

Grundlagen der Informationstechnik

Übung 01 - Grundlagen

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig
Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze (IDA)
Abteilung Kommunikationsnetze

AG Communications Networks and Systems (CNS)

Prof. Dr. Admela Jukan

- www.tu-bs.de/kns/jukan
- a.jukan@tu-braunschweig.de
- Sprechstunde: nach Vereinbarung

Vorlesung

- Termine: VL/UE Freitag, 13:15 – 14:45, SN 23.1
- Folien: [StudIP](#)
- Kontakt, Fragen und Anregungen: m.michalke@tu-braunschweig.de
k.thang@tu-braunschweig.de

Prüfung

- Klausurtermin: Fr., 23. Februar 2024 | 11.00 – 13.00 | Einlass ab 10.30
UP 3.007, Sporthalle Campus Nord
- Änderungen möglich!
- Aktuelle Informationen unter
<https://www.tu-braunschweig.de/eitp/pruefungen>

- Kurose J. F.; Ross, K. W.: Computernetze, Addison Wesley, ISBN 3-8263-6016-4
 - Sehr gutes, Buch, beschränkt sich hauptsächlich auf das IP-Protokoll
 - Als Semesterausleihe in der Uni-Bibliothek erhältlich
- Peterson, L. P.; Davie, S. D.: Computer Networks, Morgan Kaufmann
 - Modernes Lehrbuch, jedoch fehlt an einigen Stellen die Detailtiefe
- Stallings, W.: Data and Computer Communications, Prentice Hall
- Tanenbaum, A. S.: Computernetzwerke, Prentice Hall, ISBN 3-8263-6011-5
 - Klassisches, leicht zu lesendes Standardwerk
- Internet-Standards
 - Standards und Entwürfe unter <https://www.ietf.org/>

- a) ✓ Sie bekommen von einem/r Bekannten eine Datei von 4 GBit (= 4000 MBit) an Ihren PC gesendet. Der Transfer dauert insgesamt exakt fünf Minuten. Berechnen Sie die Übertragungsgeschwindigkeit v_B .
- b) ✓ Sie nehmen einige Änderungen an der Datei vor, sodass die neue Größe nun 6 GBit beträgt. Da Ihr/e Bekannte/r lediglich drei Minuten Fußweg entfernt wohnt, übertragen Sie eine zweite Datei gleicher Größe auf einen USB-Stick und bringen diesen direkt vorbei. Der Stick hat eine Schreibrate von 80 Mbit/s und eine Leserate von 120 Mbit/s. Erzielen Sie hierdurch eine höhere theoretische Übertragungsrate? (Berücksichtigen Sie bei der Berechnung ausschließlich die Zeit zum Schreiben der Daten, den Transportweg und die Zeit zum Lesen der Daten)

- c) ✓ Sie stellen fest, dass Ihr Internetanschluss über eine Downloadrate von 500MBit/s verfügt, die laut Ihrem Zugangsgerät auch tatsächlich anliegt. Erklären Sie warum die Datei dennoch nur mit der in (a) errechneten Datenrate übertragen wurde.
Worauf bezieht sich die von Ihrem Gerät angegebene Downloadrate?

- a) Sie bekommen von einem/r Bekannten eine Datei von 4 GBit (=4000 MBit) an Ihren PC gesendet. Der Transfer dauert insgesamt exakt fünf Minuten. Berechnen Sie die Übertragungsgeschwindigkeit v_B .

$$L = 4 \text{ Gbit} = 4000 \text{ Mbit} ; \quad t_T = 5 \text{ min} = 300\text{s}$$

$$t_T = \frac{L}{v_B} \rightarrow v_B = \frac{L}{t_T}$$

$$v_B = \frac{4000 \text{ Mbit}}{300\text{s}} = 13 \text{ Mbit/s}$$

- b) [...] Erzielen Sie hierdurch eine höhere theoretische Übertragungsrate? (Berücksichtigen Sie bei der Berechnung ausschließlich die Zeit zum Schreiben der Daten, den Transportweg und die Zeit zum Lesen der Daten)

$$L = 6 \text{ Gbit} = 6000 \text{ Mbit} ; \quad t_T = 3 \text{ min} = 180 \text{ s} ; \quad t_T = \frac{L}{v_B} \rightarrow v_B = \frac{L}{t_T}$$
$$v_{B1} = 80 \text{ Mbit/s} ; \quad v_{B2} = 120 \text{ Mbit/s}$$

$$\frac{L}{v_{B1}} = \frac{6000 \text{ Mbit/s}}{80 \text{ Mbit/s}} = 75 \text{ s} ; \quad \frac{L}{v_{B2}} = \frac{6000 \text{ Mbit/s}}{120 \text{ Mbit/s}} = 50 \text{ s}$$

$$\rightarrow t_{total} = t_{write} + t_{transport} + t_{read}$$

$$= 75 \text{ s} + 180 \text{ s} + 50 \text{ s} = 305 \text{ s}$$

- b) [...] Erzielen Sie hierdurch eine höhere theoretische Übertragungsrate? (Berücksichtigen Sie bei der Berechnung ausschließlich die Zeit zum Schreiben der Daten, den Transportweg und die Zeit zum Lesen der Daten)

$$L = 6 \text{ Gbit} = 6000 \text{ Mbit} ; \quad t_T = 3 \text{ min} = 180 \text{ s} ; \quad t_T = \frac{L}{v_B} \rightarrow v_B = \frac{L}{t_T}$$
$$v_{B1} = 80 \text{ Mbit/s} ; v_{B2} = 120 \text{ Mbit/s}$$

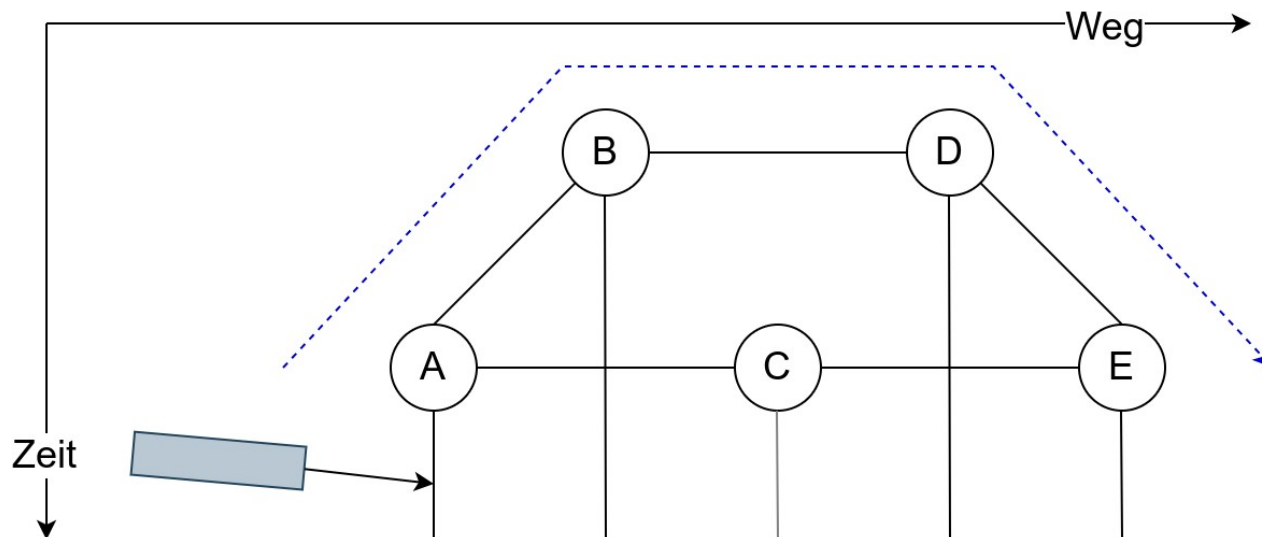
$$\rightarrow t_{total} = 305 \text{ s}$$

$$\rightarrow v_B = \frac{6000 \text{ Mbit}}{305 \text{ s}} = 19 \text{ Mbit/s}$$

→ Ja, die Übertragungsrate beträgt nun 19 Mbit/s anstatt der vorherigen 13 Mbit/s

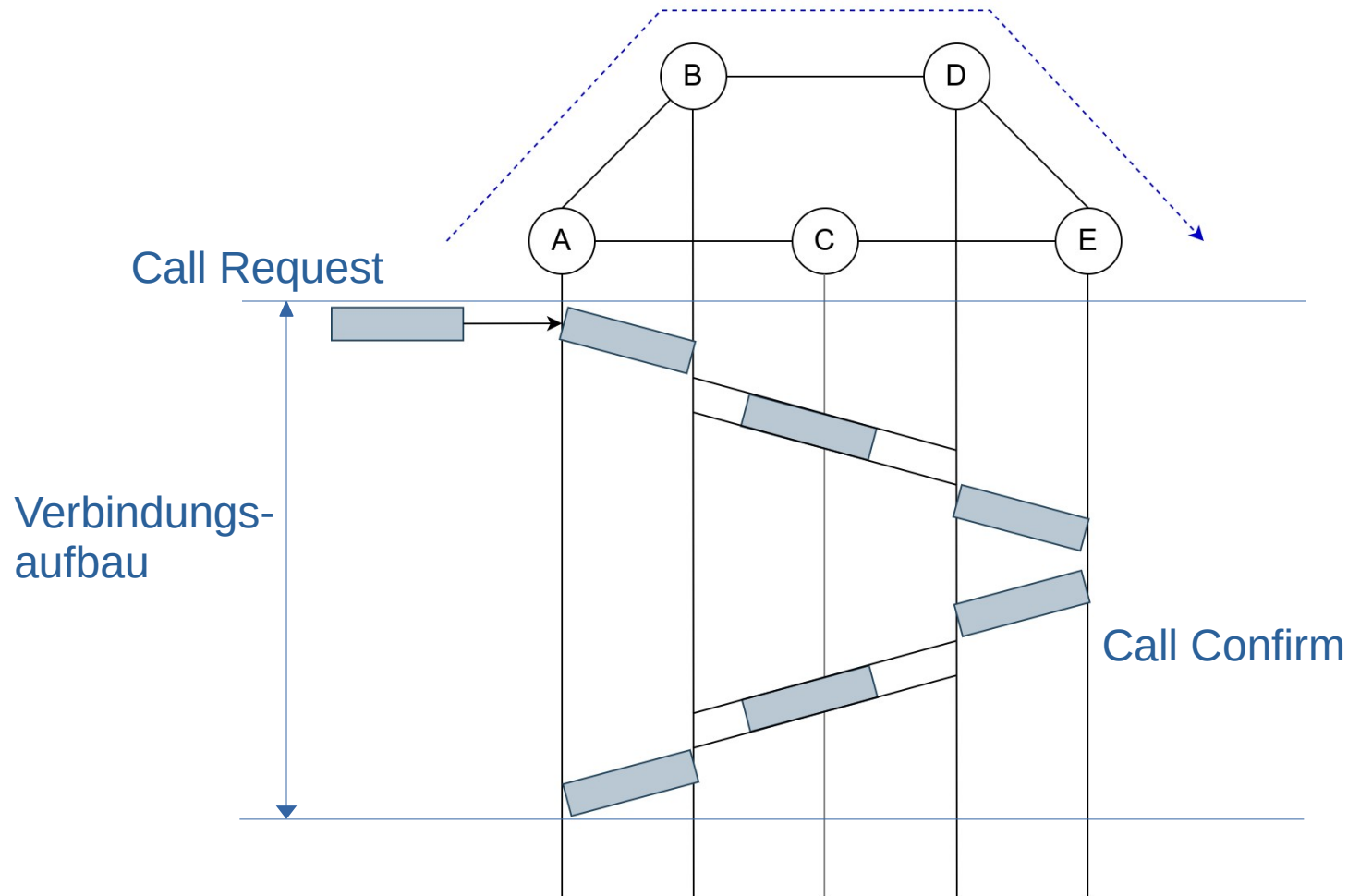
- c) Sie stellen fest, dass Ihr Internetanschluss über eine Downloadrate von 500MBit/s verfügt, die laut Ihrem Zugangsgerät auch tatsächlich anliegt. Erklären Sie warum die Datei dennoch nur mit der in (a) errechneten Datenrate übertragen wurde.
Worauf bezieht sich die von Ihrem Gerät angegebene Downloadrate?
- Auf der Verbindung offenbar ein Bottleneck-Link
 - Mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Upload-Link des Senders, da bei traditionellen Internetverbindungen Upload-Geschwindigkeit immer um eine Größenordnung langsamer als Download
 - Die Download-Geschwindigkeit wird von Zugangsgeräten immer gegen die Infrastruktur des Providers gemessen
 - Geräte außerhalb dieser Infrastruktur können durchaus mit langsamer Geschwindigkeit senden, jedoch nie mit höherer (da ansonsten der Internetzugang ein Bottleneck bildet)

- a) Zeigen Sie den Verbindungsaufbau beim Circuit Switching für den unten angegebenen Pfad und beschriften Sie die Zeichnung.
- b) Nennen Sie Unterschiede bei der Datenübertragung zwischen Circuit Switching und Virtual Circuit Packet Switching.



- c) ✓ Zeichnen Sie die Übertragung von 2000 **Byte** Daten entlang des Pfades aus a) für das Circuit Switching und für das Virtual Circuit Switching. Gehen Sie davon aus, dass der Verbindungsaufbau bereits stattgefunden hat und dass für die Daten beim Virtual Circuit Switching die maximale Paketgröße 500 Bytes beträgt. Gegeben sind $v_B = 1 \text{ Mbit/s}$ und $\tau = 2\text{ms}$. Nehmen Sie für das Circuit Switching $\tau_{\text{Ges}} = 3\tau$ und für das Virtual Circuit Switching $t_s = 1\text{ms}$ an. Berechnen Sie für das Circuit Switching die Übertragungsdauer und für das Virtual Circuit Switching die Paketübertragungsdauer eines Paketes. Die Zeit zwischen dem Senden zweier Pakete wird als vernachlässigbar klein angenommen. Geben Sie auch für beide Verfahren die gesamte Dauer des Informationstransfer t_{ges} an.

a) Zeigen Sie den Verbindungsaufbau beim Circuit Switching für den unten angegebenen Pfad und beschriften Sie die Zeichnung.



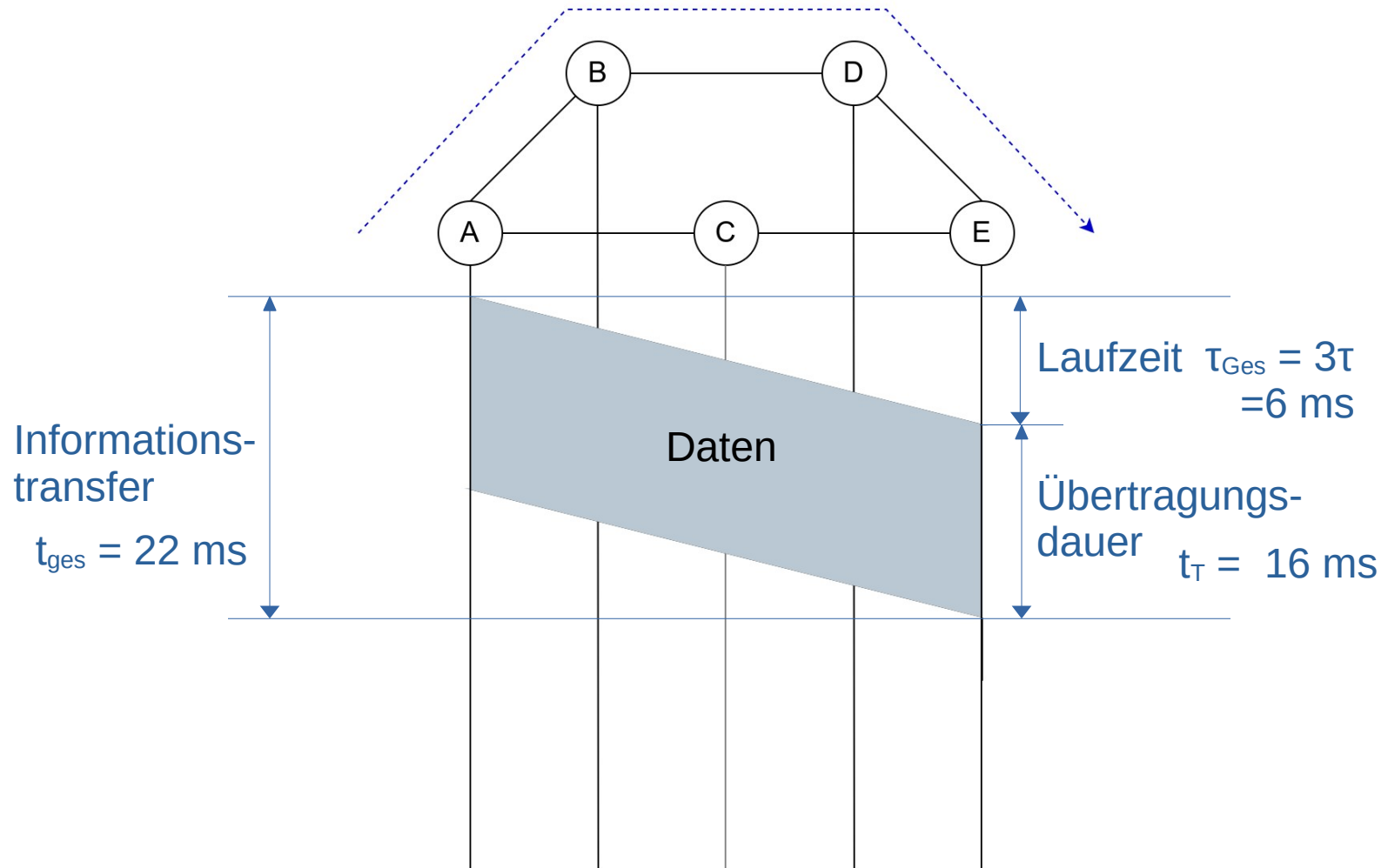
b) Nennen Sie Unterschiede bei der Datenübertragung zwischen Circuit Switching und Virtual Circuit Packet Switching.

- Setup Pakete beim Verbindungsaufbau anhand von Quell- und Zieladresse
- Umfasst auch Aspekte des Packet Switching
 - Zur Übertragung Daten in kleinere Pakete begrenzter Größe zerlegt
 - Pakete werden abschnittsweise (von Router zu Router) übertragen
 - Store and Forward: An Hops vollständig empfangen und zwischengespeichert (store) bevor sie weiter übertragen werden (forward)
 - Zusätzlicher Delay durch Bearbeitungszeit $t_S = t_W + t_P$

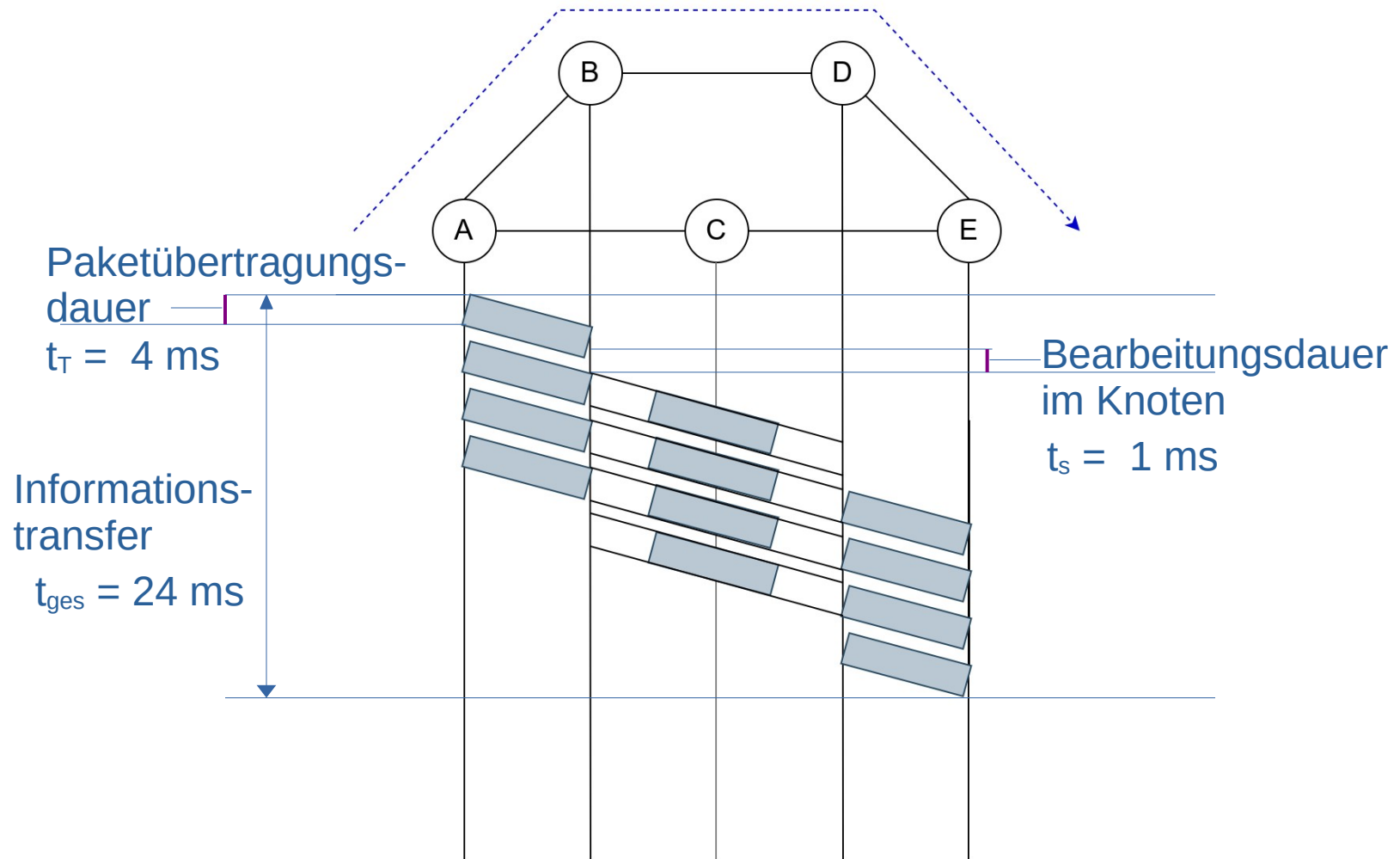
- c) Zeichnen Sie die Übertragung von 2000 Byte Daten entlang des Pfades aus a) für das Circuit Switching und für das Virtual Circuit Switching. Gehen Sie davon aus, dass der Verbindungsaufbau bereits stattgefunden hat und dass die Daten beim Virtual Circuit Switching die maximale Paketgröße 500 Bytes beträgt. Gegeben sind $v_B = 100 \text{ kbit/s}$ und $\tau = 2 \text{ ms}$. Nehmen Sie für das Circuit Switching $\tau_{\text{Ges}} = 3\tau$ und für das Virtual Circuit Switching $t_s = 1 \text{ ms}$ an. Berechnen Sie für das Circuit Switching die Übertragungsdauer und für das Virtual Circuit Switching die Paketübertragungsdauer eines Paketes. Die Zeit zwischen dem Senden zweier Pakete wird als vernachlässigbar klein angenommen. Geben Sie auch für beide Verfahren die gesamte Dauer des Informationstransfer t_{ges} an.

Zeichnungen sind nicht maßstabsgetreu!

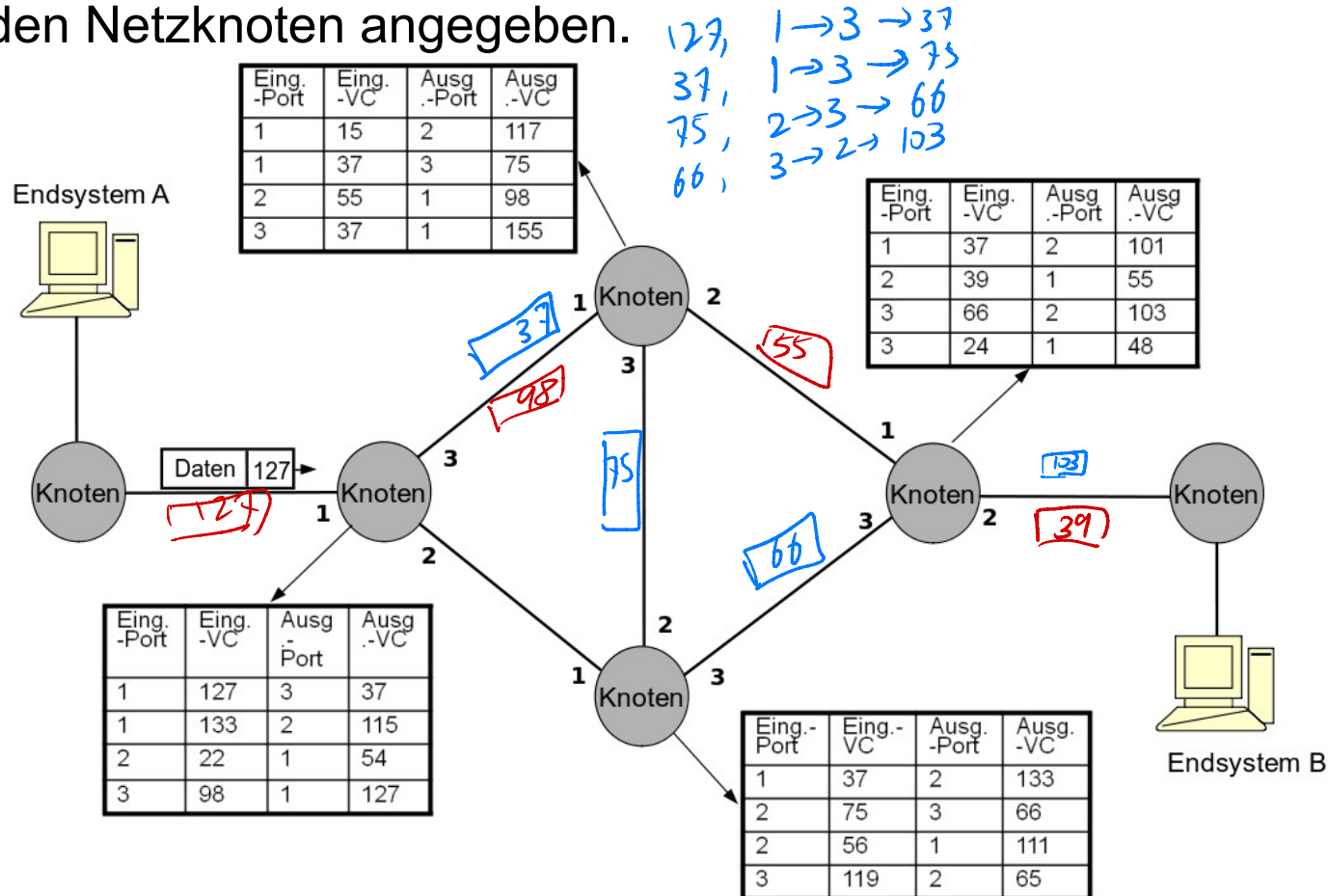
Circuit Switching



Virtual Circuit Packet Switching



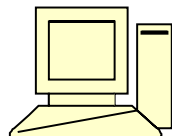
Das Bild zeigt einen Ausschnitt eines paketvermittelnden Netzes, welches virtuelle Kanäle (virtual circuits, VC) verwendet. Die VC-Übersetzungstabellen sind abhängig von den Ein- und Ausgangsports für jeden Netzknoten angegeben. $1 \rightarrow 3 \rightarrow 37$



- a) Vervollständigen Sie das Bild indem Sie den Weg und die virtuellen Kanalnummern des beispielhaft gezeigten Paketes eintragen, dass vom Endsystem A zum Endsystem B übertragen werden soll.
- b) Welchen Weg nimmt ein Antwortpaket vom Endsystem B zum Endsystem A, falls dieses mit der virtuellen Kanalnummer 39 gesendet wird.
- c) Woher kennt der Netzknoten die Zuordnung der virtuellen Kanalnummern und kann es zwei Abschnitte innerhalb einer virtuellen Verbindung mit gleichen Werten der virtuellen Kanalnummer geben?
- d) Was versteht man unter der Zustandsinformation in einem VC - Netzwerk?
- e) Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile eines VC - Netzes.

- a) Vervollständigen Sie das Bild indem Sie den Weg und die virtuellen Kanalnummern des beispielhaft gezeigten Paketes eintragen, dass vom Endsystem A zum Endsystem B übertragen werden soll.

Endsystem A

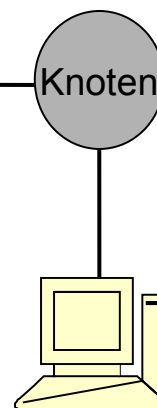


Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	15	2	117
1	37	3	75
2	55	1	98
3	37	1	155

Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	37	2	101
2	39	1	55
3	66	2	103
3	24	1	48

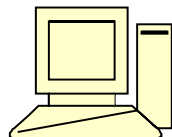
Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	127	3	37
1	133	2	115
2	22	1	54
3	98	1	127

Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	37	2	133
2	75	3	66
2	56	1	111
3	119	2	65

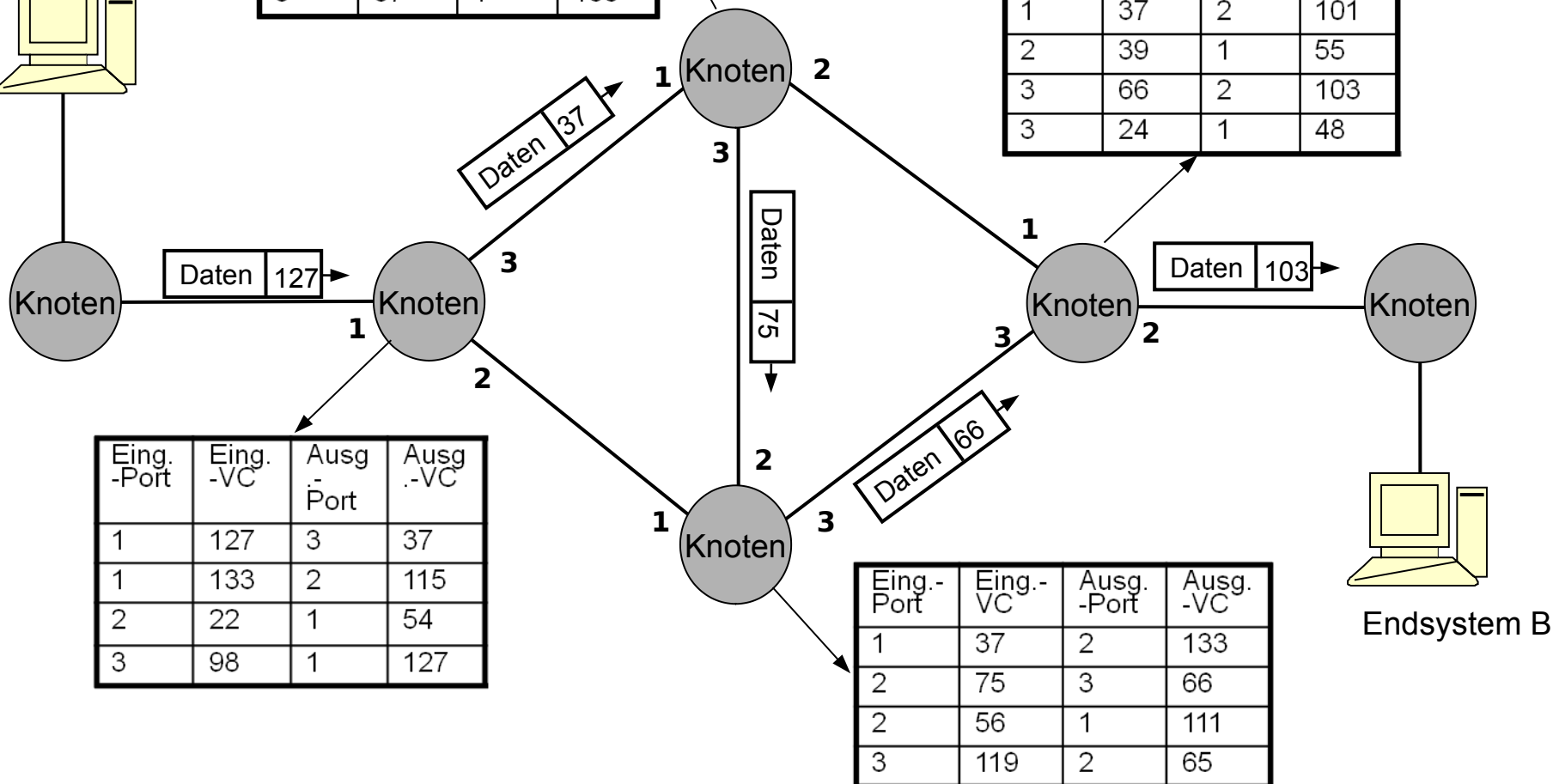


Endsystem B

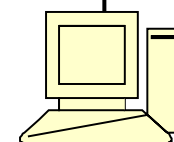
Endsystem A



Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	15	2	117
1	37	3	75
2	55	1	98
3	37	1	155

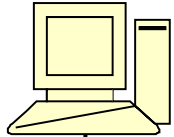


Endsystem B



- b) Welchen Weg nimmt ein Antwortpaket vom Endsystem B zum Endsystem A, falls dieses mit der virtuellen Kanalnummer 39 gesendet wird.

Endsystem A

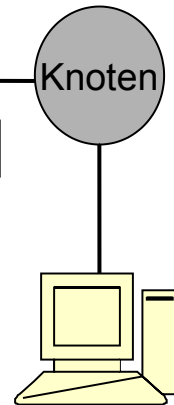


Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	15	2	117
1	37	3	75
2	55	1	98
3	37	1	155

Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	37	2	101
2	39	1	55
3	66	2	103
3	24	1	48

Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	127	3	37
1	133	2	115
2	22	1	54
3	98	1	127

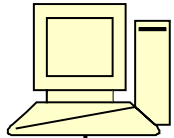
Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	37	2	133
2	75	3	66
2	56	1	111
3	119	2	65



Endsystem B

39 Daten

Endsystem A

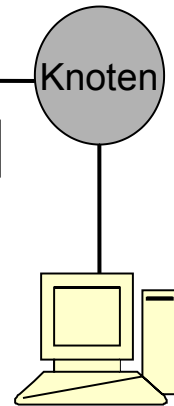


Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	15	2	117
1	37	3	75
2	55	1	98
3	37	1	155

Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	37	2	101
2	39	1	55
3	66	2	103
3	24	1	48

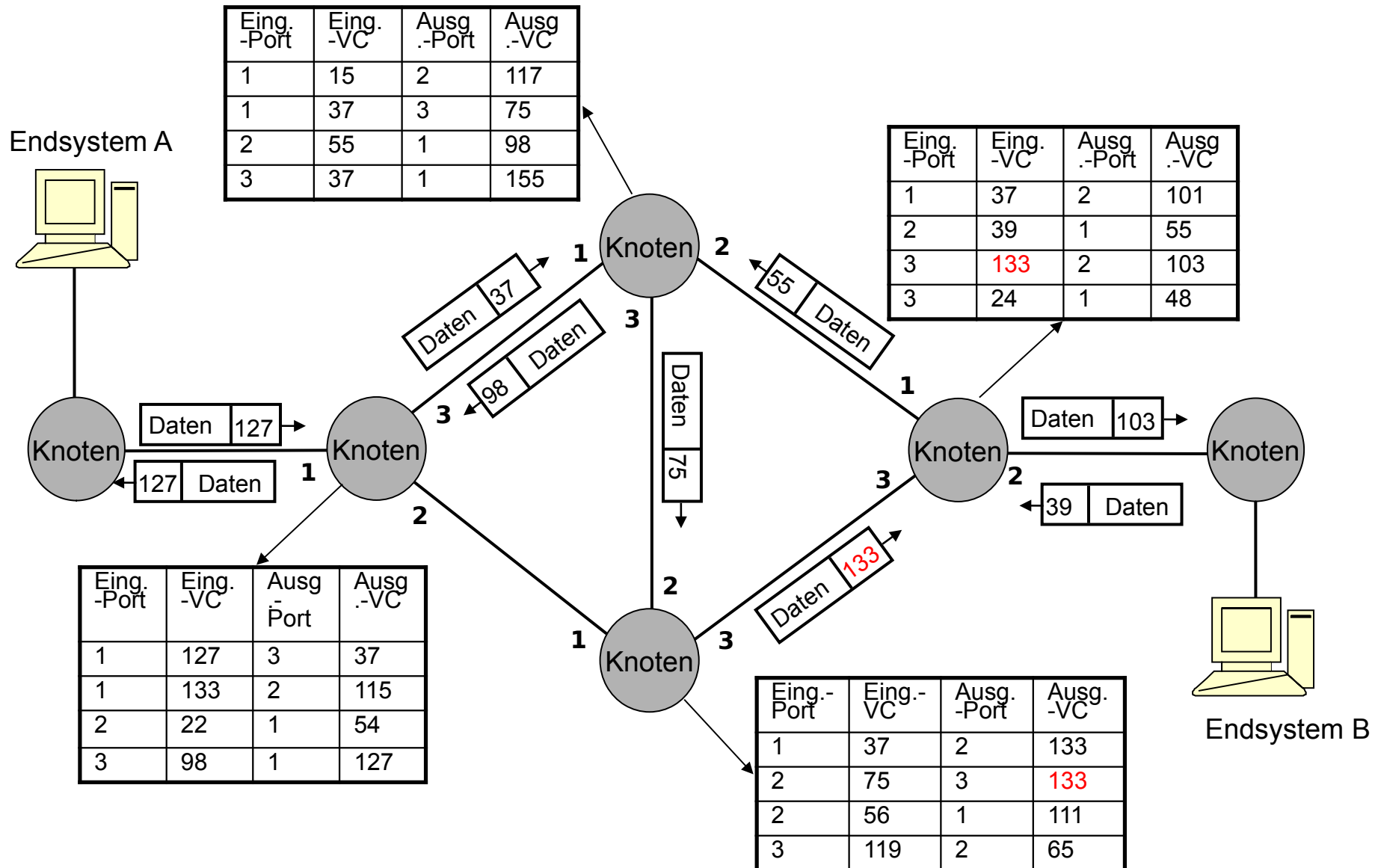
Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	127	3	37
1	133	2	115
2	22	1	54
3	98	1	127

Eing.-Port	Eing.-VC	Ausg.-Port	Ausg.-VC
1	37	2	133
2	75	3	66
2	56	1	111
3	119	2	65



Endsystem B

- c) Woher kennt der Netzknoten die Zuordnung der virtuellen Kanalnummern und kann es zwei Abschnitte innerhalb einer virtuellen Verbindung mit gleichen Werten der virtuellen Kanalnummer geben?
- VC - Kanalnummern werden abschnittsweise beim Verbindungsaufbau vergeben (Signalisierungsprotokoll)
 - Können für jedes Ausgangsinterface (Port) des Netzknotens neu vergeben werden
 - Nur auf dem jeweiligen Link-Abschnitt gültig
 - Gleiche Nummern können auf anderem Abschnitt neu vergeben werden



- d) Was versteht man unter der Zustandsinformation in einem VC - Netzwerk?
- In VC - Netzwerken muss ein Netzknoten Informationen über den Zustand seiner virtuellen Verbindung verwalten
 - Teil dieser Informationen ist VC - Übersetzungstabelle

e) Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile eines VC - Netzes.

Nachteile:

1. Es wird ein Signalisierungsprotokoll zum Verbindungsauf- und -abbau benötigt.
2. Jeder Knoten muss Zustandsinformationen über jede seiner Verbindungen unterhalten. Hieraus resultiert eine höhere Komplexität des Netzknotens, der zu einem geringeren Paketdurchsatz bzw. zu höheren Durchsatzdauern führen kann.
3. Fällt ein Knoten des virtuellen Pfades aus, so muss die Verbindung neu aufgebaut werden.

e) Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile eines VC - Netzes.

Vorteile:

4. Alle Pakete folgen dem gleichen Weg durch das Netz
→ Reihenfolge der gesendeten Pakete bleibt erhalten.
5. QoS Garantien wie eine garantierte Übertragungsrate oder maximale Ende-zu-Ende-Transferdauern sind leichter zu realisieren (insbesondere wegen der Punkte 3. und 4).