

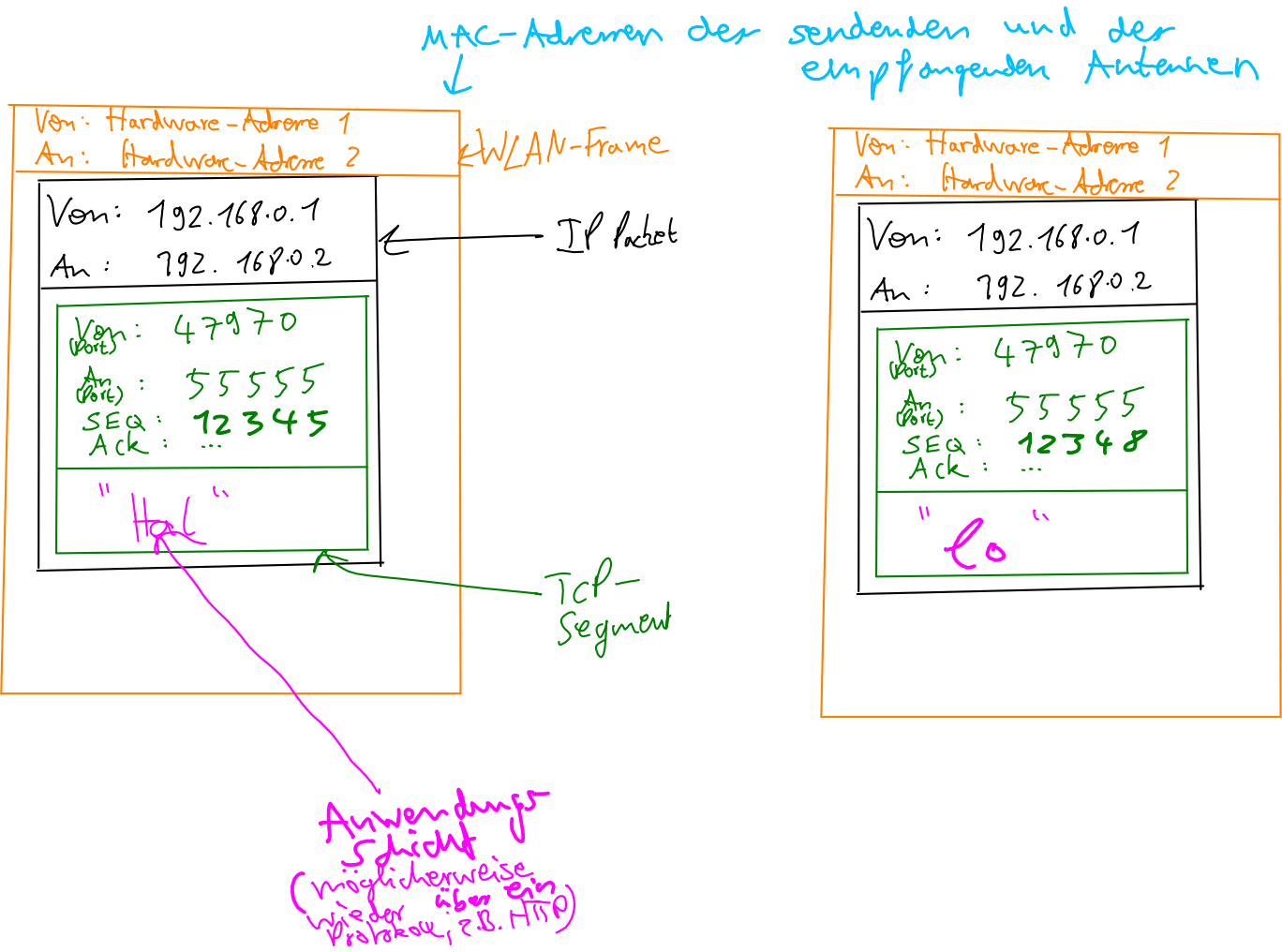
Die Verbindungsschicht

Die Internetschicht sorgt dafür, dass IP-Pakete gepackt werden und klärt, wohin diese weitergeleitet werden (Rechner und Router).

Was bedeutet es aber *genau*, ein Paket zwischen einem Rechner A zu einem Rechner B über ein Kabel zu schicken? Die direkte Anschluss-zu-Anschluss-Übertragung wird von der Verbindungsschicht übernommen.

Die Idee ist, dass jeder Hardware-Anschluss („Verbindungspunkt“) eine weltweit eindeutige Hardware-Adresse erhält, die sogenannte MAC-Adresse („media access control“).

Benachbarte Geräte, die z.B. mit einem Kabel oder über Funk (WLAN) verbunden sind, haben ein Protokoll, um ihre gegenseitigen MAC-Adressen zu erfragen. Anschließend können sie sich sogenannte Frames zuschicken. Ein Frame ist wieder eine Art Paket (zur Abgrenzung aber eben „Frame“ genannt), in welchem ein IP-Paket enthalten ist. Also:



Man kann jetzt noch sehr ins Detail gehen darüber, wie die WLAN-Frames genau kodiert werden (es gibt hier noch ein paar Features wie z.B. die Verwendung einer Prüfsumme: In der Luft kann mal ein Bit falsch übertragen werden. Die Prüfsumme kann so etwas dann aufdecken, und der Frame kann nochmal angefordert werden).

Wir schauen uns jedoch nicht die einzelnen Hardware-Typen, also WLAN-Frame vs. Ethernet-Frame („LAN-Kabel“) etc., im Detail an.

Woher weiß der Sender die MAC-Adresse des Empfängers?

Wie wir wissen, kennen die Router/Rechner nur ihre gegenseitigen IP-Adressen (diese stehen schließlich in der Weiterleitungstabelle).

Bsp. oben: Der Rechner mit der IP-Adresse 192.168.0.1 (Sender) benötigt die MAC-Adresse des Empfängers mit der IP-Adresse 192.168.0.2.

Nun schickt er einen sogenannten Broadcast-Frame an alle Rechner, welche diese IP-Adresse haben könnten. Mehrere Rechner erhalten diesen speziellen Broadcast-Frame. Alle ignorieren ihn, bis auf einen: Der Rechner, welcher tatsächlich die IP-Adresse 192.168.0.2 besitzt. Diese schickt ein IP-Paket zurück mit der Antwort „Ich bin's, und meine MAC-Adresse ist 23:65:AB:...“.

Das Protokoll wird auch Adress Resolution Protocol (ARP) genannt, und man sieht die eben beschriebene Kommunikation hier:

3	11:05:41.633	192.168.0.11	192.168.0.12	ARP	Vermittlung	Suche nach MAC für 192.168.0.12, 192.168.0.11: 72:80:3F:23:75:16
4	11:05:41.843	192.168.0.12	192.168.0.11	ARP	Vermittlung	192.168.0.12: B1:78:5D:80:B4:5F

Nr.: 3 / Zeit: 11:05:41.633

Netzzugang

Quelle: 72:80:3F:23:75:16

Ziel: FF:FF:FF:FF:FF:FF

Bemerkungen: 0x806

Vermittlung

Quelle: 192.168.0.11

Ziel: 192.168.0.12

Protokoll: ARP

Bemerkungen: Suche nach MAC für 192.168.0.12, 192.168.0.11: 72:80:3F:23:75:16

Was macht der Switch, wenn ihn ein Paket erreicht?

Wann immer der Switch ein Paket erhält, notiert er die „Absender“-MAC-Adresse in einer Tabelle mit dem zugehörigen Netzanschluss.

Sollte nun ein weiteres Paket kommen, z.B. an die MAC-Adresse 1D:F1:..., so sendet er das Paket einfach direkt weiter an den Empfänger in Port 2.

Sollte ein Paket kommen, gerichtet an die MAC-Adresse FF:FF:..., (Broadcast-MAC-Adresse), so sendet er das Paket an alle Ports.

Sollte ein Paket kommen gerichtet an eine unbekannte MAC-Adresse, so sendet er das Paket ebenfalls an alle Ports.

Mit der Zeit „lernt“ er die MAC-Adressen und nach kurzer Zeit werden alle Pakete immer geschickt, wo sie hinsollen.

SAT Tabelle Switch	
MAC	Port
1D:F1:76:79:2D:B3	Port 2
FB:8F:B5:2A:63:9E	Port 1
70:E5:A2:68:E6:B7	Port 0

Was ist die MAC-Adresse genau?

Eine 48-Bit-Zahl, z.B. 00:80:41:ae:fd:7e

Hierbei sind die Ziffern im Hexadezimal-System (16er-System) angegeben. Im Hexadezimalsystem gibt es die 16 Ziffern 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f

Jede solche Ziffer kann durch 4 Bits dargestellt werden, denn $2^4 = 2 * 2 * 2 * 2 = 16$.

Da eine MAC-Adresse 12 solcher Ziffern besitzt, besteht eine MAC-Adresse also aus $12 * 4 = 48$ Bits.

Aufgabe: Schicke ping-Anfragen zwischen drei Rechnern, die über einen Switch verbunden sind. Wann wird welche Nachricht über das ARP-Protokoll verschickt? Zeichne ein Sequenzdiagramm mit drei Parteien.