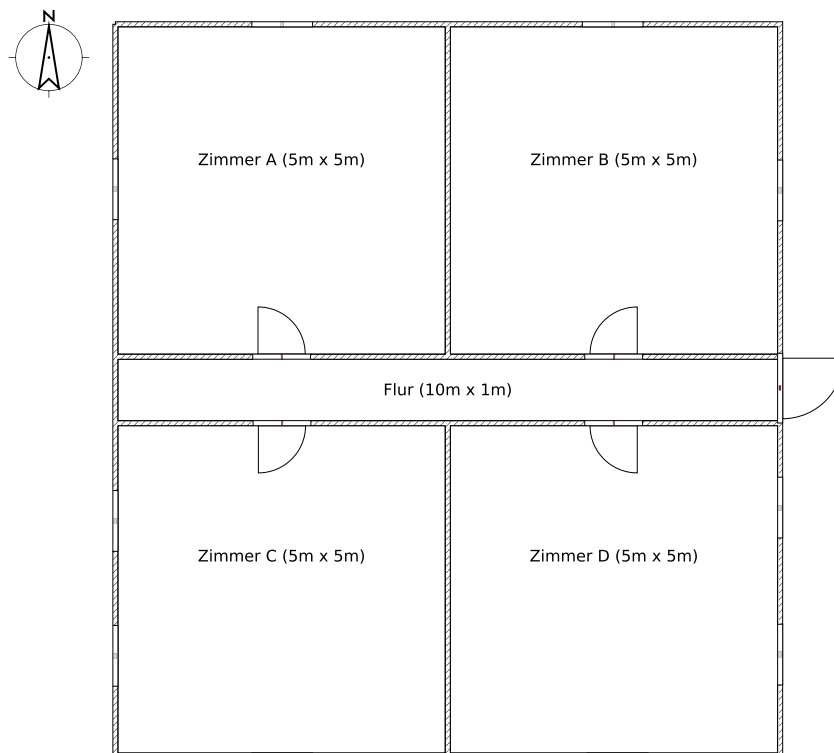


Übung 5

Abgabe: 14. Juni 2021

Aufgabe 5.1: Lokale Netze (8 + 2 = 10 Punkte)

Sie möchten vier Rechner in einem eingeschossigen Gebäude miteinander vernetzen. Das Gebäude hat vier Räume, in jedem Raum steht ein Rechner genau in der Mitte. Sie möchten keine Löcher bohren und Leitungen nur im rechten Winkel verlegen. Die Wände seien vernachlässigbar dünn.



Sie wollen Kupferleitungen nutzen (Ausbreitungsgeschwindigkeit: $2 \cdot 10^8$ m/s) und verwenden eine Datenrate von 10 Gbit/s. Sie legen eine maximale Rahmenlänge von 1500 Byte fest.

Zur Vernetzung haben Sie die Wahl zwischen

1. *Token Ring*,
2. *Ethernet mit einem Hub* und
3. *Ethernet mit einem Full-Duplex-Switch*.

Es seien die folgenden Rahmenbedingungen vorgegeben:

- Token Ring verwende das in <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=193467> auf Seite 23 dargestellte Rahmenformat.
- Es werden 6 Byte lange MAC-Adressen verwendet.
- Verzögerungszeiten durch aktive Anschlüsse bei Token Ring bzw. durch Hub oder Switch bei Ethernet sollen vernachlässigt werden.

- Token Ring operiert eigentlich nur mit 16 Mbit/s; hier soll aber davon ausgegangen werden, dass auch ein Betrieb mit 10 Gbit/s möglich ist. Die Token Holding Time sei so festgelegt, dass man genau einen Rahmen maximaler Länge versenden kann, bevor man das Token weitergeben muss.
- Ignorieren Sie, dass 10-Gigabit-Ethernet eigentlich keine Hubs erlaubt und kein CSMA/CD unterstützt; nehmen Sie an, dass dies doch möglich ist.
- Der Hub bzw. Switch bei Ethernet soll so platziert werden, dass er zu allen Rechnern den gleichen Abstand hat; es macht nichts aus, wenn er irgendwo im Weg steht.

a) *Bestimmen Sie jeweils für alle drei Optionen:*

- i) (1 Punkt) den *Bedarf an Leitungen*.
- ii) (2,5 Punkte) die *technisch notwendige minimale Rahmenlänge*, d.h. wie viele Bytes müssen versendet werden, wenn der kleinstmögliche Rahmen übertragen werden soll (ignorieren Sie dabei die Vorgaben der Ethernet-Standards von 64 bzw. 520 Byte).
- iii) (2,5 Punkte) die *mittlere Zeit vom Sendewunsch eines Rahmens minimaler Länge bei Rechner A bis zum vollständigen Empfang dieses Rahmens bei Rechner D, wenn momentan keine andere Station sendet und senden möchte*.
- iv) (2 Punkte) die *mittlere Zeit vom Sendewunsch eines Rahmens minimaler Länge bei Rechner A bis zum vollständigen Empfang dieses Rahmens bei Rechner D, wenn Rechner B und C durchgängig Rahmen maximaler Länge aneinander versenden*. (Nehmen Sie im Fall von Ethernet an, dass B und C nicht durch den BEB gebremst werden.)

b) Anstelle der Verkabelung möchten Sie nun WLAN einsetzen. Hierzu positionieren Sie einen Access Point so, dass er zu allen Rechnern den gleichen Abstand hat; es macht auch hierbei nichts aus, wenn er irgendwo im Weg steht. Nehmen Sie an, dass das WLAN im Access-Point-Modus wie folgt operiert: Der Rechner, der ein Paket senden möchte, sendet dieses zunächst nach dem in der Vorlesung vorgestellten Medienzugriffsverfahren an den Access Point. Der Access Point bestätigt den Erhalt ebenfalls nach dem bekannten Verfahren. Anschließend wartet er ein weiteres PIFS und leitet sodann das Paket an den Zielrechner weiter, der den Empfang gegenüber dem Access Point bestätigt.

Folgende Parameter seien, in Anlehnung an den IEEE 802.11n-Standard im 5 GHz Band, gegeben:

- SIFS: $16 \mu s$
- PIFS: $25 \mu s$
- DIFS: $34 \mu s$
- Der Random Backoff beginnt zunächst mit 32 Slots und einer Slot Time von $9 \mu s$. Dies bedeutet, dass der nicht priorisierte Medienzugriff nach einer DIFS plus 0 bis 31 Random Backoff Slots erfolgt.
- Datenrate: 64 MBit/s
- Gesamtgröße eines ACK-Frames: 30 Byte
- Header/Trailer eines Nutzdaten-Frames: zusammen 30 Byte
- Signalausbreitungsgeschwindigkeit in Luft und durch Wände: $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Aktuell sei der Kanal belegt. Rechner A möchte einen Rahmen an D versenden. *Bestimmen Sie ab Freiwerden des Kanals die mittlere Zeit zum Versenden eines Rahmens mit 40 Byte Nutzdaten von Rechner A an D, bis der Kanal nach abgeschlossener Übertragung wieder frei wird. Gehen Sie davon aus, dass während des gesamten Vorgangs keine andere Station sendet.*

