

1 Protokolle der Anwendungsschicht

Konsultieren Sie sogenannte RFCs der IETF (erklären Sie die Bedeutung dieser Abkürzungen) um folgende Fragestellungen zu beantworten:

1.1 Beschreiben Sie die folgenden Protokolle hinsichtlich ihrer Eigenschaften und wesentlichen Unterschiede: HTTP/0.9, HTTP/1.0, HTTP/1.1, HTTP/2.0.

◇ **HTTP/0.9** :: Erstellt 1991.

Es ist ein Subset des vollen HTTP-Protokolls, wie wir es heute kennen.

Merkmale:

- i. Kein Austausch von Klientenprofil.
- ii. Einfachheit Request/Response-Model
- iii. Keine Sessions oder States
- iv. Weitverbreitete Nutzung: Request of Data through Browser
- v. Nutzt telnet-Protokolstil via TCP-IP

Beispiel: Verbindungsaufbau

Der Klient erstellt eine TCP-IP Verbindung zu einem Host via Domännname oder IP und Port-Nummer. Wird kein Port definiert, so wird der default-Wert 80 gesetzt. Der Server akzeptiert die Verbinung und Datentransfer kann stattfinden.

telnet mailsrv.aau.at 25 ... verbindung zum Mailserver der AAU auf Port 25

Beispiel: Request & Response

Ein HTTP-Request wird an einen Server gestellt.

"GET http://www.uni-klu.ac.at:80/myapp/index.html"

Der Server überprüft diese Anfrage.

Gibt es dieses Dokument?

Darf der User darauf zugreifen?

Ist es ein dynamisch generiertes Dokument?

Ist das GET-Format richtig? ... u.s.w.

Der Server sendet anschließend eine Nachricht zurück zum Anfragersteller.

Vgl.: HTTP-Statuscodes¹

Information - 100++: Continue, Switching Protocols, Processing

Erfolgreich - 200++: OK, Accepted, Non-Authoritative Information,...

Umleitungen - 300++: Moved permanently, See other, Use Proxy², ...

Client-Fehler - 400++: Bad Request, Unauthorized, Forbidden, Not Found, ...

Server-Fehler - 500++: Internal Server Error, Bad Gateway³, Service N/A,...

Der Browser des Anfragerstellers erhält das Dokument und rendert gemäß .css/.php/...

. Bei vollständiger Übertragung des abgerufenen Protokolls unterbricht der Server die Verbindung zum Klienten.

¹Siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/HTTP-Statuscode>

²A proxy is a forwarding agent, receiving requests for a URI in its absolute form, rewriting all or parts of the message, and forwarding the reformatted request toward the server identified by the URI.

³A gateway is a receiving agent, acting as a layer above some other server(s) and, if necessary, translating the requests to the underlying server's protocol.

- ◇ **HTTP/1.0** :: Erweitert um 1994 Spezifiziert im RFC 1945. Dies erweitert das HTTP/0.9 Protokoll um weitere TCP-IP Verbindungen für multiplen Datentransfer mittels desselben Requests. Dadurch werden neben Texten des eigentlichen Dokuments eingebettete Bilder, anhand deren Domäne, geladen.

Eine Website welche 5 Bilder beinhaltet besitzt somit 6 Separate TCP-Verbindungen:

- 1. Verbindung: Text
- 2. Verbindung: Bild 1
- 3. Verbindung: Bild 2
- ...
- 6. Verbindung: Bild 5

Es unterstützt das Caching via Header durch If-Modified-Since.

- ◇ **HTTP/1.1** :: Implementiert 1996 Spezifiziert im RFC 2616 Im Rahmen von HTTP/1.1 wurde das Protokoll um mehrere Funktionen erweitert:

- Support persistenter Verbindungen :: Multiple Requests über eine spezifische Leitung
- Support für Packettransfer sowie Kompression & Dekompression
- Virtual Hosting :: Webserver mit 1 IP kann mehrere Domännamen besitzen
- Verbesserung von Byte Transfers: Wiederaufnahme unterbrochener Vermittlungen
- Sprachensupport
- Funktionserweiterungen 'OPTIONS', 'PUT', 'DELETE',...

Für 1.1 braucht es einen spezifizierten Header für den Host, welcher mitunter die Verbindungsart (normal, persistent) mitbestimmt. Dadurch kann es zu Kompatibilitätsproblemen kommen. Durch HTTP-Pipelining können mehrere Requests & Responses innerhalb derselben Verbindung stattfinden.

Im Vergleich zu 1.0, brauchte man quasi per Element eine eigene Verbindung, hier jedoch nicht. Der Transfer aller Elemente geschieht durch diesselbe TCP-Verbindung, was auch der Zeitkomplexität zugute kommt. Man kann im Rahmen des HTTP/1.1 auch Daten dem Server übertragen, mittels PUT und DELETE.

- ◇ **HTTP/2.0** :: Erstmals 2015 Spezifiziert von der IETF als Nachfolger von HTTP/1.1 und definiert in RFC 7540 und 7541. Primär auf Optimierungen bezogen, gelten folgende Änderungen:

- Übertragungsbeschleunigung mittels Zusammenfassen mehrerer Requests :: via Multiplex
- Erweiterungen der Datenkompression :: HPACK-Algorithmus, Kompression beinhaltet Kopfdaten
- Binär kodierte Übertragung von Inhalten - Server-initiierte Datenübertragung :: Push-Verfahren

HTTP-Requestmethoden:

GET: Parameterübergabe in der URL. Gekennzeichnet durch das '?' *GET /wiki/Spezial:Search?search=Katzen&go=Artikel*

- ◇ Public Data

- ◊ Can be cached thus remain in browser history
- ◊ Längenrestriktion (2048 Characters for any URL)
- ◊ Encoded in URL
- ◊ ASCII-Characters only

POST: Parameterübergabe im Kopf des HTTP-Request

```
POST my/demoformat/index.php HTTP/1.1
Host: streifenmafiadomain.ru
name=putin&pet=vodka&nastrovje=cheers
```

- ◊ Private Data
- ◊ Never cached, thus do not remain in browser history
- ◊ Have no restriction on Data or Length
- ◊ Encoded in Head/Body. Enabled Multipart encoding for binaries.
- ◊ Any type allowed

HEAD: Same as GET but merely returns HTTP header & no document body. Validates Cached Document

PUT: Uploads a document to the specified URI

DELETE: Deletes the specified resource

OPTIONS: Returns HTTP-Server Methods

CONNECT: Converts the Connection to transparent TCP/IP Tunnel

1.2 Beschreiben Sie die folgenden Protokolle und wie sie benutzt werden: SMTP, POP3, IMAP. Geben Sie ein konkretes Beispiel für SMTP an und demonstrieren Sie dies mit Hilfe von telnet und mailsrv.uni-klu.ac.at.

◊ SMTP - Simple Mail Transfer Protocol

Das SMTP, entstanden aus dem Mail Box Protocol und FTP Mail, ist eine Ansammlung an Internetprotokollen, welche das Senden und Weiterleiten von E-Mails spezifiziert. Standartports sind per Definition 25/TCP, 467/TCP+SSL (veraltet) oder 587/TCP(Senden).

Hinter der Ausführung des SMTP-Protokolls stehen die jeweiligen Webserver, welche Mail-Dienste anbieten.

Der Nutzer schreibt via User Agent (Outlook, Thunderbird,...) eine Email und sendet diese los.

Diese Mail wird nun von Webserver zu Webserver weitergeleitet. Basierend auf dem TCP-Protokoll kommt primär der Handshake mit anschließendem Transfer, gefolgt vom Schließen der Verbindung.

Dies wird so oft wiederholt, bis sich die Mail am Webserver des Empfängers befindet.

◊ POP3 - Post Office Protocol Version 3

Das POP3 ist ein ASCII-Protokoll welches den Mail-Empfang und die Datenübertragung durch Kommandos steuert. Standartports sind 110/TCP und 995/TCP (verschlüsselt) Es ermöglicht das Auflisten, Empfangen und Löschen von E-Mails am jeweiligen Mail-server.

Bei POP3 sind keine permanenten Verbindungen zum Webserver notwendig, Verbindung wird je nach Bedarf aufgebaut und nach Anmeldung am Server werden alle Mails vom Server heruntergeladen. Jedoch findet keine Synchronisation zwischen anderen User Agents und POP3 statt. Die Authentifizierung erfolgt mittels Usernamen und Passwort, welche allerdings als Reintext übertragen werden. SASL oder APOP dienen hierbei als Schutz dieser Daten.

- ◊ IMAP - Internet Message Access Protocol Mithilfe von IMAP, ein Netzwerkprotokoll, kann man Mails effizient verwalten und lesen. Standardports für IMAP sind 143/TCP und 993/TCP+TLS.

Möchte ein User den Inhalt eines Ordners sehen so wird dieser mithilfe des User Agents vom Webserver gezogen. Wenn man eine Mail lesen möchte, so wird explizit diese vom Webserver angefordert. Datenspeicherung und Verwaltung geschieht am Webserver, wodurch man lokale Speicherung vermeiden kann.

Obwohl IMAP von vielen Servern unterstützt werden, variiert der Funktionsumfang. So besitzt Thunderbird oder Outlook eine erweiterte IMAP-Unterstützung an, während Opera oder Apple Mail lediglich ein vereinfachtes IMAP-Protokoll implementieren. Viele Webserver-Anbieter unterdrücken die Unterstützung von IMAP, aufgrund der serverbasierten Speicherung.

Beispiel: SMTP Example

```
.3.0$ telnet mailsrv.aau.at 25
Trying 143.205.180.43...
Connected to mailsrv.aau.at.
Escape character is '^]'.
220 mailsrv.aau.at ESMTP Postfix
EHLO yo
250-mailsrv.aau.at
250-PIPELINING
250-SIZE 41943040
250-VRFY
250-ETRN
250-STARTTLS
250-ENHANCEDSTATUSCODES
250-8BITMIME
250 DSN
MAIL FROM: myself@aau.jp
250 2.1.0 Ok
RCPT TO: thauer@edu.aau.at
250 2.1.5 Ok
DATA
354 End data with <CR><LF>.<CR><LF>
asdfg My first Telnet
.
250 2.0.0 Ok: queued as 131621605ED
QUIT
221 2.0.0 Bye
Connection closed by foreign host.
```

1.3 Beschreiben Sie das DNS-Protokoll.

Das Domain Name System-Protokoll beschreibt alles rund um das Mapping von IP-Adressen auf Domännamen. Man vergibt oft Aliase für zusätzliche Hostnamen, um mit

mehreren URLs auf dieselbe IP zugreifen zu können. Via Load Distribution kann man intelligentes Hosting ermöglichen, so ist es beispielsweise einen Alias auf eine neue IP ziehen zu lassen. VGL.: Hosting von Streaming-Material innerhalb der Server einer anderen Firma.

Bei einem globalen Ausfall vom DNS gilt es die IP-Adressen einzugeben. Bei Ausfall eines einzelnen DNS-Servers gibt es keine Einschränkungen aufgrund der Vernetzung der ISPs. Prinzipiell hat jeder public Server zumindest 2 Hosts.

Das DNS-Protokoll sieht vor, dass bei der Abfrage eines Server immer der nächstgelegenste ISP kontaktiert wird. Je nach Iterativer oder Rekursiver Implementierung geschieht folgendes:

- ◊ Iterativ: Das Usergerät spricht den nächstgelegenen ISP an, welcher mögliche Kontaktdaten des spezifizierten Ziels zurücksendet. Dieser fragt anschließend den zurückgegebenen Kontakt ab, bis der richtige Server gefunden wurde und eine Übertragung erfolgen kann.
- ◊ Rekursiv: Das Usergerät spricht den ISP an, welcher anschließend einen übergeordneten Server abfragt. Sobald der Zielserver gefunden wurde, reisen die Kontaktdaten über denselben Weg wieder zurück.

2 Wireshark

2.1 Setting up Wireshark

Für Ubuntu-Users funktioniert dies recht schnell. Im Terminal (Strg+Alt+T):

```
sudo apt-get install wireshark
...
sudo dpkg-reconfigure wireshark-common
sudo adduser 'whoami' wireshark
```

Sollte weiterhin kein mitschneiden möglich sein, da der Zugriff auf /usr/bin/dumpcap nicht gestattet wird, so folgt:

```
sudo chmod +x /usr/bin/dumpcap
```

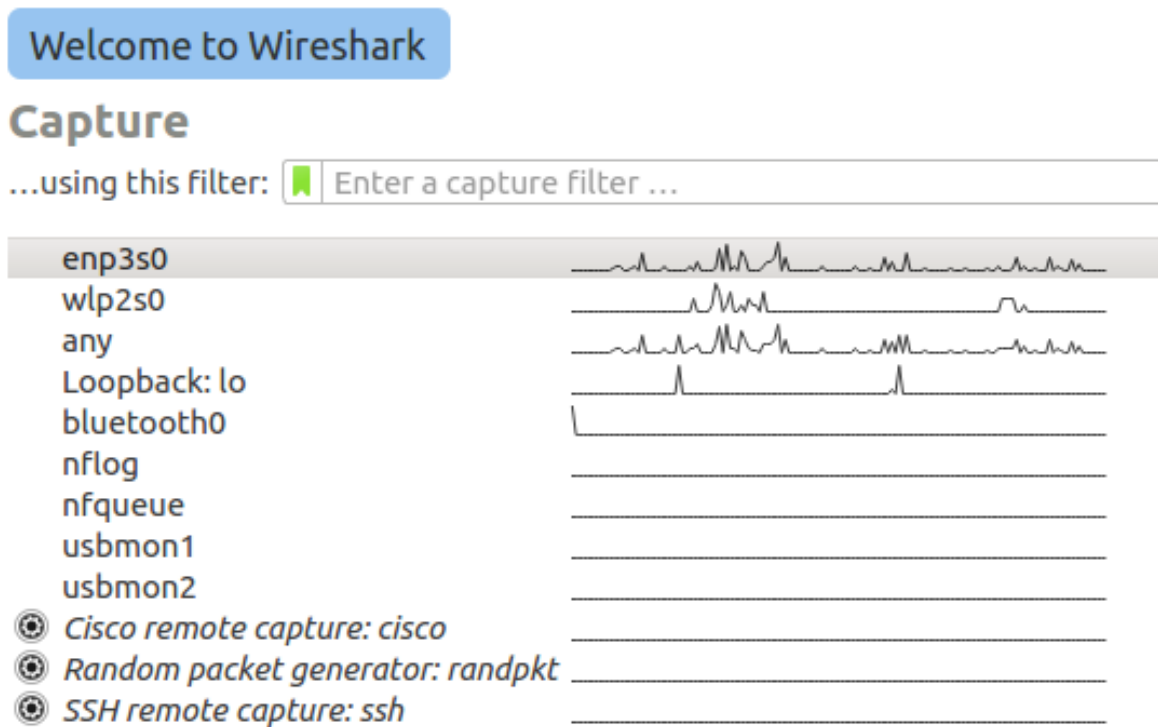
Wireshark wird anschließend über die Applikationen oder über das Terminal ausgeführt, mithilfe des Befehls

```
wireshark
```

2.2 Funktionalitäten von Wireshark

2.2.1 Grundfunktionalitäten

Wireshark beobachtet stets die eingehenden Pakete des jeweiligen Interfaces. Auf dessen Hauptseite kann man bereits die Internetschnittstellen des jeweiligen Gerätes erfassen und beobachten.



Möchte man ein gewisses Interface 'sniffen', so selektiert man dieses und startet die Beobachtung.

The image shows the Wireshark network traffic capture interface. The top panel displays a list of captured packets with columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, Length, and Info. The packets are color-coded: pink for TCP, blue for DNS, and black for other protocols. The bottom panel shows a detailed view of a selected packet (No. 8), displaying the raw data in hexadecimal and ASCII, and the packet structure tree on the right.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
5	0.013167177	104.19.195.102	10.0.0.3	TCP	60	[TCP ACKed unseen segment] 443 → 57138 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=30...
6	0.013884239	104.19.195.102	10.0.0.3	TCP	60	[TCP ACKed unseen segment] 443 → 57136 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=31...
7	0.015667952	104.19.195.102	10.0.0.3	TCP	60	[TCP ACKed unseen segment] 443 → 57140 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=30...
8	0.028890541	151.101.114.15	10.0.0.3	TCP	66	[TCP ACKed unseen segment] 443 → 35550 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=76...
9	2.152075082	10.0.0.3	8.43.72.97	TCP	66	33026 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=318 Len=0 TSval=1115276716 TS...
10	2.262182132	8.43.72.97	10.0.0.3	TCP	66	[TCP ACKed unseen segment] 443 → 33026 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=17...
11	2.328719915	10.0.0.3	10.0.0.138	DNS	91	Standard query 0x8791 A browser.pipe.aria.microsoft.com
12	2.348176418	10.0.0.138	10.0.0.3	DNS	243	Standard query response 0x8791 A browser.pipe.aria.microsoft.co...
13	2.349402580	10.0.0.3	40.114.149.220	TCP	74	58334 → 443 [SYN] Seq=0 Win=29200 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 TS...
14	2.385156510	40.114.149.220	10.0.0.3	TCP	74	443 → 58334 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=8192 Len=0 MSS=1440 WS=2...

Frame 8: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: AdbBroad_12:ef:c1 (84:26:15:12:ef:c1), Dst: LcfHefe_1e:3e:83 (c8:5b:76:1e:3e:83)
 Internet Protocol Version 4, Src: 151.101.114.15, Dst: 10.0.0.3
 Transmission Control Protocol, Src Port: 443, Dst Port: 35550, Seq: 1, Ack: 2, Len: 0

0000 c8 5b 76 1e 3e 83 84 26 15 12 ef c1 08 00 45 00 .[v.>..&E.
 0010 00 34 9f 0a 40 00 3b 06 8d 42 97 65 72 0f 0a 00 .4..@.;. .B.er...
 0020 00 03 01 bb 8a de 43 6c 8b 1a 6e 06 91 02 80 10 ...C1 ..n.....
 0030 00 4c 68 b4 00 00 01 01 08 0a 08 e0 d7 f8 05 f4 .Ln.....
 0040 b9 4f .0

Transmission Control Protocol (tcp), 32 bytes Packets: 103 · Displayed: 103 (100.0%) Profile: Default

Hier beobachtet man eine explizite Schnittstelle zum Internet, mit all dessen Datatransfer. Ist der 'promiscuous mode' aktiviert, so erfasst man alle Pakete die sich im derzeitigen Netzwerk bewegen, nicht nur des eigenen Gerätes.

Capture > Options > verify "Enable promiscuous mode on all interfaces" checkbox

Im oberen Feld sieht man die eingehenden Pakete, mitsamt

- Paketnummer (Frame), seit Start
- Dauer der Übertragung
- Ursprungs-IP des Packetes
- Ziel des Packetes
- Das genutzte Protokoll der Übertragung (DHCP, ARPA, TCP,...)
- Die Länge des Packetes in Hexadezimalziffern
- Informationen zum Packet, etwa der Request ein

Die Färbungen deuten auf die Packetformate hin. Beispielsweise ist per default TCP pink oder UDP blau markiert. Schwarz gekennzeichnete Pakete deuten auf Pakete mit Fehlern hin. Für mehr, siehe

View > Coloring Rules

Im mittleren Feld stehen konkrete Daten zum betrachteten Packet. Für gewöhnlich gliedert sich dieser Teil in

- Frame-Nummer und abgefangenen Bits
... mitsamt Daten über dieses Frame: Protocols in Frame, Marked, Ignored, ...
- Verbindungstyp der Übertragung
... inklusive Sender-IP und Empfänger-IP, oftmals in IPv6-Format sowie Übertragungsprotokoll
- und unterschiedlichen Informationen, je nach Protokollierungstyp.
... für TCP beispielsweise die Internet Protokoll Version und das Transmission Control Protokoll, inklusive deren Daten.

Im unteren Feld steht dann der Inhalt der jeweiligen Frames in non-human readable Format.

Eine weitere Interessante Funktion die WireShark bietet ist das direkte Verfolgen einer *-verbindung. Via

> Rightclick on Frame > Follow > *-Stream

Lässt sich direkt untersuchen was im Rahmen einer Verbindung ausgetauscht wird.

The screenshot displays the Wireshark network protocol analyzer interface. The top pane shows a list of captured packets. The middle pane displays the details of the selected packet (Frame 146), showing the Ethernet II, Internet Protocol Version 4, and Transmission Control Protocol layers. The bottom pane shows the raw packet data in hexadecimal and ASCII. The right pane shows the 'Follow TCP Stream' view, displaying the raw data of the selected TCP stream (eq 22) in ASCII format. The stream content includes a series of characters that appear to be a mix of random data and some structured text, possibly a protocol-specific message or a corrupted packet.

No.	Time	Source	Destination	Protocol
140	82.516311753	10.0.0.3	13.81.211.255	TCP
141	82.551223936	13.81.211.255	10.0.0.3	TCP
142	82.551372730	10.0.0.3	13.81.211.255	TCP
143	82.552367895	10.0.0.3	13.81.211.255	TLSv1.2
144	82.592691507	13.81.211.255	10.0.0.3	TCP
145	82.592825188	10.0.0.3	13.81.211.255	TCP
146	82.593929720	13.81.211.255	10.0.0.3	TCP
147	82.594004423	10.0.0.3	13.81.211.255	TCP
148	82.594543432	13.81.211.255	10.0.0.3	TCP

Frame 146: 1514 bytes on wire (12112 bits), 1514 bytes captured (12112) on interface eth0
 Ethernet II, Src: AdbBroad_12:ef:c1 (84:26:15:12:ef:c1), Dst: LcfcHefe_12:ef:c1 (84:26:15:12:ef:c1)
 Internet Protocol Version 4, Src: 13.81.211.255, Dst: 10.0.0.3
 Transmission Control Protocol, Src Port: 443, Dst Port: 35386, Seq: 144

Follow TCP Stream (tcp.stream eq 22) · wireshark_enp3s0_201711...

```

.....=x.gduF...R.x..v...'.r[....K..O..F.....N..r.....
1..C
?/*^.....+./..0...../..5.
.....static.asm.skype.com.....#...
.....h2.http/1.1uP.....
..zz.....jj.....a...U..Y...|.../3.. .....q..F=f)e5..I..
.@.....'G.....k' .....B.X..U!....
.....d..a...0.....-..g|:.k`
x..."g|0
..*.H..
.....0..1.0 .....U....US1.0...U...
Washington1.0...U....Redmond1.0...U...
...Microsoft Corporation1.0...U....Microsoft IT1.0...U....Microsoft
IT TLS CA 50...
170829143747Z.
190829143747Z0.1.0...U....static.asm.skype.com0.."0
..*.H..
.....0..
.....(u)....A)/.;F...)k\..qp.....a.....Wo..^h.02m
...Wlk.3,NS
.....#2..0j[K.....4.W.J(d.....}
X.'eEHZ{I.....QK`...=.U.....+i8x,v,f;"....\=.9...jid.
UM.#Y....?..).g.<..a...V8@T(..7l..w...eV....x..
3.>.H.]....R.....9]0.....f.G....
+..j.....e0...a0...U....."I=S..j\..a...^..K.
0...U.....0...U.#..0.....%t.....8_3..le0....U....
0...U.....Khttp://mscrl.microsoft.com/pki/mscorp/crl/Microsoft
%20IT%20TLS%20CA%205.crl.Ihttp://crl.microsoft.com/pki/mscorp/crl/
Microsoft%20IT%20TLS%20CA%205.crl0....+.....y0w0Q...+.....
0..Ehttp://www.microsoft.com/pki/mscorp/Microsoft%20IT%20TLS%20CA
%205.crt0"...+.....0...http://ocsp.msocsp.com0>.....+.....
7...10/'..+.....7.....u.....a.....]...B...Z..d...0...U.%..
0...U.....0...U.....0...U.....0...U.....0...U.....0...U.....
5 client pkts, 8 server pkts, 7 turns.
Entire conversation (8193 bytes) Show and save data as ASCII Stream 22
Find: Find Next
Help Filter Out This Stream Print Save as... Back Close

```


2.2.2 Filtering

Um etwas spezifisches zu untersuchen, bietet Wireshark Filteroptionen an. So kann man beispielsweise mit 'dns' explizit die DNS-Pakete aus dem ganzen Satz an Paketen herausfiltern. Für weitere Optionen, siehe

Analyze > Display Filters

Man kann auch eigene Filter erstellen und einbauen.¹

Übliche Befehlskonfigurationen können wie folgt lauten:

- ◊ tcp.port==80
 - Suche nach allen TCP Verbindungen die an Port 80 docken
- ◊ udp contains 64
 - Suche durch alle Pakete welche eine x64 Zahl im Frame aufweisen
- ◊ http.connection matches "Keep-Alive"
 - Suche nach allen TCP-Verbindungen mit Keep-Alive Kondition
- ◊ tcp.flags & 0x02
 - Suche durch alle TCPs mit gesetzter SYNchronize-Flag
- ◊ tcp.port in 80 443 8080
 - Suche alle TCPs welche an Port 80 oder 443 oder 8080 docken

2.2.3 Aufzeichnen von Datenverkehr

Das Aufzeichnen des Datenverkehrs erfolgt gewöhnlicherweise direkt mit dem Starten des Sniffings .

Der 'promiscuous mode', wie oben bereits erwähnt, betrachtet auch Pakete die an das jeweilige Netzwerk gesendet werden.

Die Aufzeichnungen im 'promiscuous mode' sind in der Regel ungefährlich für alle Beteiligten, da Pakete nur empfangen werden wenn sie tatsächlich der Empfänger-IP entsprechen. Jedoch kann man dies mit einem SPAN port, einem Switch Port Analyzer, umgehen, wodurch jegliche Pakete durch das Gerät empfangen werden.² Aufgrund der Human-Readable-Umschreibung von betrachteten Streams, kann man somit sensible Daten wie Passwörter und IDs abfangen und auslesen. Eine Gegenmaßnahmen dazu sind Enkryptionen durch SSL oder TLS oder eingeschränkte Zutrittsrechte zu Serverräumen.³ Um einen SPAN aufzusetzen benötigt man physikalischen Zugang zum jeweiligen Router.

3 Analysis mit Wireshark

Im Rahmen folgender Fragestellungen analysieren wir mithilfe von Wireshark das beiliegende dump_protocols.pcap.

3.1 Welche Netzwerkprotokolle werden in der Kommunikation verwendet?

Es lassen sich mehrere Protokolle identifizieren, mitunter:

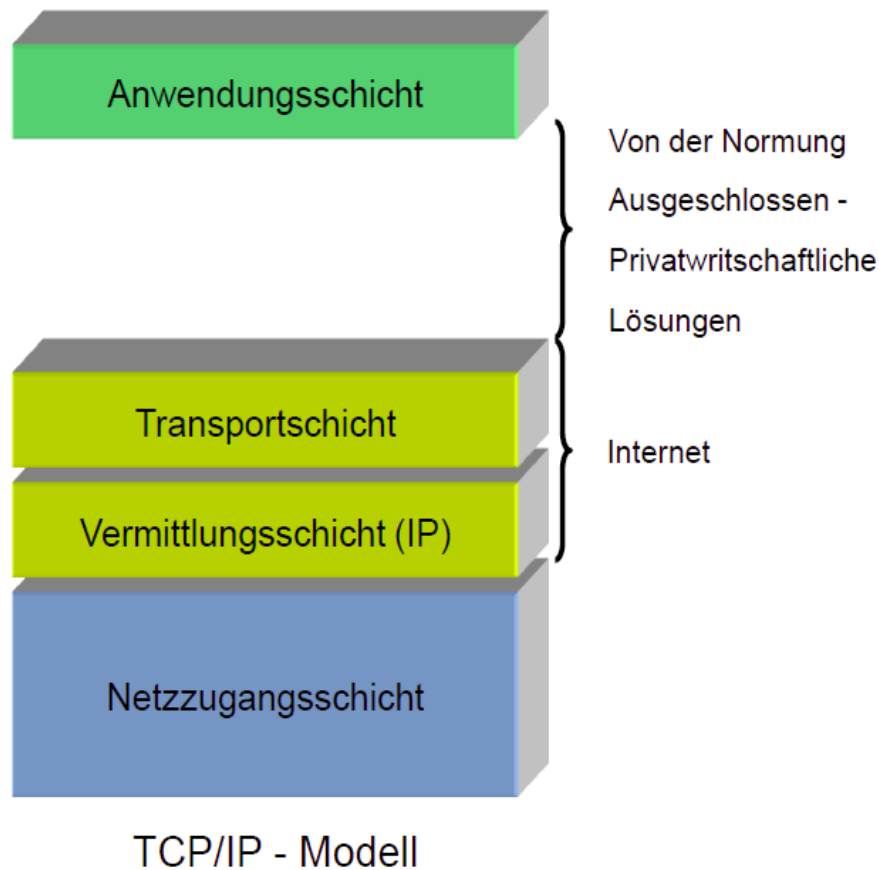
¹https://www.wireshark.org/docs/wsug.html_chunked/ChWorkBuildDisplayFilterSection.html

²<https://blog.packet-foo.com/2016/07/how-to-use-wireshark-to-steal-passwords/>

³<https://blog.packet-foo.com/2016/11/the-network-capture-playbook-part-4-span-port-in-depth/>

- ◊ DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol: Zuweisung von Client & Server.
- ◊ ARP - Address Resolution Protocol: Zuweisung der MAC-Adressen im Lokalen Netzwerk.
- ◊ ICMP - Internet Control Message Protocol: Handling von Fehler und Status in IP/TCP/UDP
- ◊ DNS - Domain Name System: Zuweisung von IPs und Hostnamen.
- ◊ TCP - Transmission Control Protocol: Datenübertragungsprotokoll, orientiert an sicherer Packetzustellung.
- ◊ HTTP - HyperText Transfer Protocol: User Agent-Rendering gemäß .htmls

3.2 Ordnen Sie jedes der Protokolle einer Schicht im TCP/IP-Referenzmodell zu und stellen Sie die Hierarchie der einzelnen Protokolle graphisch dar.
Zunächst eine Wiederholung des TCP-IP Schichtenmodelles:



Die genutzten Protokolle stehen somit in Folgender Relation zum TCP-IP Modell:

- DHCP - Application Layer, als auch für das OSI-Model

Grund: DHCP vermittelt eine Client-Server Verbindung basierend auf dem ausgeführten Programm. Gibt es kein Programm, so gibt es weder spezifizierten Klienten noch Server.

- ARP - Network Access Layer, or Data Link Layer for the OSI-Model

Grund: ARP befasst sich mit der Korrektheit der MAC-Adressen. Diese befinden sich im Datalink Layer (OSI) und somit im Network Access Layer des TCP-IP.

- ICMP - Vermittlungsschicht, or Network Layer für OSI

Grund: ICMPvX beschäftigt sich mit Fehlercodes des IPvX, weshalb es keinem anderen Layer zuschreibbar ist als dem Network-Layer des OSI-Models. Dementsprechend befindet es sich in der Vermittlungsschicht.

- DNS - Application Layer - parallel mit HTTP, eben so für das OSI-Model

Grund: DNS beschäftigt sich mit dem Zuschreiben von Aliasen der IP-Adressen, den Hostnamen. Dieser findet jedoch nur im Browser(=Applikationsschicht) nutzen, da aus maschineller Sicht die Hostnamen IP-Adressen widerspiegeln.

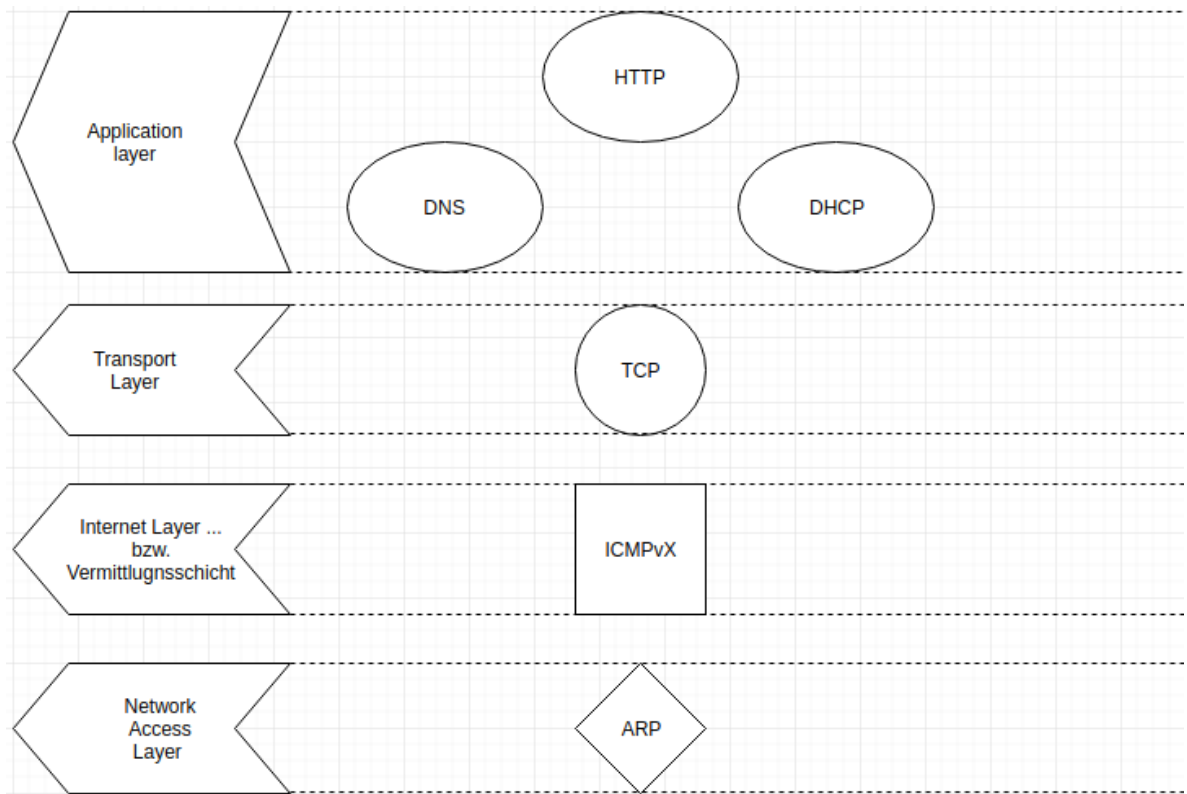
- TCP - Transport Layer für das TCP-IP als auch OSI-Model

Grund: TCP beschäftigt sich mit dem Datenaustausch über Handshake. Als bekanntes Protokoll dient es der sicheren Übertragung von Frames und ist dementsprechend auf dem Transportlayer angesiedelt.

- HTTP - Application Layer, ebenso für OSI

Grund: HTTP dient der Übertragung der spezifizierten .htmls eines Servers, gewöhnlicherweise via TCP/IP. Da HTML (& css sowie js oder php, etc.) der Darstellung einer Seite dienen, gilt HTTP der Applikationsschicht.

Graphisch wären die Protokolle etwa so einzugliedern:



Alternativ:

Statistics > Protocol Hierarchy

4 Analysis mit Wireshark

Im Rahmen dieser Sektion wollen wir eine weitere Datei analysieren, welche mit Wireshark aufgenommen wurde, `dump_http.pcap`.

4.1 Welche Objekte wurden vom Klienten via HTTP angefordert? Mithilfe von

File > Export Objects > HTTP...

kann man direkt einsehen, welche Elemente im Rahmen aller HTTP-Protokollierten Frames, innerhalb des derzeit geladenen `.pcap` übertragen wurden. In unserem `dump_http.pcap` wurden die Elemente `text(145 Byte, Frame 6)`, `logo.gif(4445 Byte, Frame 22)` und `TechnikErleben.png(27 kB, Frame 66)` angefordert, von `192.168.1.10`.

4.2 Recherchieren Sie die Bedeutung der einzelnen Header-Felder bei den Anfragen bzw. Antworten des Servers. TCP-Header bestimmen eine ganze Reihe an diversen Datensätzen. Über 10 Felder von je 20 bytes & zusätzlichen 40 byte an optionalen, informativen Daten, bestimmt man

◇ Sender TCP Port Nummer (2 Byte)

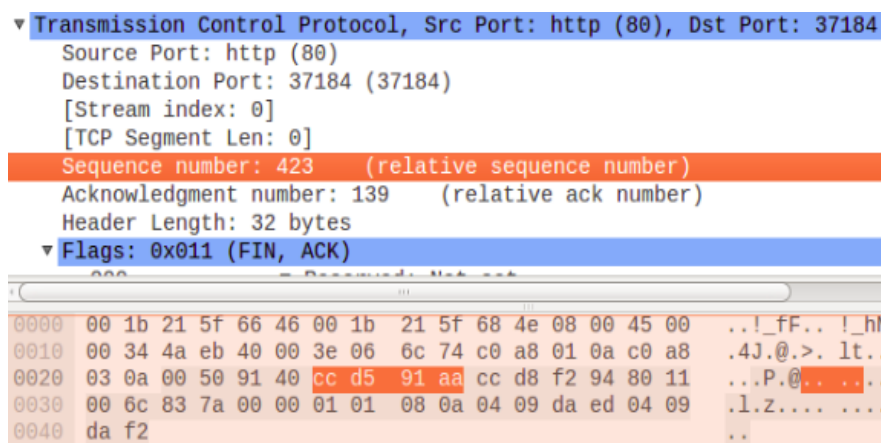
Der spezifizierte Port, von welchem der Sender sendet.

◇ Empfänger TCP Port Nummer (2 Byte)

Der spezifizierte Port, wo der Empfänger die Nachricht erhält.

◇ Sequenznummer (4 Byte)

... sie dient der Information über die Menge bereits gesendeter Data. Sie ist in jedem Datenpaket vorhanden und dient mitsamt der Acknowledge Nummer (next §) dazu, dem Sender den erfolgreichen Transfer zu übermitteln. Zwecks Sicherheitsvorkehrungen startet diese immer mit einem zufälligen Wert zwischen 0 und $(2^{32}) - 1$. Wireshark bietet hinsichtlich der X-hundertsten Zahlenwerten eine relative Sequenznummer an, um die Packetidentifikation in mehreren Hinsichten zu vereinfachen.



◇ Acknowledge number (4 Byte)

Diese dient dazu den Datentransfer zu bestätigen. Prinzipiell gilt, dass die geantwor-tete ACK zur neuen SEQ wird, siehe auch

Time	192.168.3.10		192.168.1.10	Comment
0.000000	37184	→	80	Seq = 0
0.100320	37184	←	80	Seq = 0 Ack = 1
0.100352	37184	→	80	Seq = 1 Ack = 1
0.100399	37184	→	80	Seq = 1 Ack = 1
0.200659	37184	←	80	Seq = 1 Ack = 139
0.200858	37184	←	80	Seq = 1 Ack = 139
0.200863	37184	→	80	Seq = 139 Ack = 423
0.200867	37184	←	80	Seq = 423 Ack = 139
0.201056	37184	→	80	Seq = 139 Ack = 424
0.201532	37185	→	80	Seq = 0
0.301299	37184	←	80	Seq = 424 Ack = 140
0.301798	37185	←	80	Seq = 0 Ack = 1
0.301807	37185	→	80	Seq = 1 Ack = 1
0.301839	37185	→	80	Seq = 1 Ack = 1

... Via Wireshark, lässt sich ein solcher Graph mittels

Statistics > Flow Graph > Flow Type: TCP flow

erstellen.

◇ TCP Data Offset (X words ... 8 Bytes each)

.. dieser dient zur Spezifikation des eigentlichen Dateistarts. Anhand von 'Header Length: xx Byte' lässt sich dies feststellen.

◇ Reserved Data (4 Bit)

Das Reserved Data-Feld ist für zukünftige Verwendungen reserviert. Alle Bits müssen null sein.

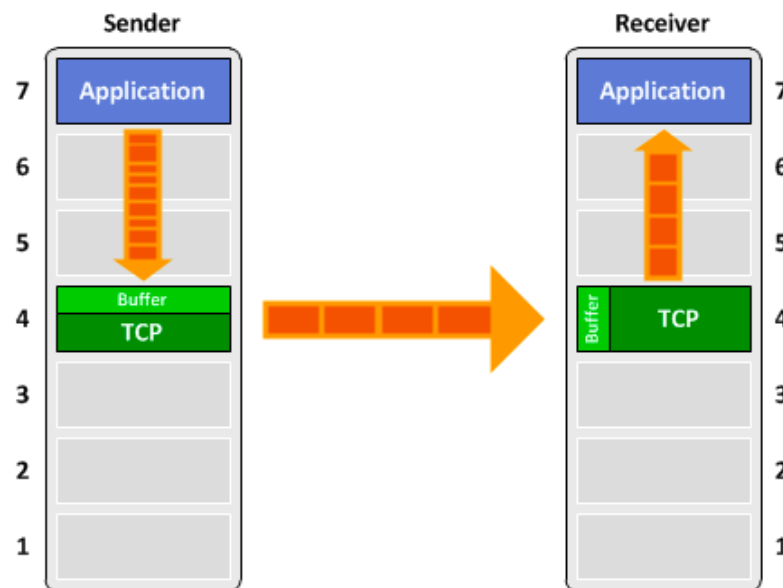
◇ Control Flags (8 Bit)

Beschrieben durch 2 Variablen oder 4 Hexa-Werten. Zu den möglichen Flags gehören:

- ECE - Explicit Congestion Notification (ECN-ECHO): Bei Netzwerküberlastung
- CWR - Congestion Window Reduced: Revertiert ECE
- URG - Urgent: Selten genutzt, oftmals als Interrupt-Signal
- ACK - Acknowledgement: Setzt Gültigkeit für Sequenz/Acknowledge-Values

- PSH - Push: Umgehung lokaler Puffer für schnellere Übertragung
- RST - Reset: Zum Abbruch von Verbindungen
- SYN - Initiieren der Verbindung. Üblicherweise beantwortet mit SYN+ACK oder RST
- FIN - Finish: Schlussflag, dient zur Freigabe der Verbindung & Bestätigt vollständige Übertragung.

Bezüglich PSH: Datenverkehr & Pufferfunktion bei Übertragung



◇ Window size (2 Bytes)

Bestimmt die Puffergröße bezüglich der zu sendenden Daten. Dies steht in Relation mit ACK, da der Datensatz erst mit der ACK-Nummer bestätigt wird. e.g.: Bei zu klein gewähltem Puffer muss der Sender eines Elementes auf die Antwort des Empfängers warten, bevor dieser weitere Pakete des jeweiligen Elementes senden darf.

◇ TCP checksum¹ (2 Byte)

Die Prüfsumme des TCP-Headers dient der Erkennung von Fehlübertragungen, bestehend aus Empfänger-IP, Sender-IP, TCP-Protokollerkennung, Länge des TCP-Headers und Nutzdaten.

◇ Urgent Pointer (2 Byte)

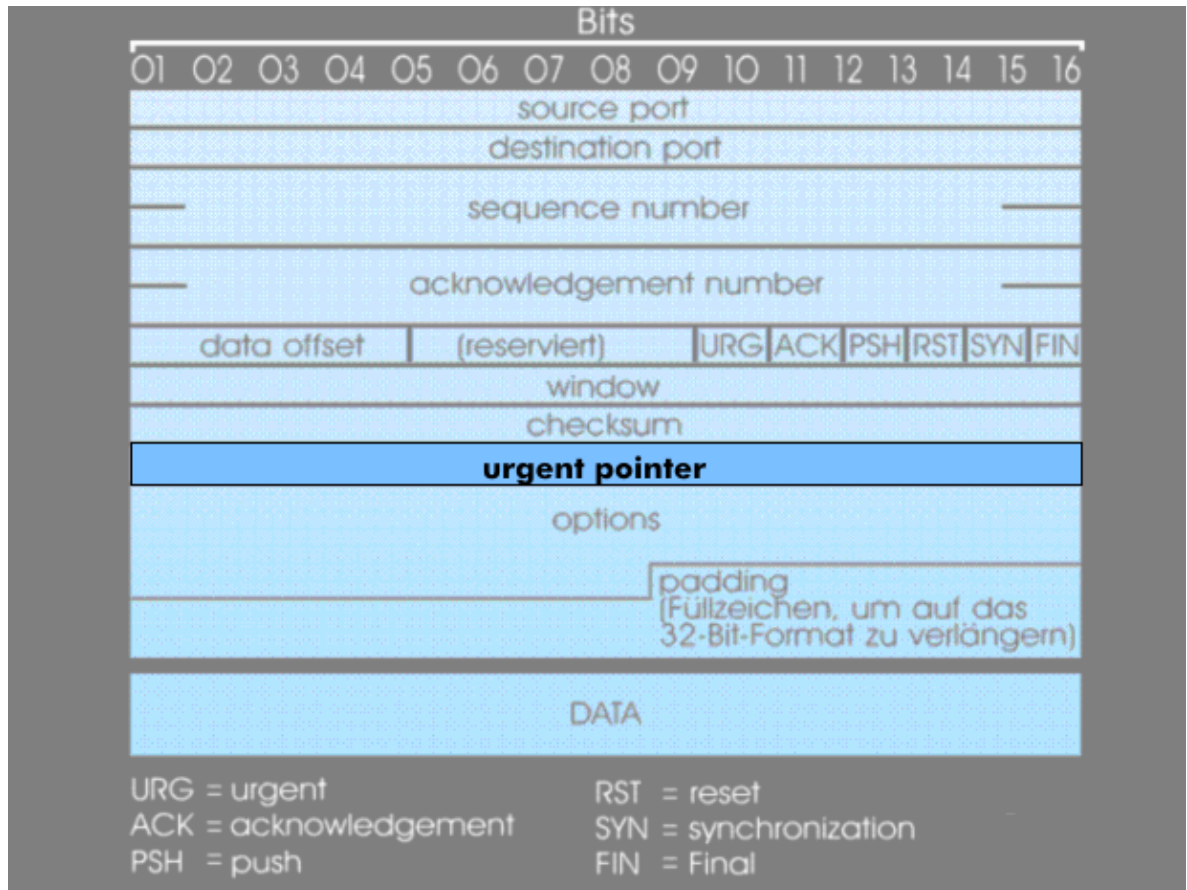
Der Urgent-Pointer zeigt auf das Ende der dringenden Daten. Der Wert des Pointers ist ein positiver Offset der Sequenznummer. Gilt nur wenn die URG-Flag gesetzt ist.

◇ Options (0 .. 40 Byte)

Das Options-Feld ist immer unterschiedlich groß, je nach Zusatzinformationen. Eine Option muss stets die RFC-Bedingung von 8 Bit erfüllen, dementsprechend muss

¹<http://www.roman10.net/2011/11/27/how-to-calculate-iptcpudp-checksumpart-1-theory/>

man potenzielle Optionswerte mit Nullwerten paden. Man kann beispielsweise die Maximum Segment Size, MSS, beeinflussen. Per Default ist dieser: IP Datagram mit 576 Byte - 40 Byte TCP Header = 536 Byte.



Dementsprechen lassen sich dann die Antworten und Nachfragen des Servers interpretieren.

4.3 Wie viele TCP-Verbindungen werden insgesamt aufgebaut? Wie unterscheidet sich das von dump_protocols.pcap?

Mithilfe von

`Analyze > Follow > TCP Stream`

können wir durch die verschiedenen TCP-Verbindungen tooglen. Im Rahmen dessen können wir auch einsehen, was genau übertragen wurde.

Für unser .pcap stehen 3 unterschiedliche TCP-Verbindungen.

- Stream 0: Beschreibt GET /test/
- Stream 1: Beschreibt GET /test/logo.gif
- Stream 2: Beschreibt GET /test/TechnikErleben.png

Es handelt sich dabei um eine altbewährte Form der HTTP/1.0 Datenübertragung - 1 eigene TCP-Verbindung per Grafik.

4.4 Bestimmen Sie, wie viele Bytes in jeder Verbindung ausgetauscht werden und wie lange die einzelnen Verbindungen bestehen. Via

`Statistics > Conversations ... TCP`

können wir alles rund um die TCP-Verbindungen feststellen.

5 Analyse mit Wireshark

Nun werden wir heutigen Datenverkehr aufnehmen und analysieren. Via Youtube catchen wir einige Datenpakete welche wir anschließend begutachten, gemäß folgender Fragen:

1. Versuchen Sie die Verbindung über unterschiedliche Zugangsnetzwerke (z.B. LAN, WLAN, 3/4G sofern möglich) herzustellen und dokumentieren Sie allfällige Unterschiede.
2. Welche Objekte werden vom Client via HTTP angefordert? Hinweis: nur jene beim Video-streaming, andere Objekte (z.B. HTML, Text, Bilder) können vernachlässigt werden. Wir setzen Wireshark auf unser Netzwerk an und starten den Stream. Wir beenden die Aufnahme alsbald und analysieren unser .pcapng mithilfe von

- `Analyze > Follow > TCP Stream / UDP Stream`
- `Statistics > Conversations`
- ...