

Rechnernetze und verteilte Systeme

Übungsblatt 11

Koenig.Noah@campus.lmu.de



Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)

- Zugrundeliegendes Zugriffs-Protokoll in Ethernet 802.03
- Grundsätzliche Regeln (im Gegensatz zu Aloha)
 - **Carrier Sensing:** Bevor die Übertragung eines Rahmens initiiert wird, Kanal abhören. Falls Kanal „belegt“, warten bis Kanal frei ist.
 - Kollisionserkennung (**Collision Detection**): Tritt während der Übertragung eine Kollision auf, Übertragung abbrechen und zufällige Zeit warten bevor ein erneuter Versuch gestartet wird.

Kapitel 5
Hardwarenahe
Schichten
Folie 18

1. CSMA/CD (H)

Halbduplex

Zwei Rechner A und B seien über einen Bus miteinander verbunden. Es seien:

L Leitungslänge zwischen den Hosts, in m

R Übertragungsrate, in Bit/s

v Ausbreitungsgeschwindigkeit von Signalen im Leiter, in m/s

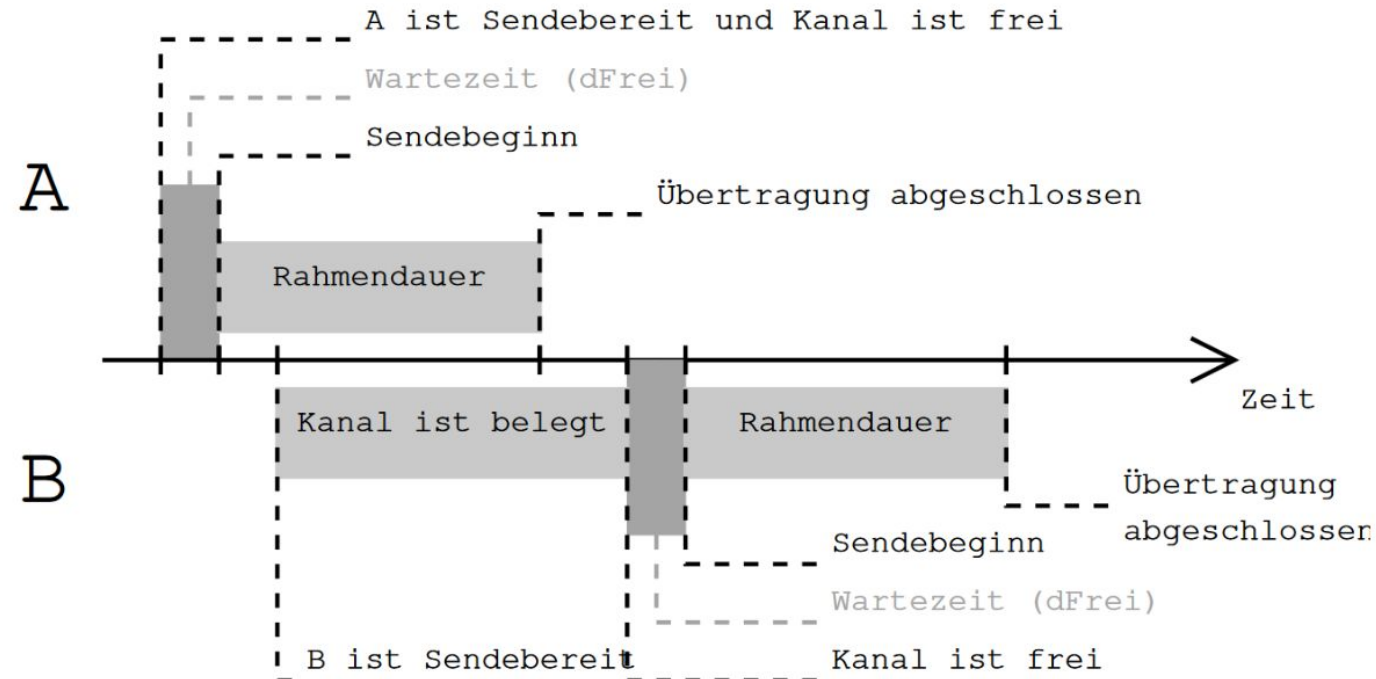
d_{jam} Länge des Störsignals, in Bit(-zeiten) ($|d_{jam}| Bit$ zu übertragen)

d_{slot} Länge eines Warteintervalls beim Exponential-Backoff Algorithmus, in Bit(-zeiten)

d_{frei} Dauer, die ein Kanal vor dem Senden frei sein muss, in Bit(-zeiten)

t_0 Zeitpunkt, zu dem beide Stationen gleichzeitig beginnen zu senden

- (a) Die Abbildung zeigt einen zeitlichen Ablauf (nicht maßstabsgetreu) in dem A und B jeweils einen Rahmen übertragen und durch CSMA eine Kollision vermieden wird. Mit CSMA erkennt B nachdem er sendebereit wird, dass bereits eine Übertragung stattfindet und wartet bis die Übertragung des Rahmens von A abgeschlossen ist und der Kanal frei ist, bevor B mit der Übertragung seines Rahmens beginnt.



Erstellen Sie analog zu dieser Abbildung ein Diagramm, dass die vollständige Übertragung jeweils eines Rahmens von A und B zeigt, wobei A und B gleichzeitig sendebereit werden, es zu einer Kollision kommt und der Konflikt mit CSMA/CD gelöst wird. *Hinweis:* Gehen Sie davon aus, dass es zu keiner weiteren Kollision kommt.

Diagramme: figma.com/file/1nu5ZBkyaC51DQdYxiHFry/RNVS-23-CSMA%2FCD

CSMA: Binary Exponential Backoff

- Nach N Kollisionen bei Übertragung eines Rahmen wird eine zufällige Zeit K aus dem Intervall $\{0, 1, 2, \dots, 2^n - 1\}$ ausgewählt.
 - Weiterhin gilt: $n = \min(N, 10)$
- Je mehr Kollisionen auftreten bei einem Rahmen, umso größer das Wartezeiten-Intervall.

Kapitel 5 Hardwarenahe Schichten
Folie 23

- (d) Zum Zeitpunkt t_0 wurde der k -te Übertragungsversuch unternommen. A wartet eine gewisse Zeit nach dem Binary Exponential-Backoff Algorithmus, vor einem erneuten Übertragungsversuch.
- i. Geben Sie die Berechnungsvorschrift für den frühest möglichen Zeitpunkt $t_{3,min}$ an, zu dem A einen erneuten Sendeversuch unternimmt.

$$t_{3,min} = t_2 + \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Zufallszahl}}}{0} * (d_{\text{slot}} / R) + (d_{\text{frei}} / R)$$

- ii. Geben Sie die Berechnungsvorschrift für den spätest möglichen Zeitpunkt $t_{3,max}$ an, zu dem A einen erneuten Sendeversuch unternimmt.

(nimm $\min(k, 10)$):

$$t_{3,max} = t_2 + (2^k - 1) * (d_{\text{slot}} / R) + (d_{\text{frei}} / R)$$

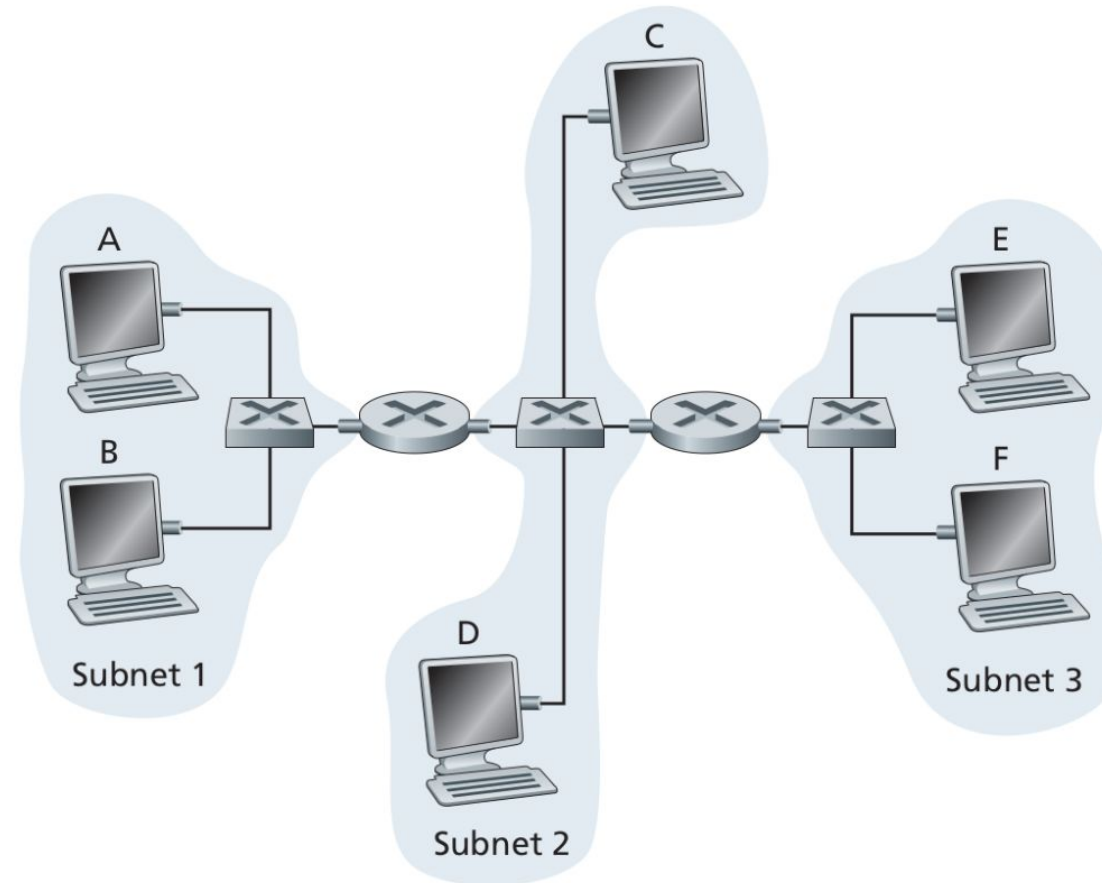
- iii. Die Wartezeit von Rechner B ist um d_{slot} größer, als die von A . Welche Bedingung muss für Leitungslänge bzw. d_{slot} gelten, damit es nicht zu einer erneuten Kollision zwischen A und B kommt?

Die Leitungslänge L darf nicht die Distanz, die ein Signal im Zeitraum d_{slot} / R zurücklegen kann, überschreiten:

$$L_{A,B} < v * (d_{slot} / R)$$

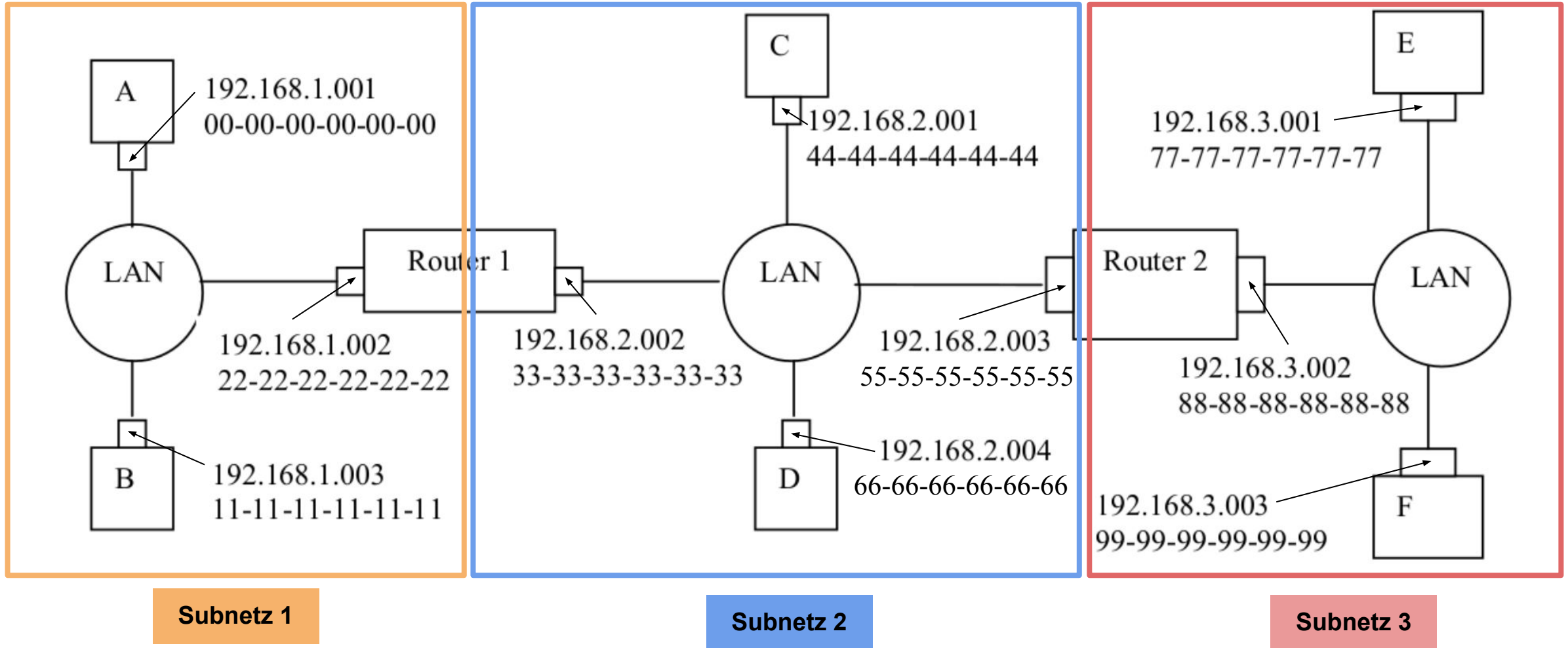
Zusammenspiel von IPv4 und ARP (H)

Abbildung 1 skizziert 3 lokale Netze (Subnetz 1 – 3), die über 2 Router miteinander verbunden sind.

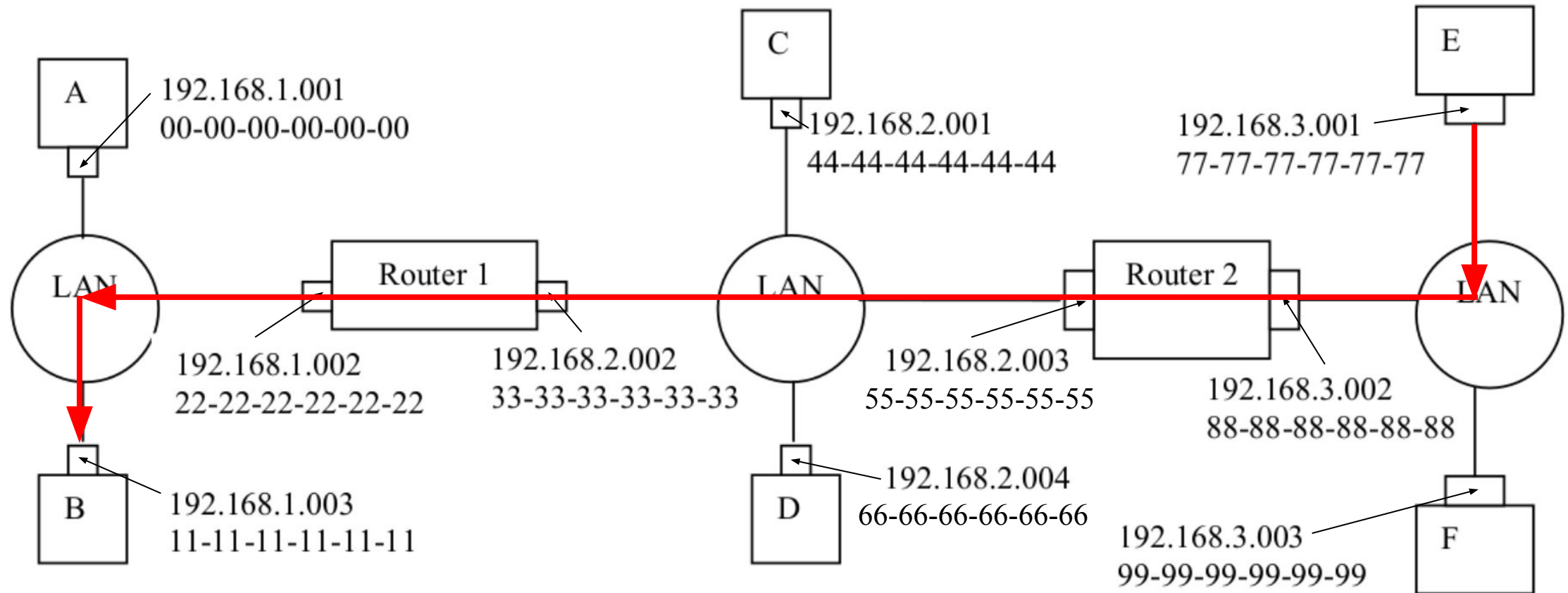


- (a) Weisen Sie den Schnittstellen aller Hosts passende IP-Adressen zu. Verwenden Sie für die jeweiligen Subnetze folgende Adressbereiche.
- Subnetz 1: 192.168.1.100/24
 - Subnetz 2: 192.168.2.100/24
 - Subnetz 3: 192.168.3.100/24
- (b) Weisen Sie jedem Interface eine eindeutige MAC Adresse zu.

Zusammenspiel von IPv4 und ARP



- (c) Angenommen Sie senden ein IP-Paket von *Host E* zu *Host B*. Nehmen Sie dabei an, dass alle ARP Einträge gültig und bereits bekannt sind. Listen Sie alle Zwischenschritte der Übertragung auf. Nennen Sie bei jedem Schritt die Quell-IP und Ziel-IP sowie Quell-MAC und Ziel-MAC.



- **Host E → Router 2**

Source:	MAC: 77-77-77-77-77-77	IP: 192.168.3.001
Destination:	MAC: 88-88-88-88-88-88	IP: 192.168.1.003

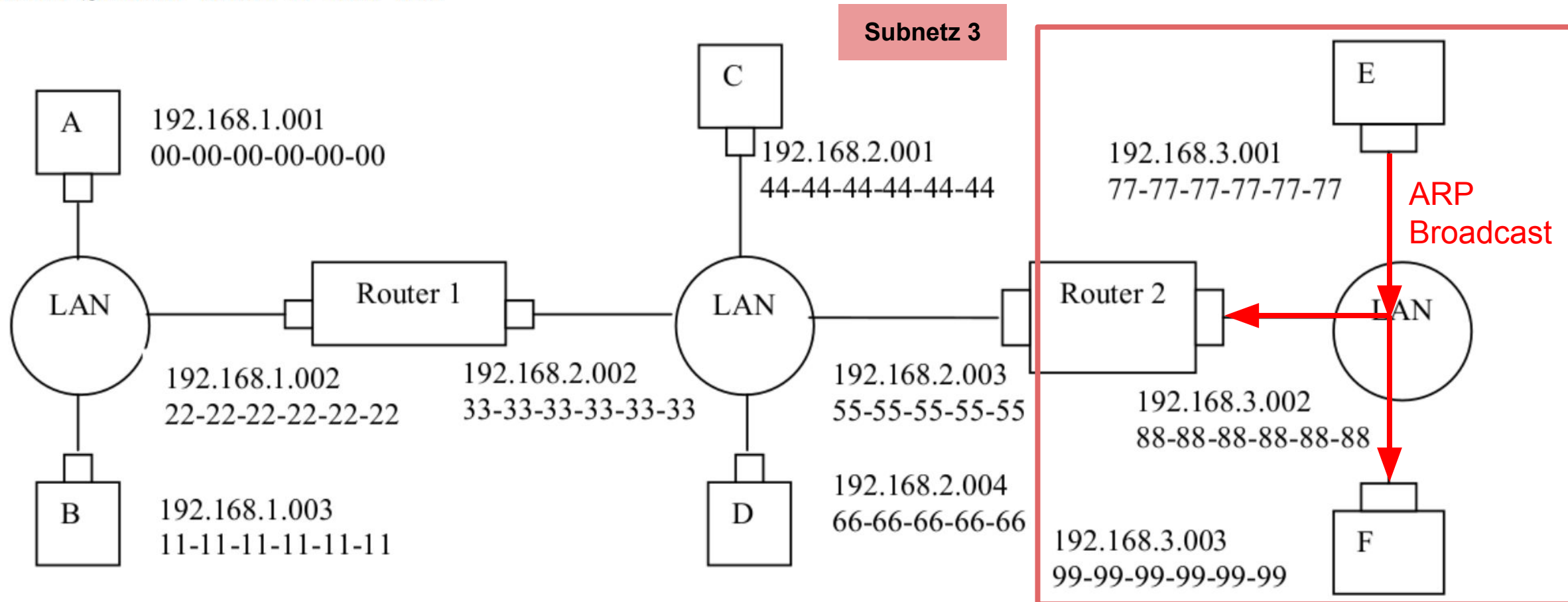
- **Router 2 → Router 1**

Source:	MAC: 55-55-55-55-55-55	IP: 192.168.3.001
Destination:	MAC: 33-33-33-33-33-33	IP: 192.168.1.003

- **Router 1 → Host B**

Source:	MAC: 22-22-22-22-22-22	IP: 192.168.3.001
Destination:	MAC: 11-11-11-11-11-11	IP: 192.168.1.003

- (d) Gegeben sei dasselbe Szenario wie in Teilaufgabe c). Nehmen Sie nun an, dass die ARP Tabelle beim Sender *Host E* leer ist.



- **Host E sendet ARP Broadcast an Teilnehmer in Subnetz 3**
Source: MAC: 77-77-77-77-77-77 IP: 192.168.3.001
Destination: **MAC: FF-FF-FF-FF-FF-FF** IP: 192.168.3.002
- **Router 2 antwortet ARP Reply an Host E**
Source: **MAC: 88-88-88-88-88-88** IP: 192.168.3.002
Destination: MAC: 77-77-77-77-77-77 IP: 192.168.3.001
- **... weiter wie in c)**

Ethernet - minimale Nachrichtenlänge (H)

Gegeben sei ein Ethernet (CSMA/CD) mit Übertragungsrate von 10 Mbit/s. Zwei Hosts sind maximal 2,5 km voneinander entfernt. Die Ausbreitungsverzögerung beträgt 2×10^8 m/s.

(a) Welche Bedeutung hat die minimale Nachrichtenlänge für die Erkennung von Kollision?

Die minimale Nachrichtenlänge garantiert, dass zwei maximal voneinander entfernte Stationen eine Kollision noch während der Übertragung erkennen können

(b) Wie groß ist die minimale Nachrichtenlänge in der angegebenen Konfiguration?

Formel:

$2 * \text{Ausbreitungsverzögerung} * \text{Übertragungsrate}$

$\rightarrow 2 * (2500\text{m} / 2 * 10^8 \text{ m/s}) * 10 \text{ Mbit/s}$

$= 2 * (2500\text{m} / 2 * 10^8 \text{ m/s}) * 10^7 \text{ bit/s}$

= 250 bit

Effizienz von Aloha

In den Vorlesungsfolien wurde die erwartete Wahrscheinlichkeit $E(p)$ von Aloha, dass bei N Sendern nur 1 Knoten sendet wie folgt definiert:

$$E(p) = Np(1 - p)^{N-1}$$

(a) Finden Sie p^* , sodass der Term maximiert wird.

als Graph: <https://www.geogebra.org/m/pgrh2rpq>

(b) Basierend auf dem Ergebnis von Teilaufgabe a). Wie ist die Effizienz bei Aloha, wenn $N \rightarrow \infty$?
Hinweis: $(1 - \frac{1}{N})^N$ nähert sich dem Term $\frac{1}{e}$, wenn $N \rightarrow \infty$.