Kommunikationsarten

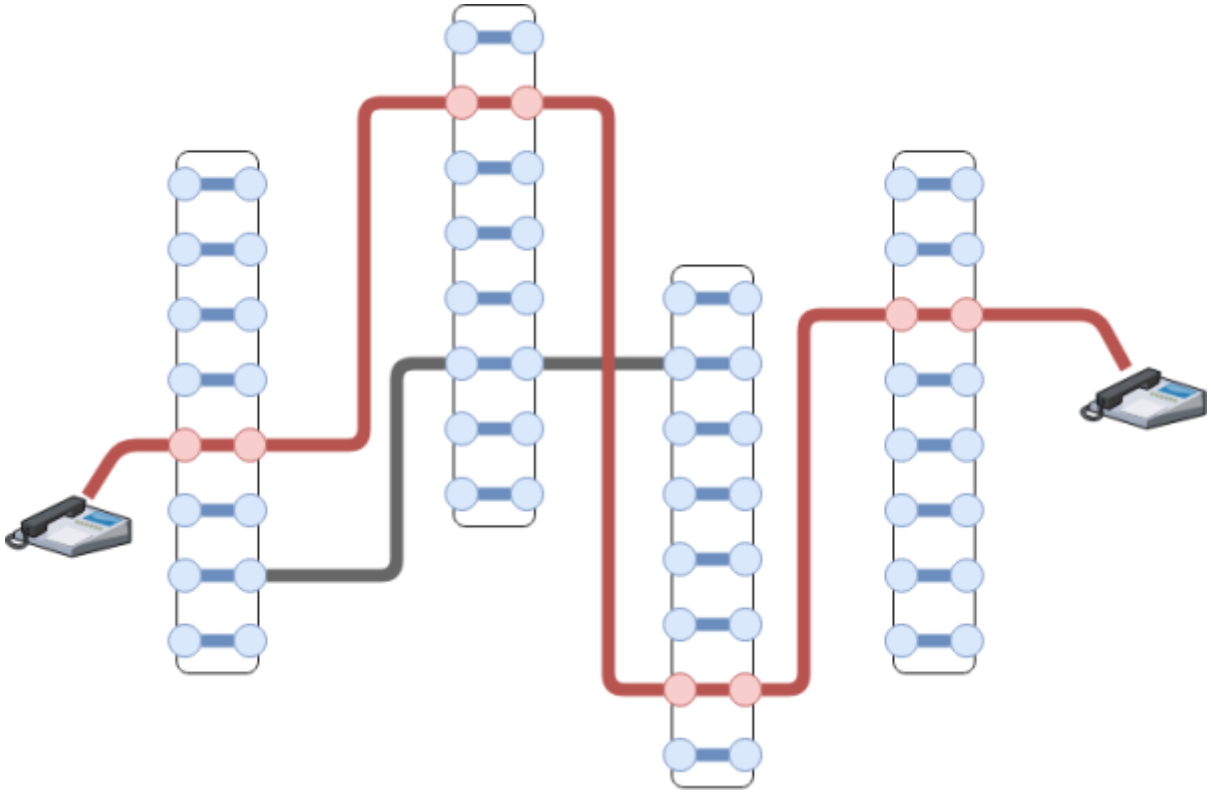
Leitungs- vs. paketbasierte Verbindungen

Leitungsbasierende Kommunikation

Leitungsvermittelte Verbindungen öffnen einen exklusiven Kommunikationskanal zwischen zwei Kommunikationspartnern - ein Beispiel ist das frühere Telefonnetz.

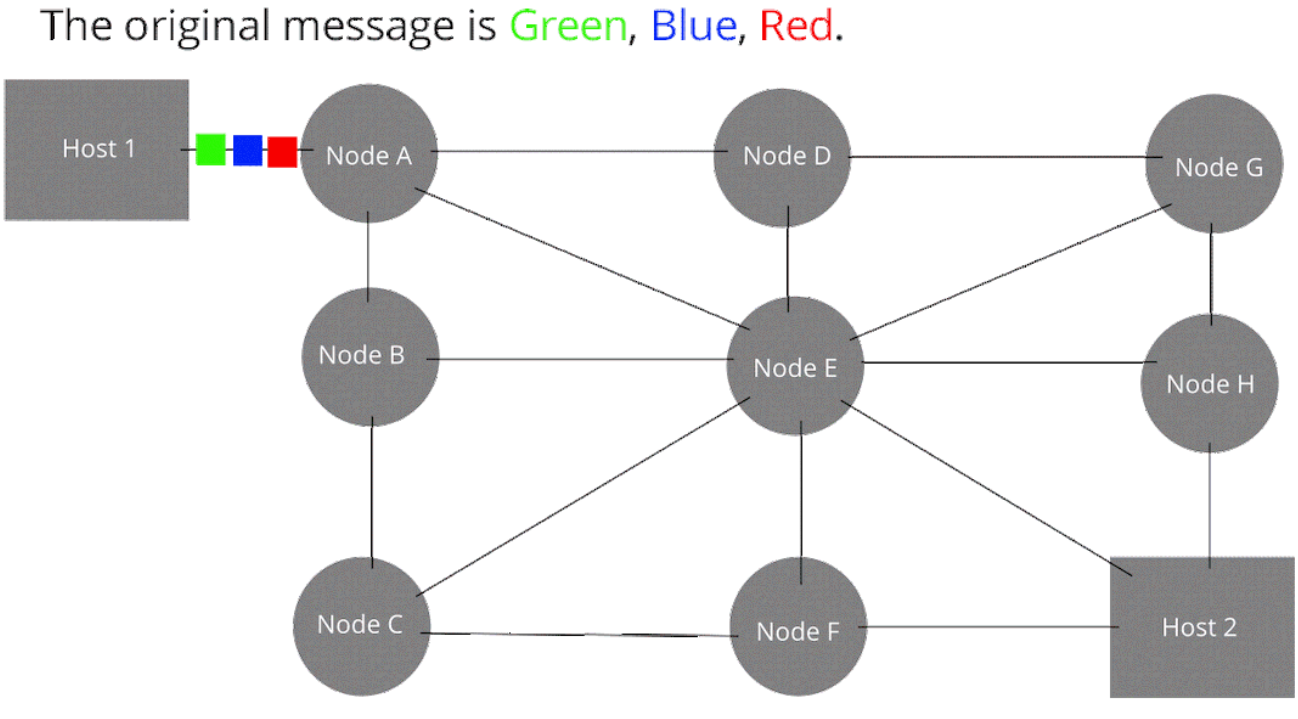
[1)]

Durch Änderung der Steckverbindung, später durch Relais und elektronische Schaltungen wurden die Teilnehmer direkt verbunden. Der gesamte Kommunikationsvorgang nutzte diesen Kanal. Bei leitungsbasierten Verbindungen ist der logistische Aufwand recht hoch, die Vermittlungszeit ebenfalls, dafür kann man sehr genau vorhersagen, mit welcher Bandbreite die Kommunikation durchgeführt werden kann, da die Verbindung für diesen einen Kommunikationsvorgang "reserviert" ist.



Paketbasierte Kommunikation

Bei der Paketbasierten Kommunikation (z.B. per TCP oder UDP), werden die Kommunikationsinhalte in "Datenpakete aufgeteilt und über ein vermaschtes Netz an den Empfänger vermittelt - jedes Paket einzeln. Dabei können verschiedene Teile der Kommunikation durchaus unterschiedliche Wege durch das Netzwerk nehmen und in anderer Reihenfolge am Ziel ankommen, als sie abgesendet wurden.

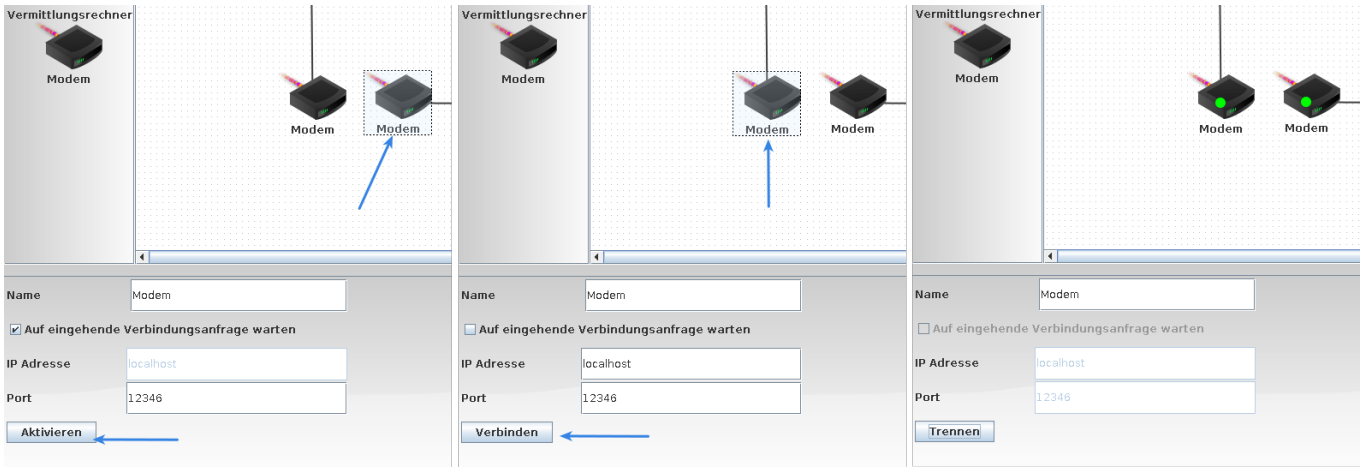


Grafik: Oddbodz - Own work, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29033823

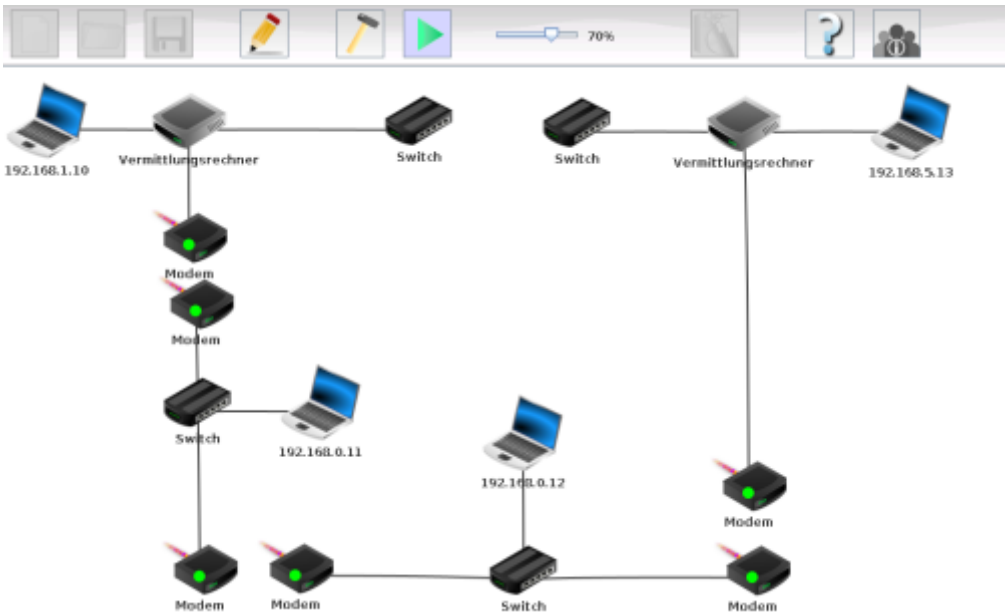
Ein Experiment mit Filius

Öffne das folgende Filius-Szenario: paketbasierte_kommunikation.fls und aktiviere zunächst **alle** Modemverbindungen.

Beim empfangenden Modem (das auf eingehende Verbindungsanfragen wartet) die Schaltfläche "Aktivieren klicken", dann beim Gegenstück auf "Verbinden". Wenn die Verbindung zustande gekommen ist, haben beide Modems einen grünen Punkt:



Reduziere dann die Ausführungsgeschwindigkeit auf ca. 70%. Das Ergebnis sollte so aussehen:



(A1)

- Öffne auf dem Laptop mit der IP-Adresse 192.168.1.10 (links oben) eine Kommandozeile
- Pinge den Rechner mit der Adresse 192.168.0.11 an und beobachte am Blinken der

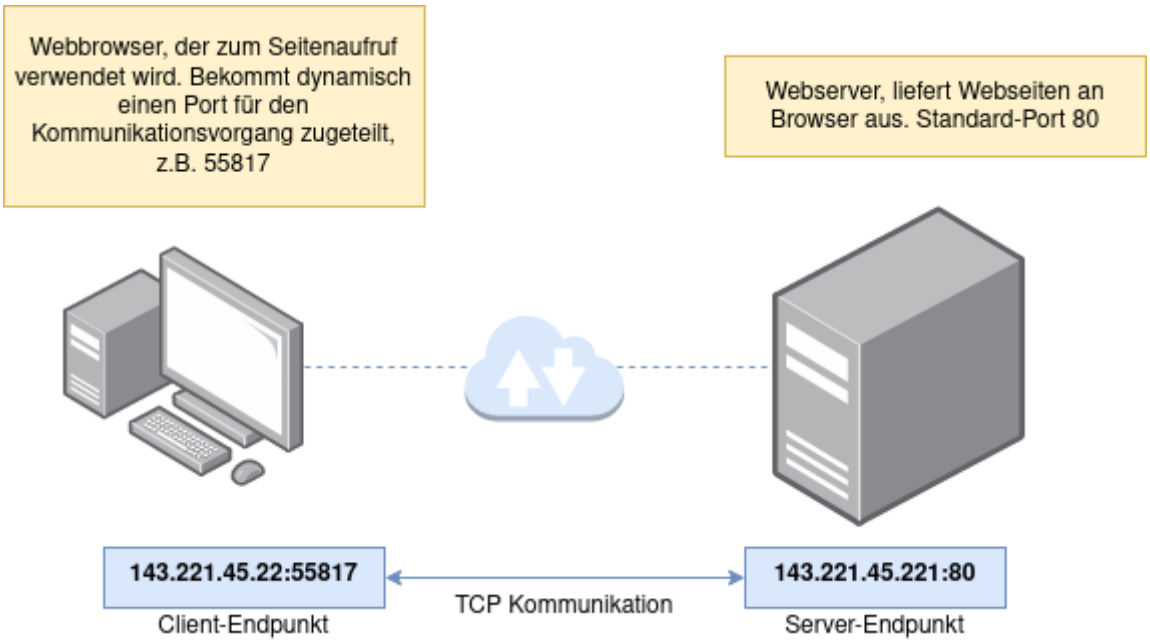
Verbindungsleitungen, welchen Weg die ICMP Pakete nehmen.
- Wiederhole den Versuch mit dem Zielrechner 192.168.0.12. Was fällt dir auf? Kannst du anhand der Konfiguration der Rechner (mit den Mauszeiger über dem Rechner stehen bleiben) eine Erklärung für das Verhalten finden?
- Füge zwischen den beiden Switches oben ein Kabel ein.
- Wiederhole die beiden Versuche von oben und notiere deine Beobachtungen. Erläutere den Begriff "Paketbasierte Kommunikation" anhand deiner Beobachtungen.

TCP genauer angeschaut

Mit dem TCP Protokoll kann man Informationen in beide Richtungen übertragen. Kommunikation über TCP ermöglicht es, zur gleichen Zeit Daten zu senden und zu empfangen. Die Übertragungseinheiten, auf die TCP bei der Datenübertragung zurückgreift, sind Segmente (Pakete), die zusätzlich zu den Nutzdaten auch Metainformationen enthalten können. Die maximale Paketgröße ist auf 1.500 Byte beschränkt (MTU - "Maximum Transfer Unit"). Verbindungsauf- und -abbau und auch die Datenübertragung werden von TCP-Software im Netzwerk-Protokollstapel des Betriebssystems übernommen.

Der TCP-Stack des Betriebssystems wird von den Netzwerkanwendungen wie Webbrowsern oder Serverprogrammen über spezifische Schnittstellen bedient, jede Verbindung ist dabei durch zwei Endpunkte – **Client** und **Server** – definiert. Welcher Kommunikationspartner die Client- und welche die Serverrolle übernimmt, spielt dabei zunächst keine Rolle – wichtig ist, dass der TCP-Stack an jedem Endpunkt ein eindeutiges, Paar aus **IP-Adresse** und **Port** verwenden kann. Sein solches Paar nennt man auch einen **Socket**.

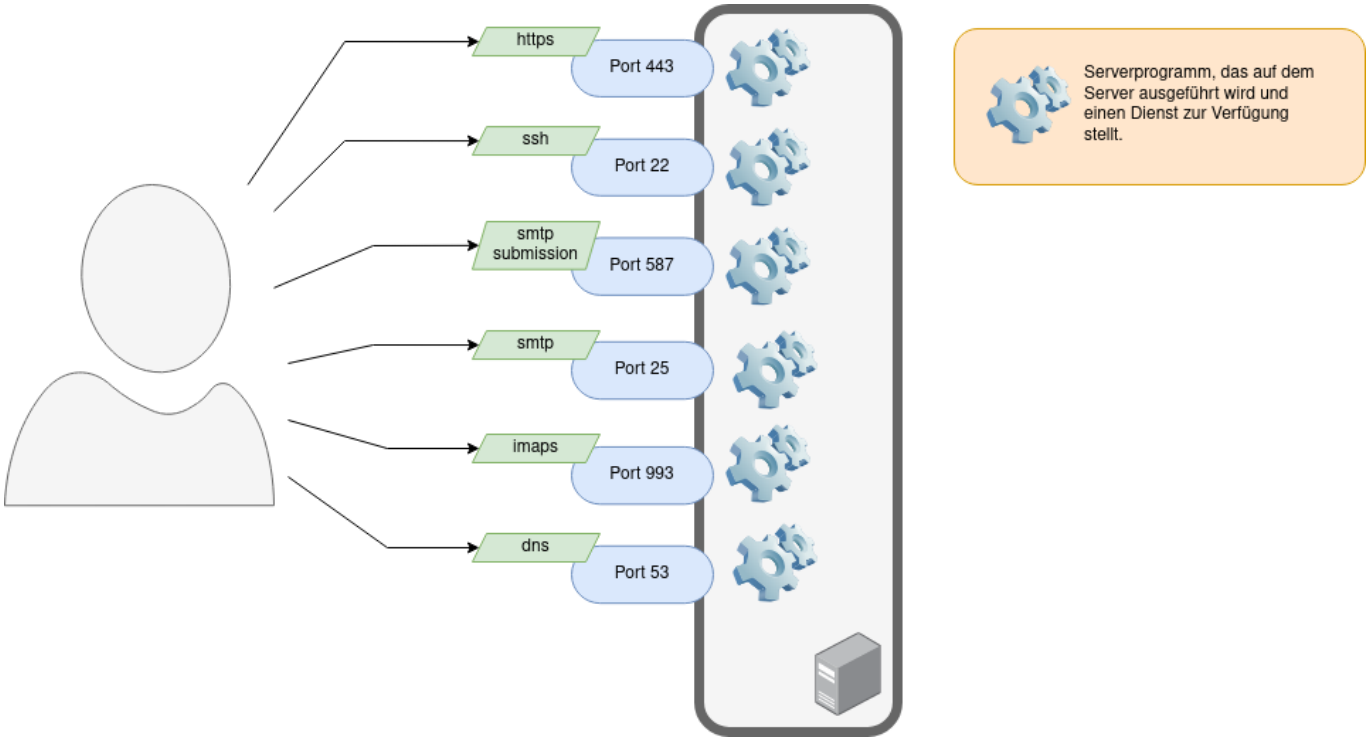
Beispiel:



Exkurs: Sockets

Ein **Server** ist ein Programm, das Dienste zur Verfügung stellt, häufig wird es auf einem Server (Gerät) dauerhaft im Hintergrund ausgeführt. Es stellt seine Dienste an einem Port zur Verfügung.

Zusammen mit der IP-Adresse des Servergeräts kommuniziert es also über einen Socket mit der Außenwelt. So kann ein Servergrät viele Serverdienste anbieten, ohne dass es zu Kollisionen kommt.



Ein Client ist ein Programm, das auf die Dienste eines Serverprogramms zugreift. Es wird meist auf dem Clientgerät ausgeführt, z.B. dem Laptop oder Smartphone, mit dem ein Benutzer mit Netzwerkdiensten in Interaktion tritt.

Für jede aktive Netzwerkverbindung verwendet auch das Clientgerät einen eigenen Socket - in der Spalte ganz links sind auch die jeweiligen Client-Programme aufgelistet, die den Socket verwenden.

```
lsof -i
```

```
COMMAND       PID  USER   FD   TYPE   DEVICE SIZE/OFF NODE NAME
mattermos   62969 frank   24u  IPv4 14123862      0t0  TCP pike.local:42066->chat.schule.social:https (ESTABLISHED)
mattermos   62969 frank   26u  IPv4 14286251      0t0  TCP pike.local:42076->chat.schule.social:https (ESTABLISHED)
GeckoMain   63117 frank  127u  IPv4 14273063      0t0  TCP pike.local:37696->codeberg.org:https (ESTABLISHED)
GeckoMain   63117 frank  128u  IPv4 14293606      0t0  TCP pike.local:51834->d.schule.social:https (ESTABLISHED)
GeckoMain   63117 frank  145u  IPv4 14271497      0t0  TCP pike.local:41772->ec2-52-38-31-225.us-west-2.compute.amazonaws.com:https (ESTABLISHED)
electron    65722 frank   26u  IPv4 14301860      0t0  TCP pike.local:51838->d.schule.social:https (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank   66u  IPv4 14297360      0t0  TCP pike.local:39816->pd95563b6.dip0.t-ipconnect.de:imaps (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank   75u  IPv4 14121927      0t0  TCP pike.local:51426->mbox1.belwue.de:imaps (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank   77u  IPv4 14301460      0t0  TCP pike.local:44966->185.67.36.168:imap (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank  100u  IPv4 14297324      0t0  TCP pike.local:39810->pd95563b6.dip0.t-ipconnect.de:imaps (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank  103u  IPv4 14301601      0t0  TCP pike.local:39818->pd95563b6.dip0.t-ipconnect.de:imaps (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank  105u  IPv4 14294903      0t0  TCP pike.local:52434->mail.lehrerpost.de:imaps (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank  108u  IPv4 14294908      0t0  TCP pike.local:48992->mbox1.belwue.de:imap (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank  132u  IPv4 14295665      0t0  TCP pike.local:51448->mbox1.belwue.de:imaps (ESTABLISHED)
thunderbi  393015 frank  133u  IPv4 14294922      0t0  TCP pike.local:44964->185.67.36.168:imap (ESTABLISHED)
ssh       2736000 frank    3u  IPv4 14122494      0t0  TCP pike.local:60050->helga.cartoons.home:ssh (ESTABLISHED)
ssh       2736013 frank    3u  IPv4 14124285      0t0  TCP pike.local:47042->snorre.cartoons.home:ssh (ESTABLISHED)
```

Lokaler Socket der Verbindung

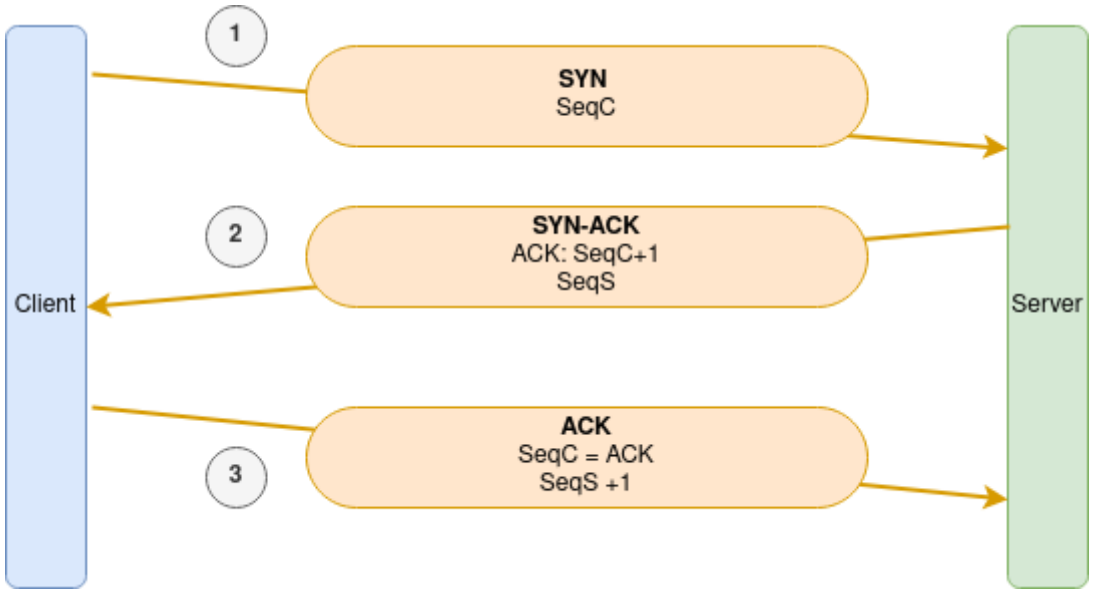
Entfernter Socket. Portnummern durch Funktion ersetzt (993 → imaps...)

TCP-Verbindungsaufbau: Three-Way-Handshake

Damit Client und Server eine TCP Verbindung aufbauen können, müssen beide über eine IP-Adresse verfügen und den Port für die Datenübertragung definiert und freigegeben haben[2].

Der Ablauf beim Verbindungsaufbau mit TCP sieht folgendermaßen aus:

- Im ersten Schritt sendet der Client dem Server ein **SYN-Paket** (**syn**chronize) mit einer individuellen, zufälligen Sequenznummer. Diese Nummer stellt die Übertragung in der korrekten Reihenfolge und ohne Duplikate sicher.
- Hat der Server das Paket erhalten, stimmt er dem Verbindungsaufbau zu, indem er ein **SYN-ACK-Paket** (**ack**nowledgement) zusammen mit der um 1 erhöhten Sequenznummer des Clients zurückschickt. Außerdem übermittelt er dem Client eine eigene (zufällige) Sequenznummer.
- Zum Abschluss des Verbindungsaufbaus bestätigt der Client den Erhalt des SYN-ACK-Segments, indem er ein eigenes ACK-Paket versendet, das die um 1 erhöhte Sequenznummer des Servers enthält.



(A2)

Öffne in Filius das folgende Beispiel webserver_client.fls. Auf dem Laptop ist ein Webbrowser installiert, öffne mit diesem die Webseite auf den Server (192.168.0.1)

Vollziehe den TCP Verbindungsaufbau nach.

Kannst in der Analyse des Datenverkehrs herausfinden, ob und wie eine TCP Verbindung auch beendet wird? Recherchiere und erstelle einen Heftaufschrieb.

Material

01_kommunikationsarten.odp	1.3 MiB	15.12.2021 18:59
01_kommunikationsarten.pdf	721.9 KiB	15.12.2021 18:59

02_besprechung_a2.odp	53.4 KiB	15.12.2021 16:49
02_besprechung_a2.pdf	59.4 KiB	15.12.2021 16:49
3wayhs.drawio.png	22.6 KiB	15.12.2021 16:37
3wayhs.png	28.7 KiB	05.10.2020 18:07
auswahl_109.png	67.7 KiB	15.12.2021 15:56
auswahl_110.png	79.2 KiB	15.12.2021 15:57
filius_modem.png	50.9 KiB	15.12.2021 15:55
leitungsbasiert.png	34.5 KiB	05.10.2020 17:07
lsof.png	414.4 KiB	15.12.2021 19:05
packet_switching.gif	7.5 MiB	05.10.2020 17:14
server-client.png	34.9 KiB	05.10.2020 17:50
serverdienste.drawio.png	82.6 KiB	15.12.2021 19:00
vermittlung.jpg	70.9 KiB	05.10.2020 16:52

1)

Bildquelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Telefonistinde.jpg, Lizenz: Creative-Commons-Lizenz "Namensnennung 3.0 nicht portiert", Beschreibung: *Dansk: Manuel betjening på telefoncentral* Datum: *2. April 2017* Quelle: *MyNewsDesk.com* Urheber: *Arkiv*

2)

Hier greifen z.B. Firewalls ein, indem Sie den Zugriff auf bestimmte Ports blockieren