





## Aufgabe 2 Hubs, Bridges, Switches und WLAN

Gegeben ist das Netzwerk aus Abbildung 2.1 mit verschiedenen Netzwerkkomponenten. Die Notebooks sind bereits mit dem Access Point AP assoziiert. Die ARP-Caches und Switching-Tabellen aller Geräte sind jedoch leer.

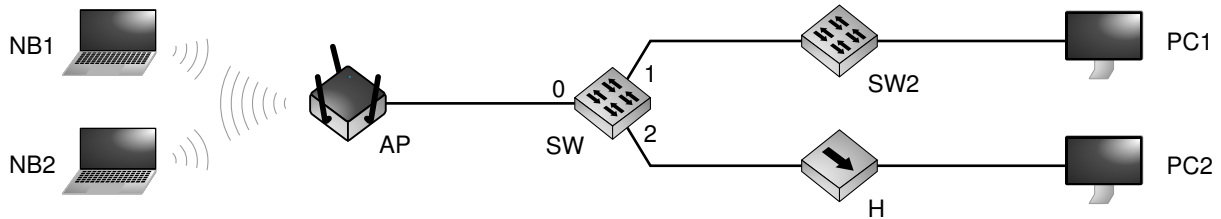


Abbildung 2.1: Topologie

a)\* Markieren Sie alle Kollisionsdomänen in Abbildung 2.1. Stellen Sie sicher, dass die Interfaces eindeutig der jeweiligen Kollisionsdomäne zugeordnet sind.

b)\* Begründen Sie für den Switch SW, den Access Point AP und den Hub H jeweils, ob sie eine MAC-Adresse besitzen oder nicht.

**Hinweis:** Überlegen Sie, ob das Gerät für die Kommunikation transparent ist oder nicht.

**NB1** möchte eine Nachricht **an PC2** senden. Nehmen Sie an, dass NB1 die MAC-Adresse von PC2 kennt.

c) Nennen Sie die Geräte, deren MAC-Adressen im Rahmen auf dem Link **von NB1 zu AP** enthalten sind. Geben Sie außerdem für jede Adresse ihre jeweilige(n) Bedeutung(en) an. Die Bedeutungen der Adressen bei WLAN sind:

- SA: Quelladresse (Source Address)
- DA: Zieladresse (Destination Address)
- TA: Senderadresse (Transmitter Address)
- RA: Empfängeradresse (Receiver Address)

Adresse/Gerät	Bedeutung(en)

Der Rahmen erreicht nun den Switch SW.

d)\* Begründen Sie, an welche Ports (0,1,2) der Rahmen von dem Switch weitergeleitet wird.

e)\* Aktualisieren Sie die Switching-Tabelle in Tabelle 2.1 so, dass sie den Zustand nach dem Durchlaufen des Rahmens durch den Switch widerspiegelt.

Teilaufgabe	Adresse/Gerät	Port
e)		
h)		

Tabelle 2.1: Switching-Tabelle des Switches SW

f) Nennen Sie die Geräte, deren MAC-Adressen im Rahmen auf dem Link **von SW zu PC2** enthalten sind. Geben Sie außerdem für jede Adresse ihre jeweilige(n) Bedeutung(en) an.

Adresse/Gerät	Bedeutung(en)

PC2 antwortet auf die Anfrage mit einem weiteren Rahmen.

g) Begründen Sie, an welche Ports (0,1,2) der Switch den Rahmen **der Antwort** weiterleitet.

h) Aktualisieren Sie die Switching-Tabelle in Tabelle 2.1 so, dass sie den Zustand nach dem Durchlaufen des Rahmens **der Antwort** durch den Switch widerspiegelt.

### Aufgabe 3 Das Address Resolution Protocol

Abbildung 3.1 zeigt ein kleines Direktverbindungsnetz mit einem PC und einem Server und den jeweiligen MAC- und IP-Adressen. Der Router R ist bei PC und Server als Default Gateway konfiguriert und ermöglicht so die Erreichbarkeit anderer Netze.

Der PC möchte nun eine Anfrage an den Server S stellen. Aus einer höheren Schicht ist dem PC die IP-Adresse des Servers bereits bekannt<sup>2</sup>. Gehen Sie davon aus, dass die ARP-Caches aller beteiligten Netzwerkkomponenten leer sind.

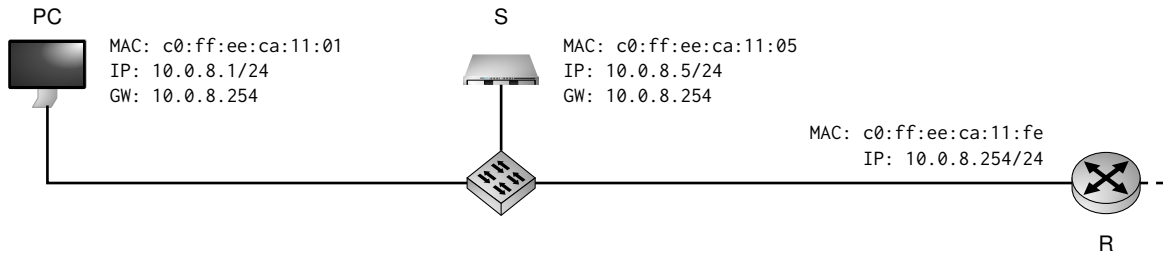


Abbildung 3.1: Netztopologie

Um das von Schicht 3 erhaltene IP-Paket weiter zu versenden, muss der PC zunächst die MAC-Adresse des Servers auflösen. Dies geschieht mittels ARP.

a)\* An welche Ziel-MAC-Adresse wird der PC das ARP-Request adressieren?

b) Füllen Sie für das ARP-Request den Ethernet- und ARP-Header aus.

**Hinweis:** Es ist nicht notwendig, den Header binär auszufüllen. Achten Sie aber darauf, dass Sie die Zahlenbasis deutlich kennzeichnen, z. B. 0x10 für hexadezimal oder 63<sub>(10)</sub> für dezimal. Die Namen der Headerfelder und einige konstante Werte sind auf dem Cheatsheet abgedruckt.

			Payload	FCS
--	--	--	---------	-----

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

c)\* Erhält Router R das ARP-Request ebenfalls, obwohl PC nur die MAC-Adresse des Servers benötigt? Wenn ja, wie wird der Router reagieren?

<sup>2</sup>z.B. durch manuelle Eingabe oder durch die Auflösung eines Domain-Names über DNS; siehe später in Kapitel 5

Der Server erhält das ARP-Request und antwortet entsprechend mit einem ARP-Reply.

d) Füllen Sie für das ARP-Reply den Ethernet- und ARP-Header aus.

			Payload	FCS
--	--	--	---------	-----

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

e)\* Angenommen, der PC möchte nun einen Server außerhalb des Direktverbindungsnetzes unter der IP-Adresse 185.86.232.164 kontaktieren. Welche Headerfelder sind nun anders im Vergleich zum ARP-Request aus Aufgabe b)?

## Aufgabe 4 Bit-Stuffing (Zusatzaufgabe)

In der Vorlesung wurden Verfahren zum Erkennen von Rahmengrenzen vorgestellt. Bei FastEthernet beispielsweise werden Rahmengrenzen mit Hilfe von Steuerzeichen erkannt, was durch die Verwendung der 4B5B-Kodierung möglich wird. Dabei stellt der 4B5B-Code bereits sicher, dass diese Steuerzeichen nie zufällig durch die Konkatenation von Codewörtern auftreten können.

Im Folgenden wollen wir untersuchen, wie das *High Level Data Link Control (HDLC) Protocol* diesem Problem begegnet. Bei HDLC handelt es sich um ein alternatives Schicht-2 Protokoll, welches beispielsweise auf seriellen Schnittstellen zwischen Cisco-Routern eingesetzt wird. Ein Beispiel für einen HDLC-Rahmen ist in Abbildung 4.1 dargestellt (vgl. Ethernet-Rahmen in den Vorlesungsfolien).

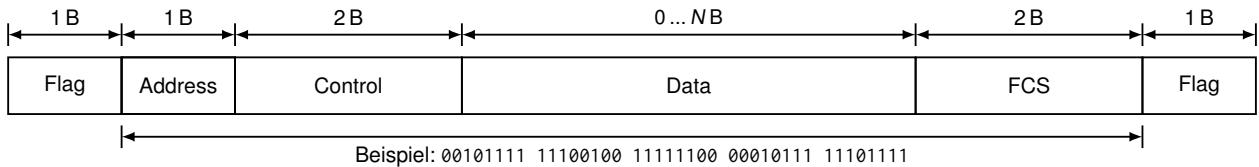


Abbildung 4.1: Aufbau eines HDLC-Rahmens

HDLC sieht am Anfang und Ende eines jeden Rahmens ein spezielles Begrenzungsfeld (Flag) mit dem Wert  $0x7E$  vor. Es ist also nicht auf die Verwendung zusätzlicher Codes zur Erkennung von Rahmengrenzen angewiesen. Allerdings muss nun sichergestellt werden, dass das Begrenzungsfeld nicht zufällig in einem Rahmen auftaucht. Alle Headerfelder seien von konstanter<sup>3</sup> Länge. Die Länge der Nutzdaten sei stets ein ganzzahliges<sup>4</sup> Vielfaches von 8 bit.

a)\* In Abbildung 4.1 ist eine beispielhafte Bitsequenz für den Rahmen ohne Begrenzungsfelder abgebildet. Diese soll nun mittels HDLC übertragen werden. Um zu verhindern, dass das Begrenzungsfeld  $0x7E$  in den Daten auftaucht, soll Bit-Stuffing verwendet werden. Überlegen Sie sich ein möglichst effizientes Verfahren. Beschreiben Sie dieses in Worten.

b) Geben Sie die gesamte zu übertragende Bitsequenz gemäß dem in Teilaufgabe a) entwickelten Verfahren an. Markieren Sie die eingefügten Bitstellen.

<sup>3</sup>Das ist eine Vereinfachung. Bei HDLC können einige Header-Felder unterschiedliche Längen haben.

<sup>4</sup>Obwohl dies eine übliche Konvention ist, handelt es sich auch hier um eine vereinfachende Annahme.

c)\* Modifizieren Sie den in Abbildung 4.1 dargestellten HDLC-Header, so dass anstelle von Bit-Stuffing Längenangaben verwendet werden können. Nehmen Sie dabei an, dass maximal  $N = 255$  B Daten pro Frame übertragen werden können.

