vorgemerkt sind?

Registered Ports (1024... 49151); 49152 ... 65535 sind dynamische oder private Ports

c) Wie viele Sockets sind für eine Kommunikation notwendig?Socket = Schnittstellen für andere Programme (API) [IP-Adresse + Port (eindeutig adressiert)]
notwendig mindestens 2 Sockets (Sender/Empfänger)

2 Ergänzen Sie die freien Felder in der Liste von wichtigen Portnummern.

Port	Anwendung	Beispiel, Erläuterungen
80	Webdienste	Browser, Webserver
1194		
	SSH	
		genaue Uhrzeit im Internet abrufen
		Webdienst über HTTP, gesicherte Verbindung
		FTP-Datenübertragung
		FTP-Steuerkommandos
631		
	IMAP	
80		
		Email von einem Server abrufen mit POP3
143		



3.3.5

Aufgabe 8: Erarbeiten Sie die grundlegenden Anwendungsfälle für Cloud Computing.

In vielen Fällen ist das Auslagern von IT oder zugehöriger Teilaufgaben in eine Cloud sinnvoll. Geben Sie an, bei welchen Anwendungen es besser oder sinnvoller ist, eine Cloud-Lösung einzurichten, anstatt Rechenleistung und Ressourcen im eigenen Datacenter vorzuhalten?

Anwendungsfall	Cloud oder eigener Serverdienst (mit Begründung)
Das tägliche Datenvolumen wächst und der Fileserver kommt bald an seine Grenzen.	CLOUD: um den Fileserver zu entlasten
Durch eine Werbeaktion wird in den nächsten vier Wochen eine hohe Zahl an Zugriffen aus dem Internet erwartet.	Serverdienst: schnellerer Zugriff möglich (Hardware-Steuerung)
Virtuelle Server sollen lastabhängig hoch- und heruntergefahren werden.	Serverdienst: Kann besser kontrolliert werden
Die Internetanbindung eines Datacenters ist im Regelbetrieb ausreichend. Zu Stoßzeiten ist der Datendurchsatz aber zu gering.	Serverdienst: Kann besser kontrolliert werden
Es werden sensitive Daten verarbeitet, die auf keinen Fall über das Internet übertragen werden sollen.	Server = im Internet also auf Serverdienst zurückgreifen
Es werden sensitive Daten verarbeitet, die im Geltungsbereich des deutschen Datenschutzrechtes gespeichert werden müssen.	Liegt die CLOUD in Deutschland kann hier auf diese zurückgegriffen werden, sonst eigener Serverdienst