

ComCom, Seminar «Quality of Service», 15./16. September 2020, KKL Luzern

# Internet Performance Benchmarking und User Experience

Was heisst Qualität?

Wie wird Qualität gemessen?

Vorstellen, wie cnlab bei der Performance-Messung vorgeht (Fixnetz und ev. Mobilfunk)  
und wo dabei die Herausforderungen liegen.

Peter Heinzmann, Dr. sc. Techn., Prof. em. HSR, CTO cnlab itr ag [Peter.Heinzmann@cnlab.ch](mailto:Peter.Heinzmann@cnlab.ch)

Eric Franke, Leiter cnlab Performance [Eric.Franke@cnlab.ch](mailto:Eric.Franke@cnlab.ch)

[www.cnlab.ch/performance](http://www.cnlab.ch/performance)



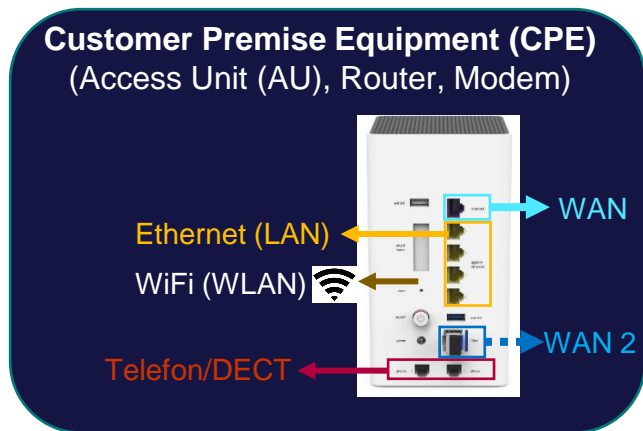
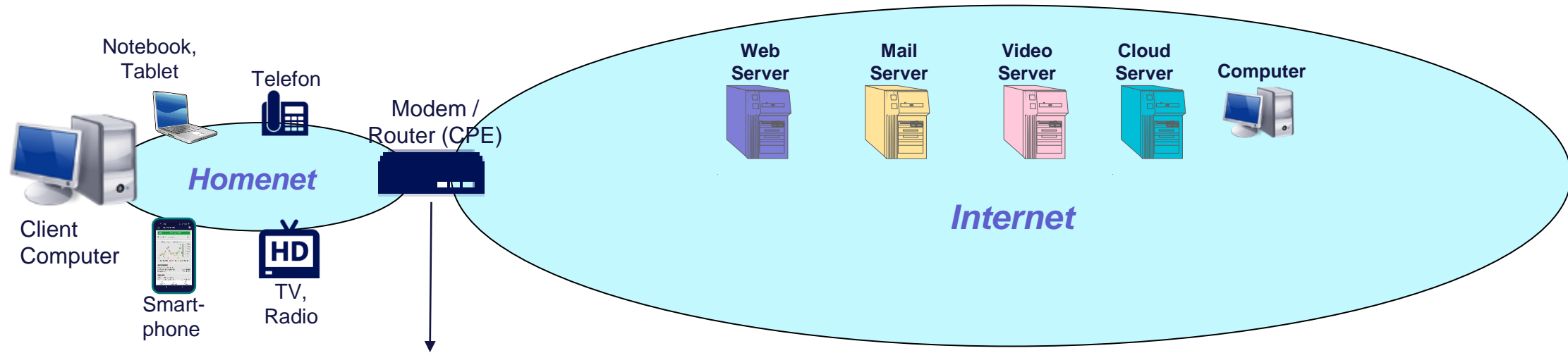
# **1. Was können Internet Service Provider (ISP) liefern?**



# Was bieten Internet Service Provider (ISP) gegenwärtig an?

- **Datenverbindungen vom CPE ins Internet**
  - zu beliebigen Endpunkten im Internet (Netzverbindung/Routing/Peering, Domain Namen Auflösung)
  - mit hohen Datenraten, kleinen Verzögerungszeiten und ohne Unterbrüche
  - mit guter Stabilität (wenig Schwankungen)
  - Sicherheitsfunktionen (Firewall, Malware Detection, Malicious Sites Detection, DDOS, ...)
- **Sicherstellung des Betriebs von bestimmten Internet-Anwendungen**
  - Installation von Malware-Detection, Speedtests, Mail-Client auf Heimrechner
  - Optimierung im Heimnetz (WLAN-Repeater, Powerline, WLAN Optimierungsanwendungen)
  - Internet Dienste (Anwendungen)
    - Telefonie-Service (inkl. Notruf)
    - TV-Service (inkl. Abspeicherung, Replay)
    - E-Mail Service (Adresse, Speicherung, Malware Detection, SPAM Detection, ...)
    - Cloud Speicher
    - ...

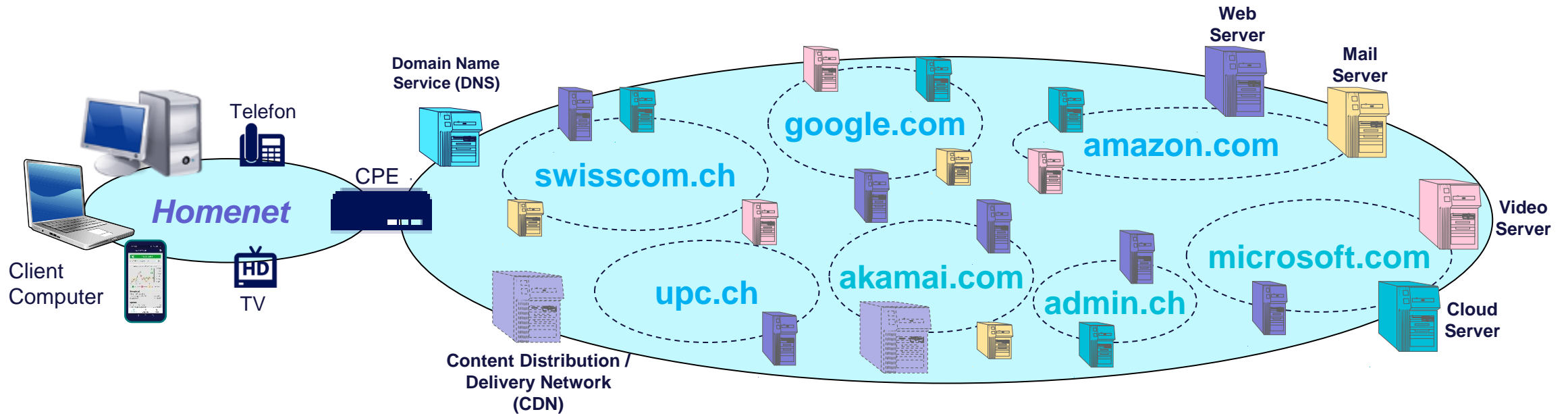
# Internet im Heimbereich (Residential Clients)



## Wide Area Network (WAN) / Internet Verbindungen

- Fixnetzanschlüsse (Kupferleitungen, Koaxialkabel, Glasfasern)
- Mobilnetz (3G-UMTS, 4G-LTE, 5G)
- Satellitenverbindungen (GEO, MEO, LEO)

# Internet - ein Netz von Netzen für verschiedenste Internet Services

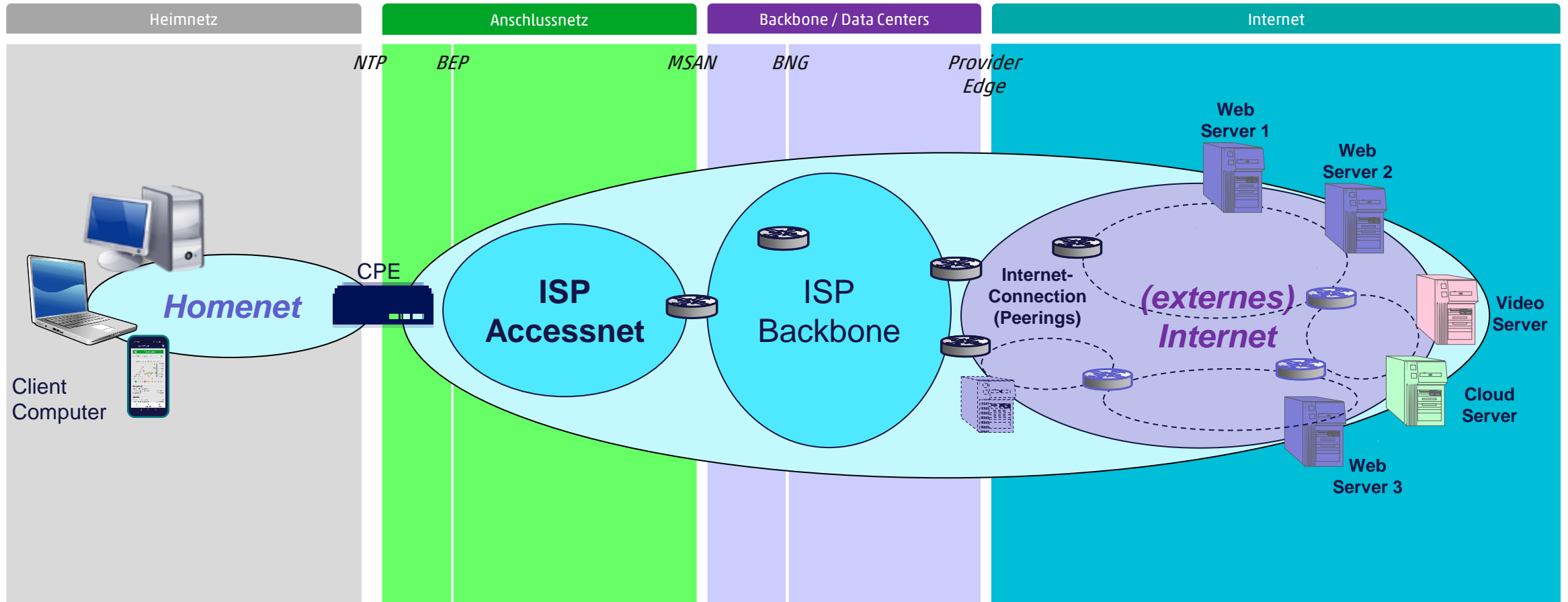


## End-to-End Internet Protocol (IPv4, IPv6) Packet Delivery

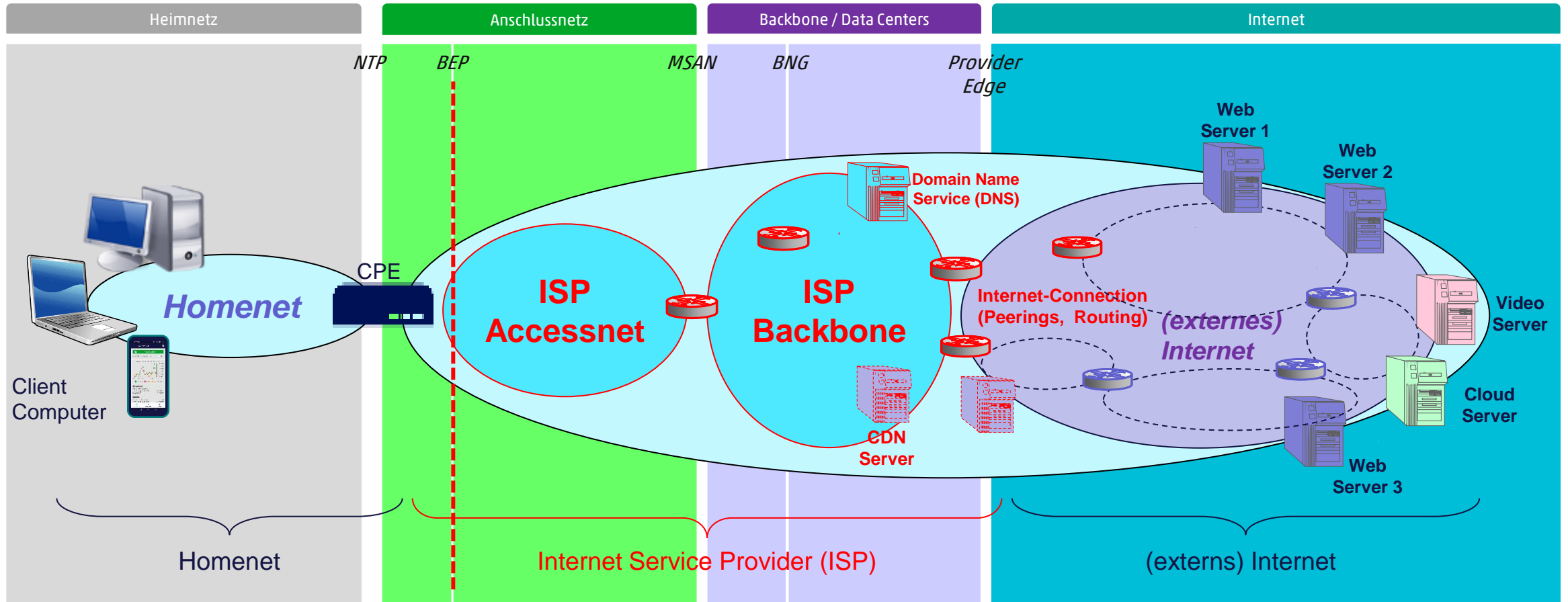
Internet Services (HTTP, HTTPS, QUIC, SMTP, ...)

- Web
- Mail
- Streaming Video/Audio (YouTube, Netflix, Internet Radio)
- Cloud Services, Gaming, ...

# Was kann der "Internet Service Provider (ISP)" beim Fixnet-Anschluss beeinflussen?



# Was kann der "Internet Service Provider (ISP)" beim Fixnet-Anschluss beeinflussen?





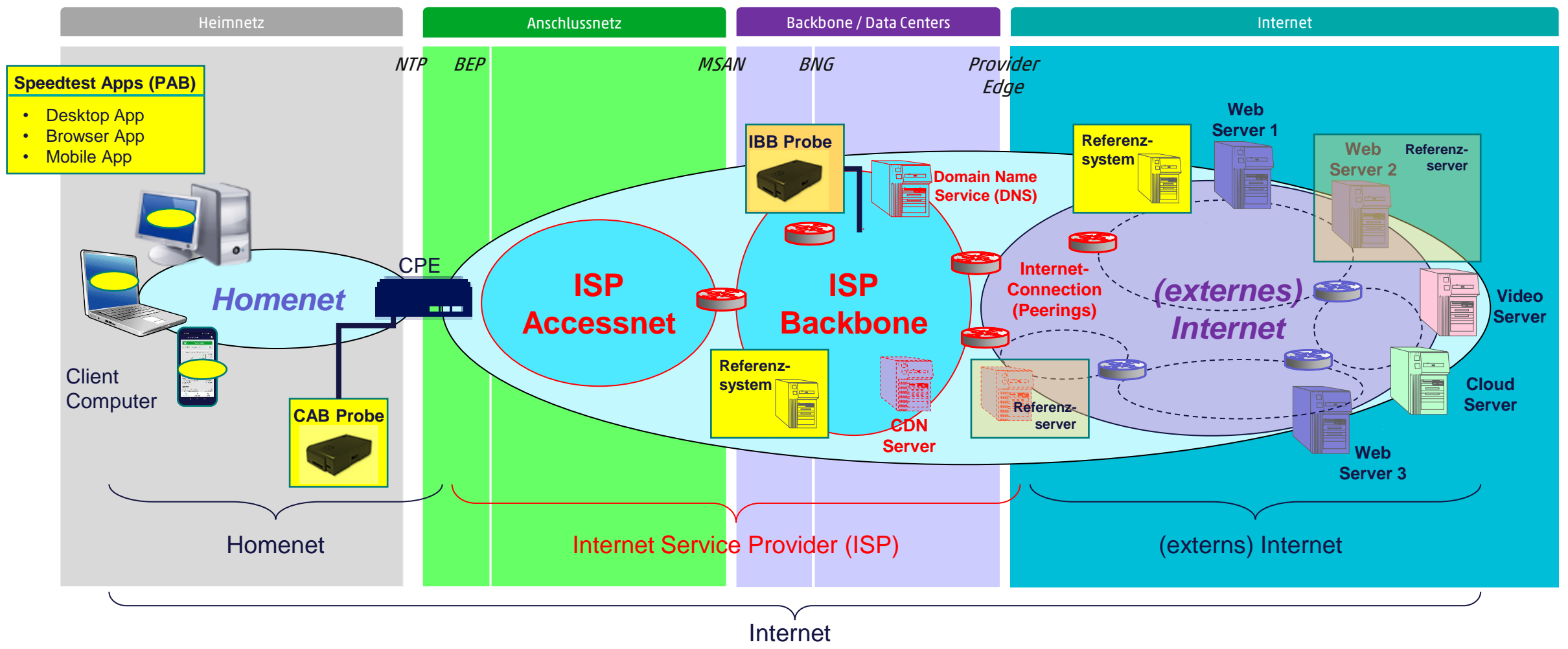
## **2. Welche Internet Benchmarking Systeme betreibt cnlab?**

Grundprinzipien und Möglichkeiten mit verschiedenen Speedtest Systemen



# Welche Internet Benchmarking Systeme betreibt cnlab?

## Verteilte Messwerteerfassung





# **User Experience (UX) Apps (Personal Accessnet Benchmarking, PAB)**

Crowd Sourced Speedtest



# Welche Internet Benchmarking Systeme betreibt cnlab?

## cnlab Speedtest / User Experience (UX) Apps (Personal Accessnet Benchmarking, PAB)

### Speedtest Apps (PAB)

- Desktop App
- Browser App
- Mobile App



How fast is your connection with the internet? Check it out - with the cnlab Speedtest!

With the cnlab Speedtest, internet users can check the quality of their internet connections. Every day, we receive several thousand data records for quality analyses for our customers.

**cnlab Speedtest**

The careful analysis of speed test measuring data enables us to make statements on the performance of internet service providers, terminal device types or network technologies.

Users of the Speedtest apps can analyze their own results in the cnlab-evaluation platform and compare them to other options - neutrally and independently of their own ISP.

The cnlab Speedtest apps are available free of charge. They measure download and upload speeds as well as response times from your own device (PC, notebook, tablet or smartphone) with reference systems on the internet.

**Speedtest for Windows**  
64bit  
Download from cnlab

**Speedtest for Windows**  
32bit  
Download from cnlab

**Speedtest for MacOS**  
Download from cnlab

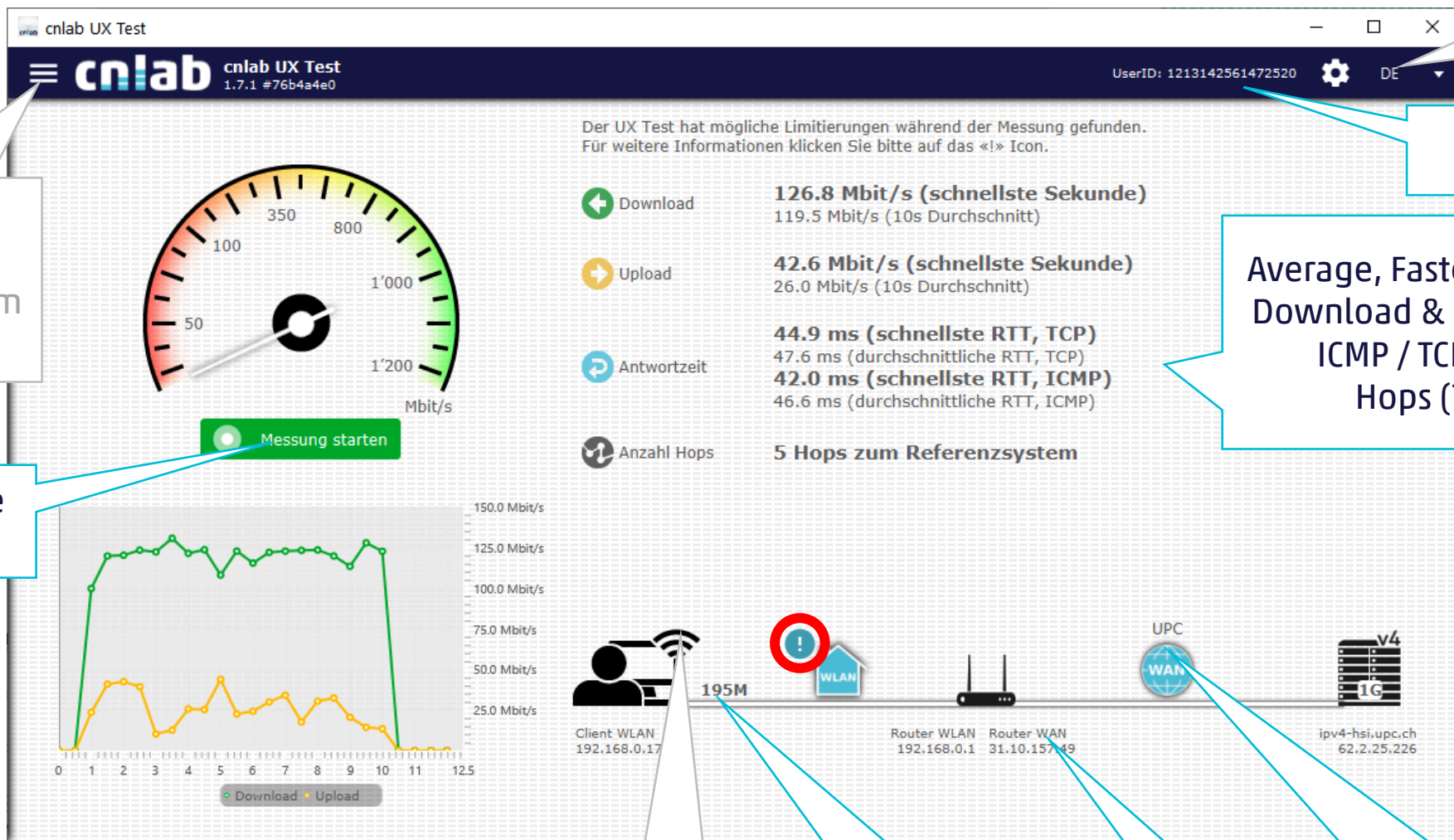
**Speedtest for Android**

**Speedtest for iOS**

<https://www.cnlab.ch/speedtest>

- Desktop Apps / Programs (max. Test Speed: 9 Gbit/s)
  - Windows
  - Mac OS
  - Linux
- Mobile/Tablet Apps (max. Test Speed: 800 Mbit/s)
  - iOS
  - Android
- Speedtest in the Browser (max. Test Speed: 200Mbit/s)
  - Firefox
  - Chrome
  - IE
  - Safari

# Programm für Endkunden (Residential Clients)



Measurement Parameters  
Reference System Selection

Single/Multiple Measurements

Sprachauswahl:  
DE, FR, IT, EN

Results Details  
(Feedback)

Average, Fastest Second Values:  
Download & Upload Data Rate,  
ICMP / TCP Connect RTT,  
Hops (Traceroute)

WLAN Infos

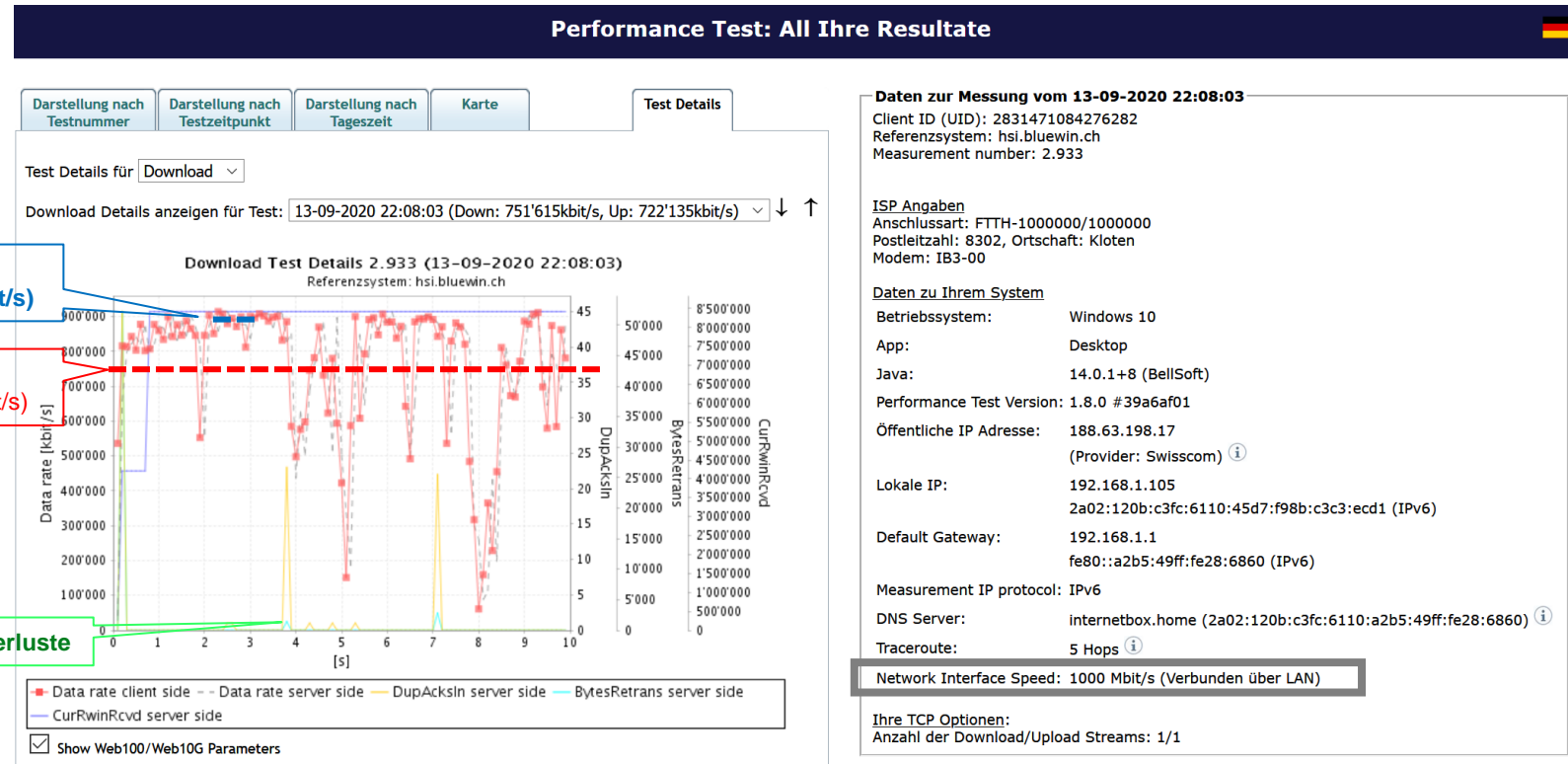
Interface Type and Bitrate

Location Lookup

Account Target Speed Lookup (ISP API)



# Analyse der Speedtest Resultate durch Kunden und ISP-Helpdesk



- **DL\_AVG: Durchschnittliche Download Datenrate während dem 10 sec Test**
- **DL\_FS: Download Datenrate während der schnellsten Sekunde des Tests (Fastest Second)**
- **Paketverluste**
- **Netzwerk Schnittstelle**
  - LAN oder WiFi
  - Network Interface Bitrate

|                            | DL_SS    | DL_avg   | DL_FS    |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| Download-Datenrate[kbit/s] | 431'728  | 751'615  | 888'784  |
| Upload-Datenrate [kbit/s]  | 500329.6 | 722134.7 | 785697.6 |
| Antwortzeit TCP [ms]       | 1.9      | 2.6      | 4.2      |
| Antwortzeit ICMP [ms]      | 1.0      | 2.8      | 7.0      |



# Welche Art Datenrate messen wir eigentlich?

## TCP Throughput mit 1 Gbit/s Ethernet (1000BASE-BX10)

Service-Address:  
Port 80

IPv6-Address:  
2a02:aa08:4011:fff0:a017  
:1f86:3726:efd8

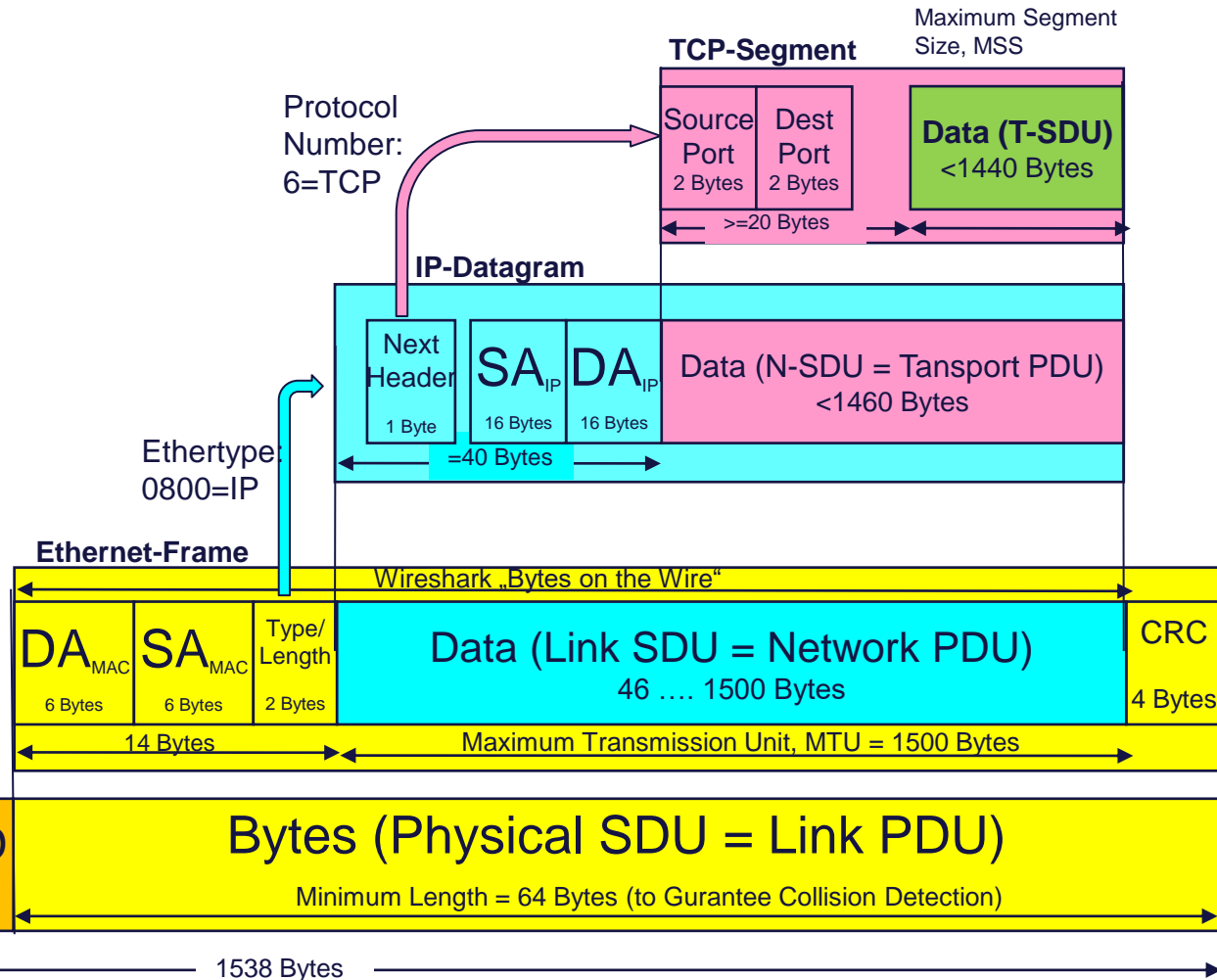
MAC-Address:  
00:00:0F:00:B2:7B

Interframe Gap

Minimum 12 Bytes

PA+SFD

8 Bytes

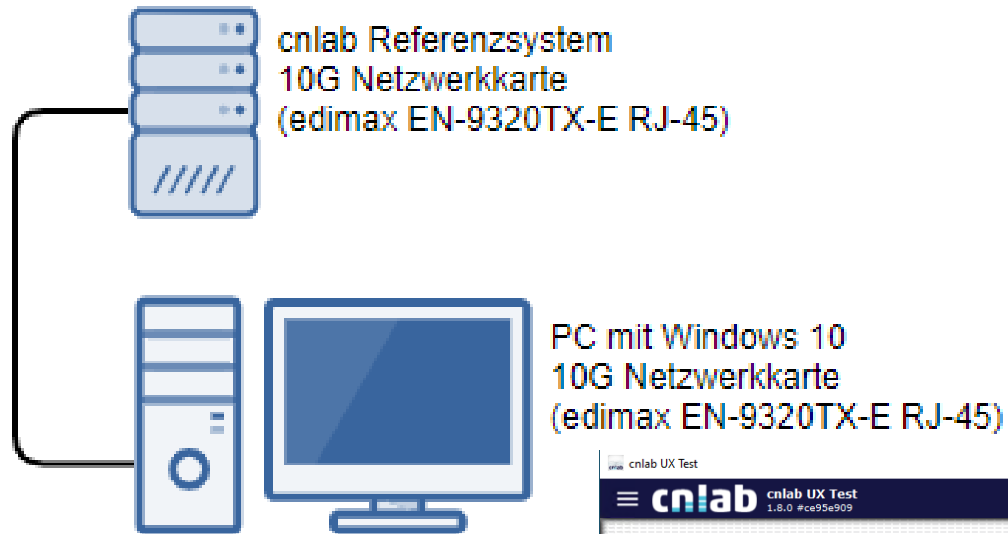


**TCP\_IPv4\_Throughput mit MTU 1500**  
 $= 1 \text{ Gbit/s} * 1440/1538$   
 $= 1 \text{ Gbit/s} * 0.936 = 936 \text{ Mbit/s}$

**TCP\_IPv6\_Throughput MTU 1500**  
 $= 1 \text{ Gbit/s} * 1420/1538$   
 $= 1 \text{ Gbit/s} * 0.923 = 923 \text{ Mbit/s}$

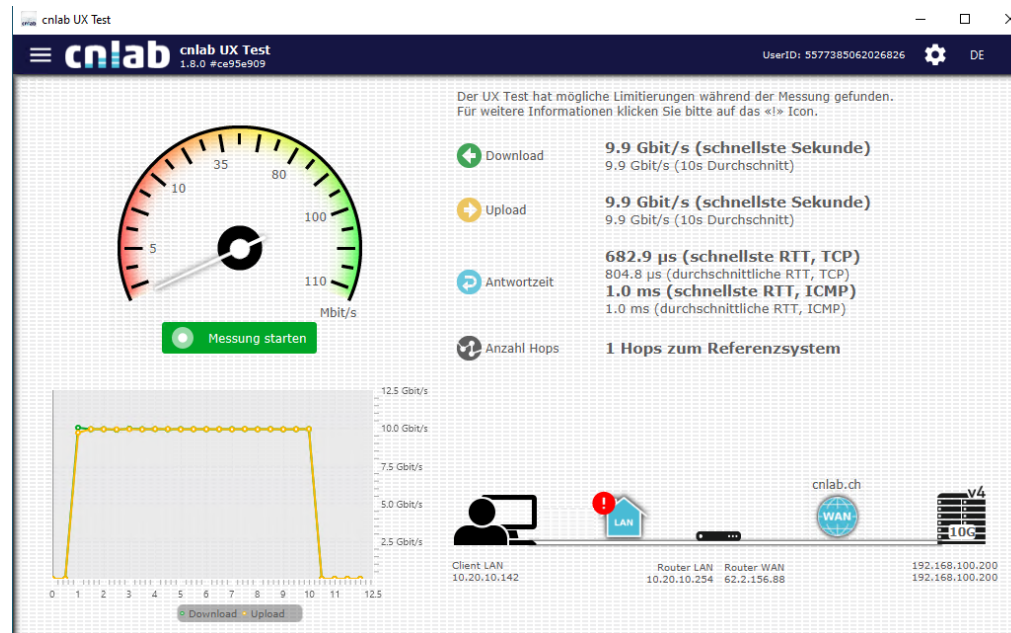


# Desktop App Beispiel: Maximal gemessene Download Datenrate bei einem 10 Gbit/s Anschluss



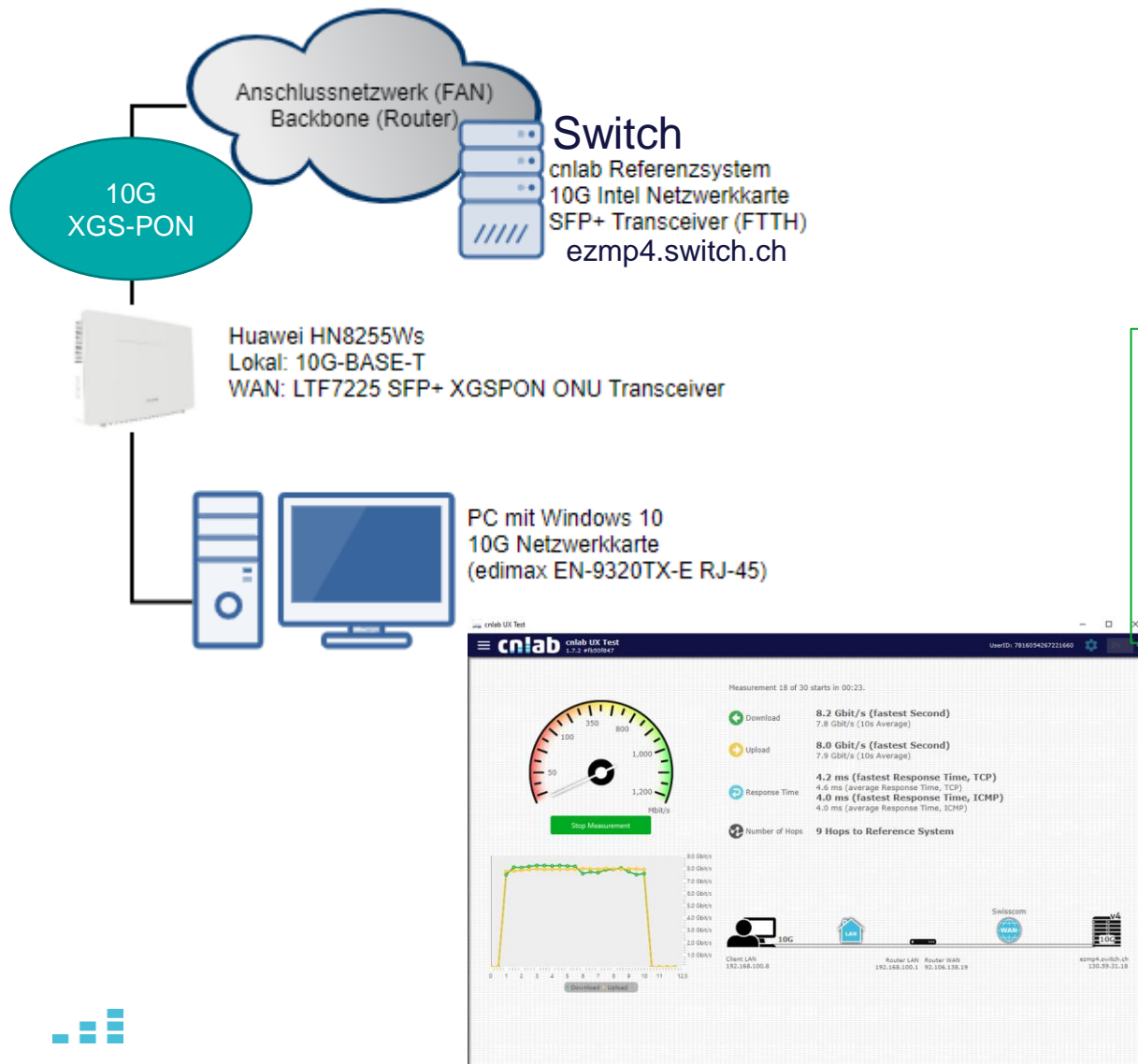
## cnlab Testlabor

Messung bei einer 10 Gbit/s  
Ethernet (Copper, 10GBASE-T)  
Verbindung zum  
Referenzsystem.



$$\text{TCP\_IPv4\_Throughput MTU 1500}$$
$$= 10 \text{ Gbit/s} * 1440/1538$$
$$= 10 \text{ Gbit/s} * 0.936 = \mathbf{9.4 \text{ Gbit/s}}$$

# Desktop App Beispiel: 10 Gbit/s XGS-PON Test – Swisscom (Huawei HN8255Ws)



## 10 Gbit/s XGS-PON Test

Verbindung von einem Huawei Router (HN8255Ws) mit 10 Gbit/s Ethernet Interface über ein Swisscom XGS-PON Netz zum Referenzsystem ezmp4.switch.ch

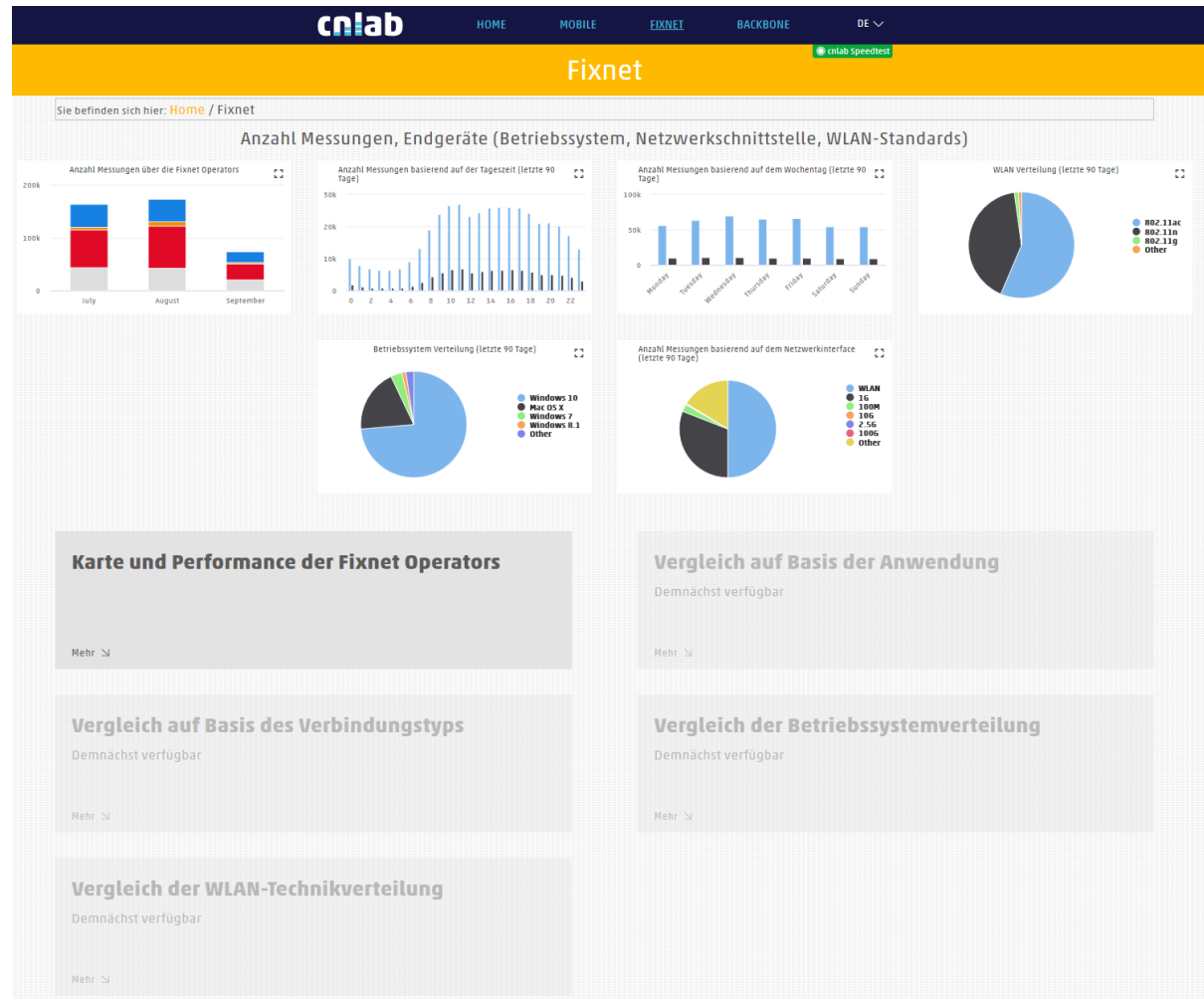
**10G XGS-PON nominal Line Rate (Bitrate) 9.95328 Gbit/s**  
Framing Sublayer Throughput =  $9.953\text{Gbit/s} \cdot 135424/155520$   
=  $9.953\text{Gbit/s} \cdot 0.87 = 8.667\text{Gbit/s}$

**TCP\_IPv4\_Throughput MTU 1500**  
=  $8.667\text{ Gbit/s} \cdot 0.94$   
= **8.2 Gbit/s**



# Welche Internet Benchmarking Systeme betreibt cnlab?

## Zentrale Messauswertung: Mengengerüst zu den Crowd Sourced Speetest Messungen



### Mengengerüst

- Anzahl Messungen pro ISP
- Anzahl Messungen mit LAN, WLAN, WLAN-Standards
- Aufteilung Betriebssysteme

# Welche Internet Benchmarking Systeme betreibt cnlab?

## Zentrale Messauswertung: Präsentation der Crowd Sourced Speetest Resultate

**Performance Engineering vom Netzwerk bis zum Endbenutzer**

Funktionalität, Bedienungskomfort, grafische Ausgestaltung, Geschwindigkeit und Verfügbarkeit entscheiden darüber, wie Internetanwendungen erlebt werden. Mit den cnlab Performance Benchmarking Systemen helfen wir, das Kundenerlebnis zu verbessern.

**Speedtest zum Crowdsourced Benchmarking**

Mit dem cnlab Speedtest generieren Tausende Internetnutzer Performance- und User-Experience-Daten zur Qualität Ihres Netzwerks.

**User-Experience: Monitoring und Alarming**

Unsere Monitoring-Lösungen überprüfen kontinuierlich Ihre Webanwendungen. Bei Ausfällen werden Sie umgehend alarmiert.

- Mail-Monitoring
- Webseiten-Monitoring
- Workflow- und SLA-Monitoring

**Network-Performance: Monitoring und Alarming**

Überprüfen und überwachen Sie Ihre Internet-Performance, Ihre Server und Ihre Anwendungen! Wir helfen ISPs, Firmen und Organisationen bei der systematischen Bewertung und Überwachung ihrer Internetanwendungen.

**Last- und Stresstest**

Wir zeigen, wo die Leistungsgrenzen Ihrer Systeme liegen und wie sich Ihre Anwendungen in extremen Lastsituationen verhalten.

**Benchmarking Switzerland**

cnlab entwickelt seit 1997 Systeme zur Erfassung und Analyse von Kundenerlebnissfaktoren im Internetbereich.

Wie ist die aktuelle Situation in der Schweiz? Was leisten die Telekommunikationsanbieter in Ihrer Region?

Sehen Sie selbst!

**Performance-Wiki**

Bei schlechten Antwortzeiten und Datenraten helfen Ihnen Anleitungen und Hilfestellungen zu den folgenden Themen:

- cnlab Speedtest Apps
- Heimnetzwerke
- Wireless LAN (WLAN, WiFi)
- Powerline
- Router, Switches
- Messmethoden
- Referenzwerte aus dem Messlabor

<https://www.cnlab.ch/performance>

**cnlab** HOME MOBILE FIXNET BACKBONE DE

**Karte und Performance der Fixnet Operators**

Sie befinden sich hier: Home / Fixnet / Operator

Map Satellite

**Details für Download**

| ISP         | Messungen   | Devices    | Max.               | Avg.               | Min.             | P10                | Median            | P90                |
|-------------|-------------|------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Swisscom    | 249         | 78         | 929.4Mbit/s        | 237.0Mbit/s        | 0.7Mbit/s        | 81.1Mbit/s         | 27.4Mbit/s        | 742.9Mbit/s        |
| upc         | 624         | 98         | 934.7Mbit/s        | 326.7Mbit/s        | 0.1Mbit/s        | 206.5Mbit/s        | 11.0Mbit/s        | 911.6Mbit/s        |
| Sunrise     | 41          | 17         | 904.8Mbit/s        | 190.9Mbit/s        | 2.0Mbit/s        | 90.6Mbit/s         | 19.8Mbit/s        | 622.0Mbit/s        |
| Anderer     | 120         | 41         | 930.8Mbit/s        | 262.4Mbit/s        | 1.0Mbit/s        | 146.6Mbit/s        | 24.8Mbit/s        | 703.2Mbit/s        |
| <b>Alle</b> | <b>1034</b> | <b>228</b> | <b>934.7Mbit/s</b> | <b>292.3Mbit/s</b> | <b>0.1Mbit/s</b> | <b>154.2Mbit/s</b> | <b>14.2Mbit/s</b> | <b>901.0Mbit/s</b> |

**Legende:**

- 0.0 Mbit/s - 189.2 Mbit/s
- 189.2 Mbit/s - 378.3 Mbit/s
- 378.3 Mbit/s - 567.5 Mbit/s
- 567.5 Mbit/s - 756.6 Mbit/s
- > 756.6 Mbit/s

**Gitterfärbung:**

Down - Max

**Gittergröße:**

4km x 4km

<https://ux.cnlab.ch/benchmarking/overallfixnet/isptopX>





# **cnlab Probes (Controlled Accessnet Benchmarking, CAB)**

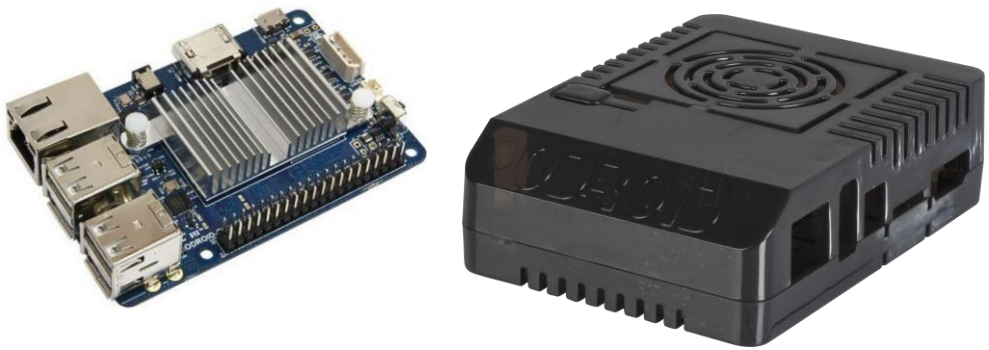
Messung mit spezieller Hardware Box (Probe, Messsonde)

# Welche Internet Benchmarking Systeme betreibt cnlab?

## cnlab Probes (Controlled Accessnet Benchmarking, CAB)



- Odroid-Version (bis 1 Gbit/s)



- Mini-PC-Version (bis 10 Gbit/s)

- Monitoring von Verbindungen zu verschiedenen Checkpoints in der Schweiz
  - Speedtest Referenzsysteme
  - Webserver, DNS-Server, ...
  - Local Gateway (CPE)
- Erfassung von Leistungsparametern
  - Einmal pro Stunde per HTTP-Test
    - Down-/Upload Datenrate
    - Antwortzeit
    - Paketverluste
  - Alle 12 Sekunden
    - Verfügbarkeit (Antwortzeit, Paketverluste)
    - Unterbrüche von 1 Minute oder mehr

# cnlab Probes (CAB) Datenauswertung

Reference Server Selection

1

**Setup Selection** Execute

Set: CAB  
Internet Layer: IPv4

**Reference server selection**

Type: All  
Filter: NONE

- CDN\_Yahoo (xp.yimg.com)
- CH\_20Min (www.20min.ch)
- CH\_Bluewin (hsi.bluewin.ch)
- CH\_BluewinWWW (www.bluewin.ch)
- CH\_Cablecom (hsi.upc-cablecom.ch)
- CH\_Green (hsi.green.ch)
- CH\_IP-Plus (hsi.ip-plus.net)
- CH\_Ricardo (www.ricardo.ch)
- CH\_Search (webmaster.search.ch)
- CH\_Solnet (speedcheck.solnet.ch)

Probe Selection

2

**Probe selection**

Type: All  
Download: Min - Max kBit/s  
Upload: Min - Max kBit/s

**ADSL**

- ADSL5M\_Green (5000/500)
- ADSL5M\_Solnet (5000/500)
- ADSL5M\_Sunrise (5000/500)
- ADSL5M\_Sunrise\_ULL (5000/500)
- ADSL5M\_VTXOrange (5000/500)
- ADSL15M\_Sunrise (15000/1000)

**Cablenet**

- Cable\_GGAMaur\_Test (20000/3000)
- Cable25M\_upc\_Weisslingen\_RT (25000/2500)
- Cable35M\_upc\_Dielsdorf (35000/3500)
- Cable35M\_upc\_Ennetbaden\_DZ\_Sheeva (35000/3500)
- Cable35M\_upc\_Hoeri\_Raspi (35000/3500)
- Cable35M\_upc\_Ruemlang (35000/3500)
- Cable50M\_upc\_Neerach\_DG (50000/5000)
- Cable50M\_upc\_Rapperswil (50000/5000)
- Cable50M\_upc\_Zurich8053\_AWitschi (50000/5000)
- Cable75M\_GGAMaur\_Rasp\_B0-57-87 (75000/10000)
- Cable75M\_upc\_Zurich8004\_OL (75000/7000)

## Parameter Selection

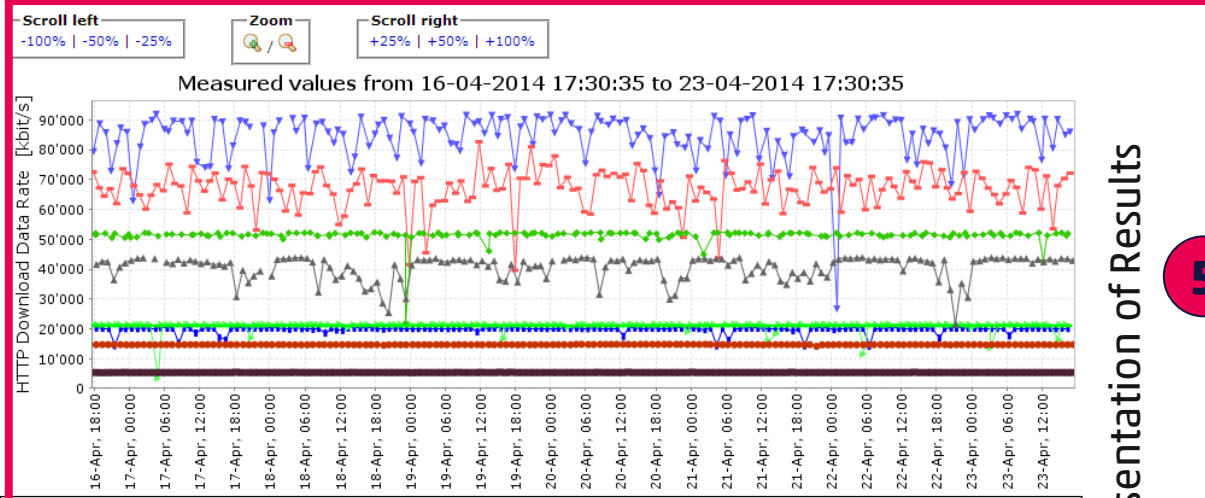
3

**Parameter selection (left axis)**

HTTP Download Data Rate | Function: Avg  
Min: 0 | Max: 96441 | Scaling: Automatic

**Parameter selection (right axis)**

NONE | Function: Avg  
Min: 0 | Max: 1 | Scaling: Automatic



representation of Results

5

**Time period**

user defined | last 24h | last 7 days | last 31 days | last 365 days | previous month | previous quarter | previous year

Start: 16-04-2014 17:30:35 | End: 23-04-2014 17:30:35

Display functions: absolute | relative to best | cumulative

sample / daily avg (dependent on selected timerange)

**Execute**  Disable fixed colors  Without Legend  Tooltip  Refresh Page all 10 Minutes  Show routing changes

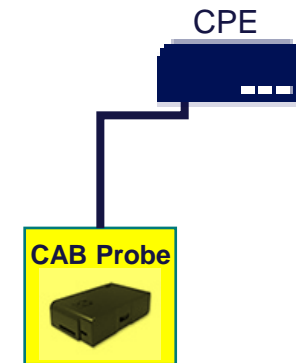
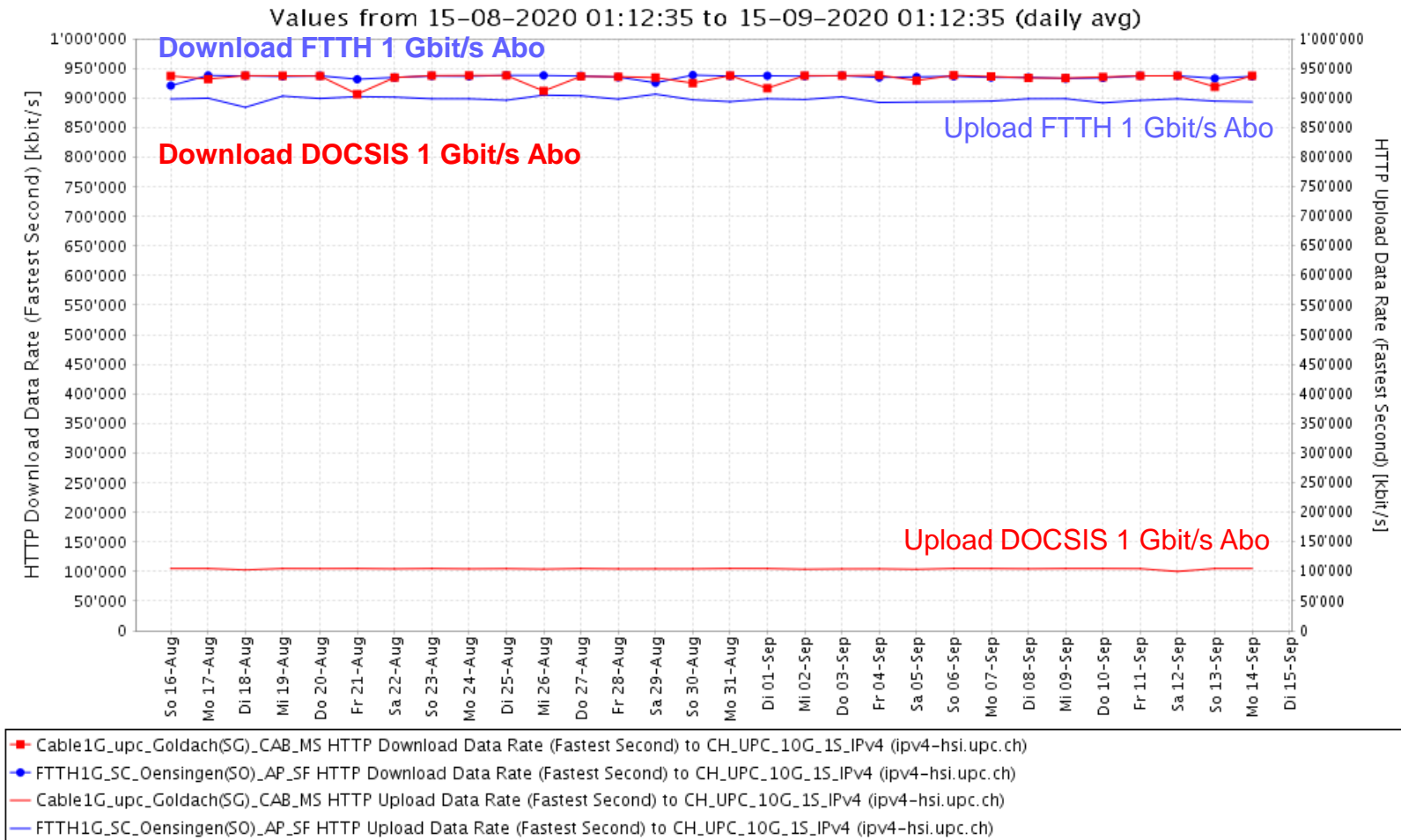
4

## Time Period / Display Function Selection



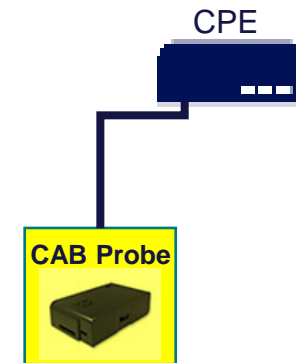
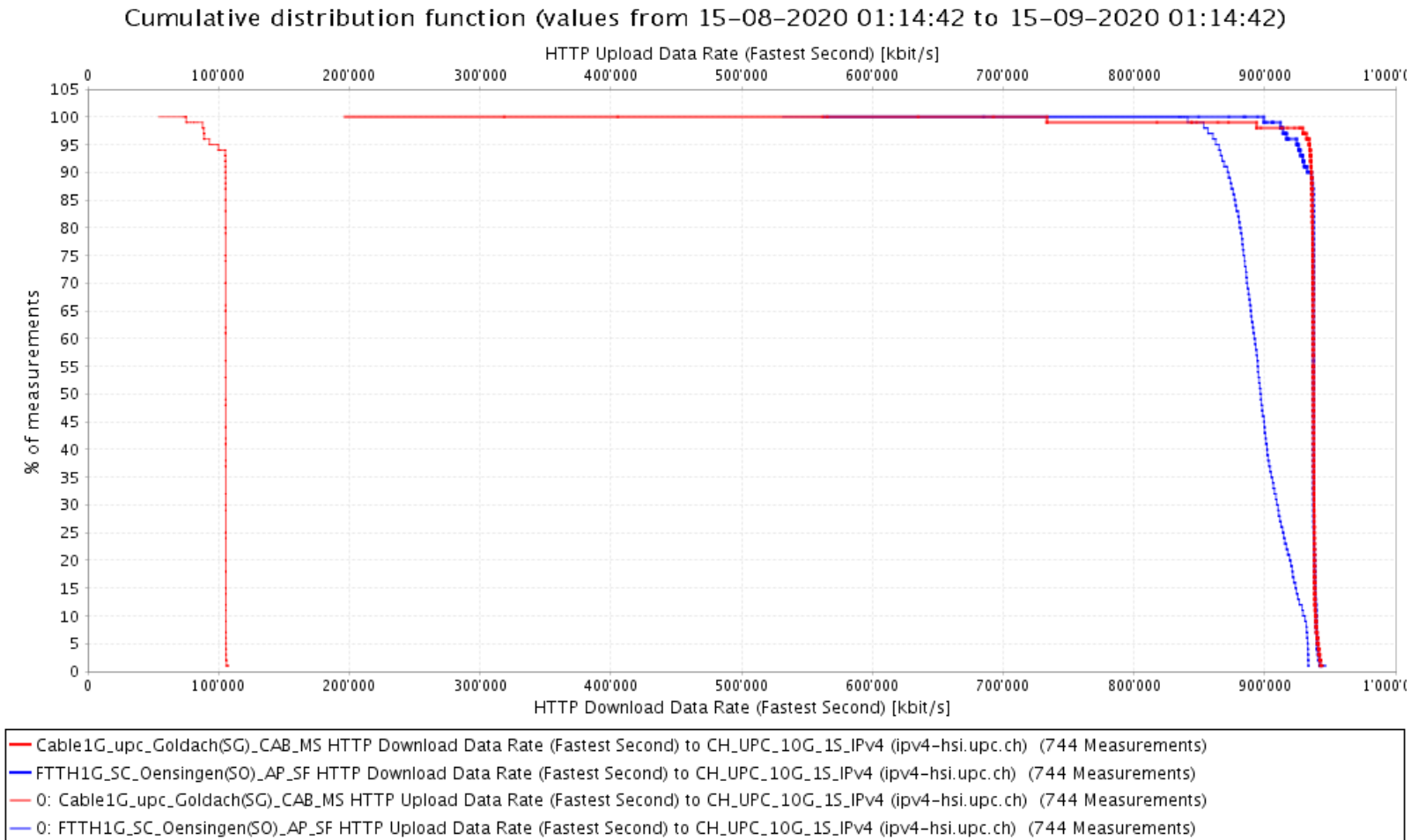
# Zeitreihen der Messwerte zu verschiedenen Parametern - Tagesdurchschnitte

## Beispiel: Down-/Upload Fastest Second für 1 Gbit/s FTTH und DOCSIS



# Statistik (kumulative Verteilung)

## Beispiel: Down-/Upload Fastest Second für 1 Gbit/s FTTH und DOCSIS





## **cnlab Backbone Probes (Internet Backbone Benchmarking, IBB)**

Messung mit spezieller Hardware Box (Probe, Messsonde), welche nicht am Anschlussnetz des ISP angeschlossen ist.



# Welche Internet Benchmarking Systeme betreibt cnlab?

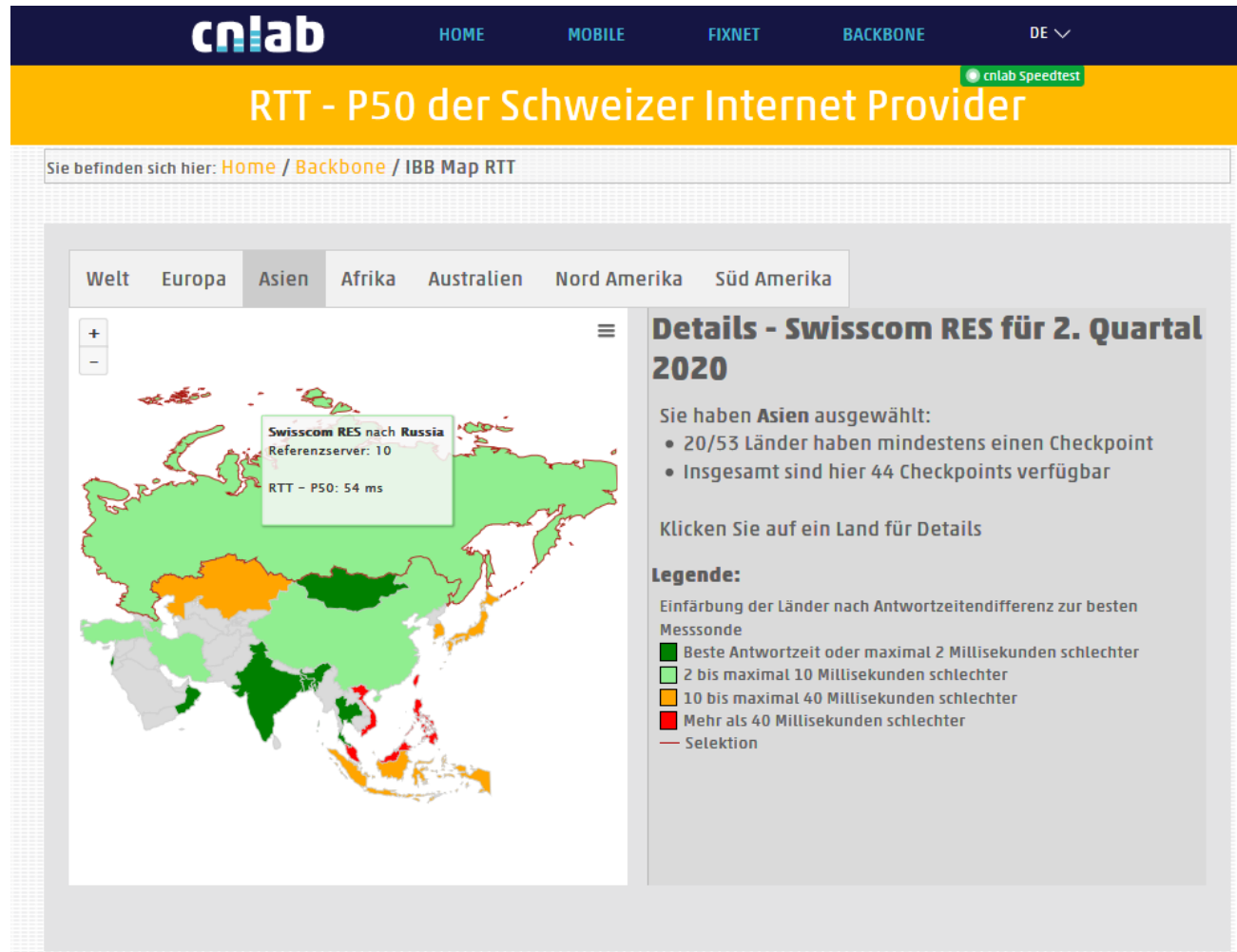
## cnlab Backbone Probes (Internet Backbone Benchmarking, IBB)



- Installiert im Backbone von ISPs (ohne Anschlussnetz-Einfluss)
- PC-Version (bis 10 Gbit/s)
- Monitoring von Verbindungen weltweit verteilten Checkpoints (224 Referenzserver auf 6 Kontinenten und 90 Ländern)
  - Speedtest Referenzsysteme
  - Webserver
- Erfassung von Leistungsparametern
  - Einmal pro Stunde per HTTP-Test
    - Antwortzeit
    - Paketverluste
    - Pfad der Datenpakete
    - Teilweise auch Down-/Upload Datenrate
  - Ausfallminuten

# IBB Probes: Vergleich der Antwortzeiten bei internationalen Verbindungen

IBB Probe



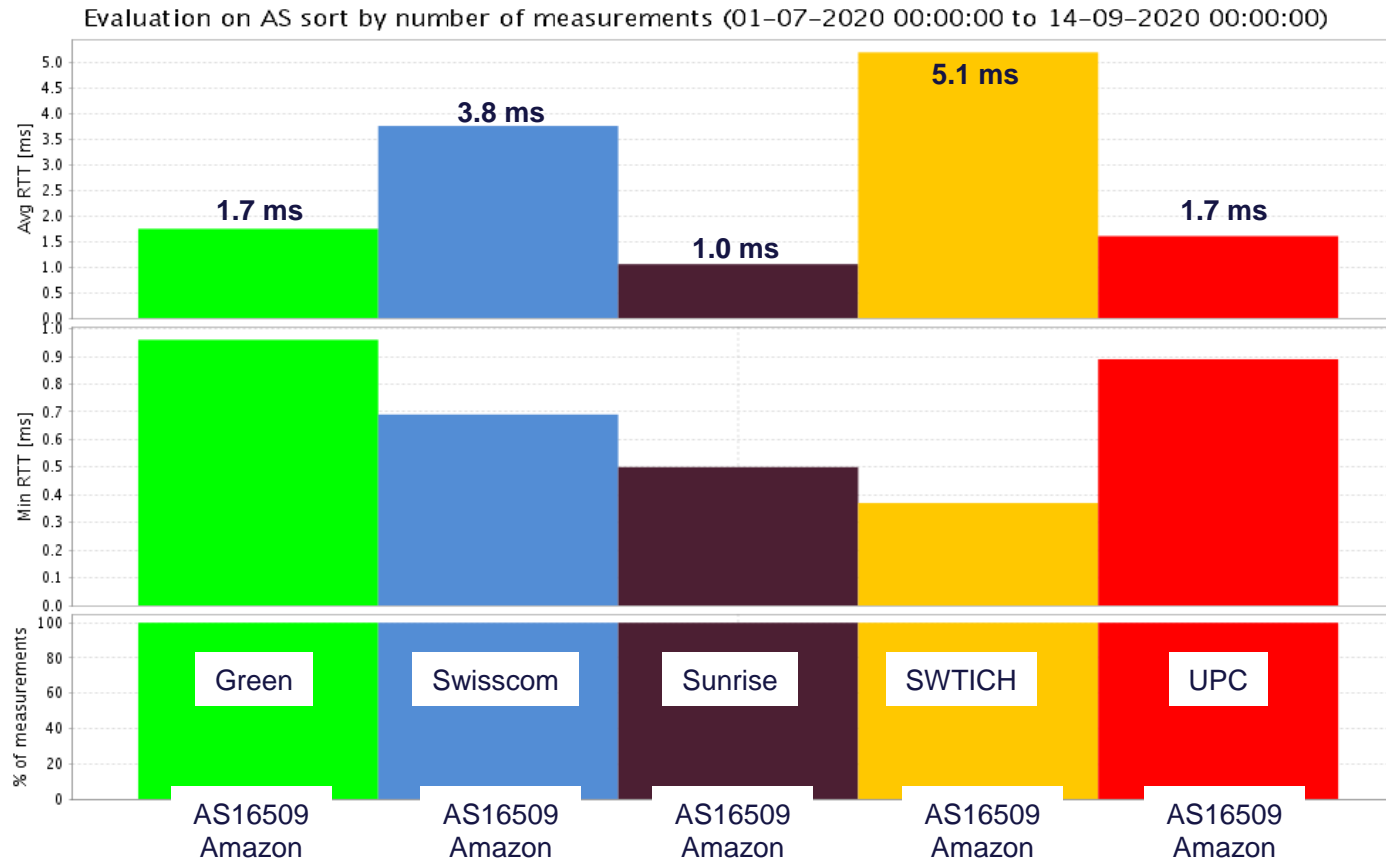
Vergleich der Antwortzeiten  
von aktuell fünf ISP

Rangierung nach Median der  
Antwortzeiten

Absolute Antwortzeit im  
Vergleich zum besten ISP

- 0 - 2ms langsamer
- 2 - 10ms langsamer
- 10 - 40ms langsamer
- > 40ms langsamer

# IBB Probe: Vergleich der Antwortzeiten beim Aufruf von Webseiten auf CDN-Servern

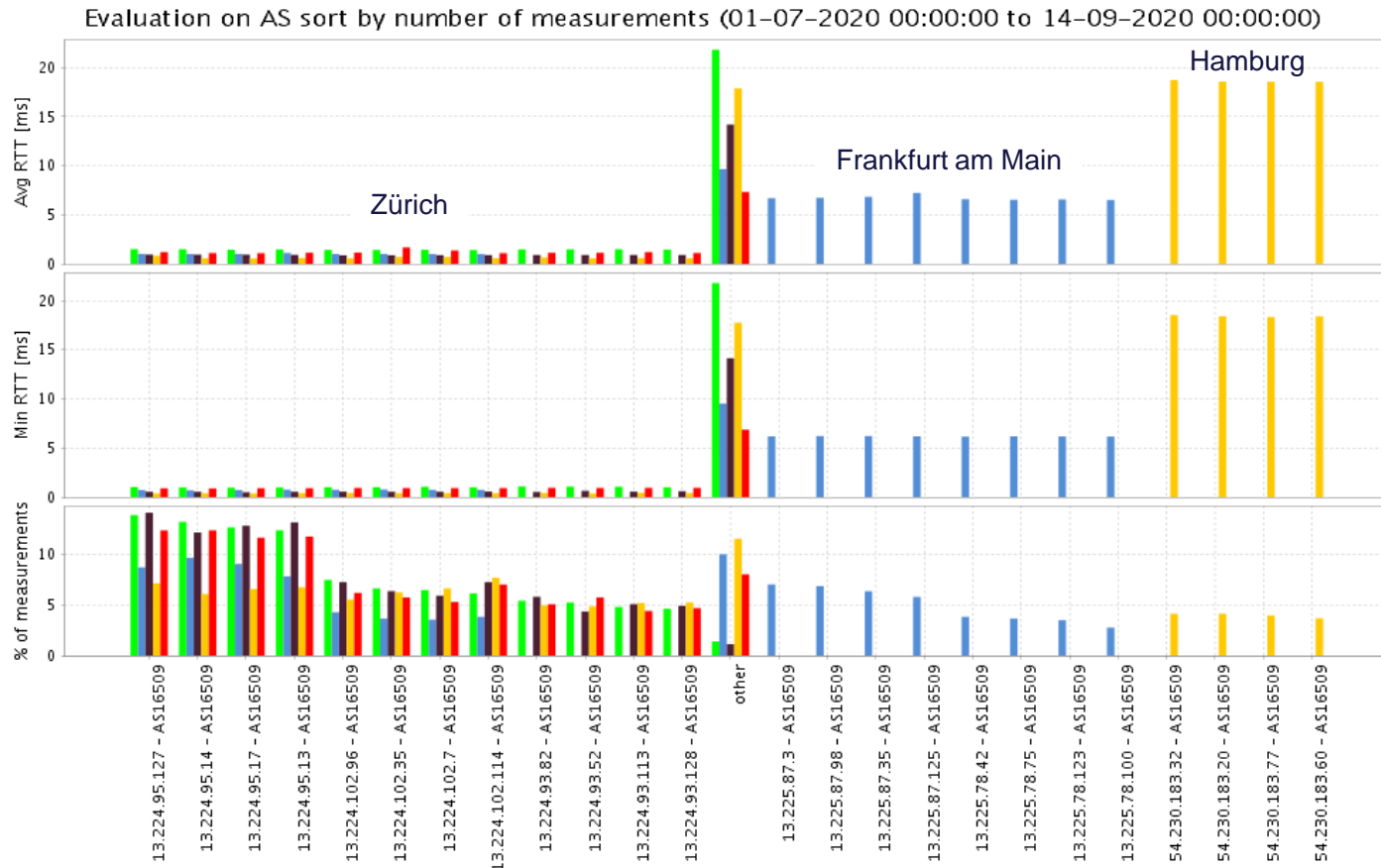


LL1G\_Green\_CH (IP: 195.49.87.82, Measurements: 1800) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)  
LL1G\_SC-Business\_CH (IP: 193.247.169.134, Measurements: 1798) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)  
LL1G\_Sunrise\_CH (IP: 195.141.230.209, Measurements: 1799) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)  
LL1G\_SWTICH\_CH (IP: 130.59.80.10, Measurements: 1801) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)  
LL1G\_UPC\_CH (IP: 62.2.74.142, Measurements: 1801) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)

Die Webseiten von [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch) scheinen beim Amazon CDN abgelegt zu sein.

Die verschiedenen ISP erhalten die Webseiten von [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch) von verschiedenen Standorten und daher mit verschiedenen Antwortzeiten.

# IBB Probe: Nutzung von verschiedenen CDN-Servern durch die ISP



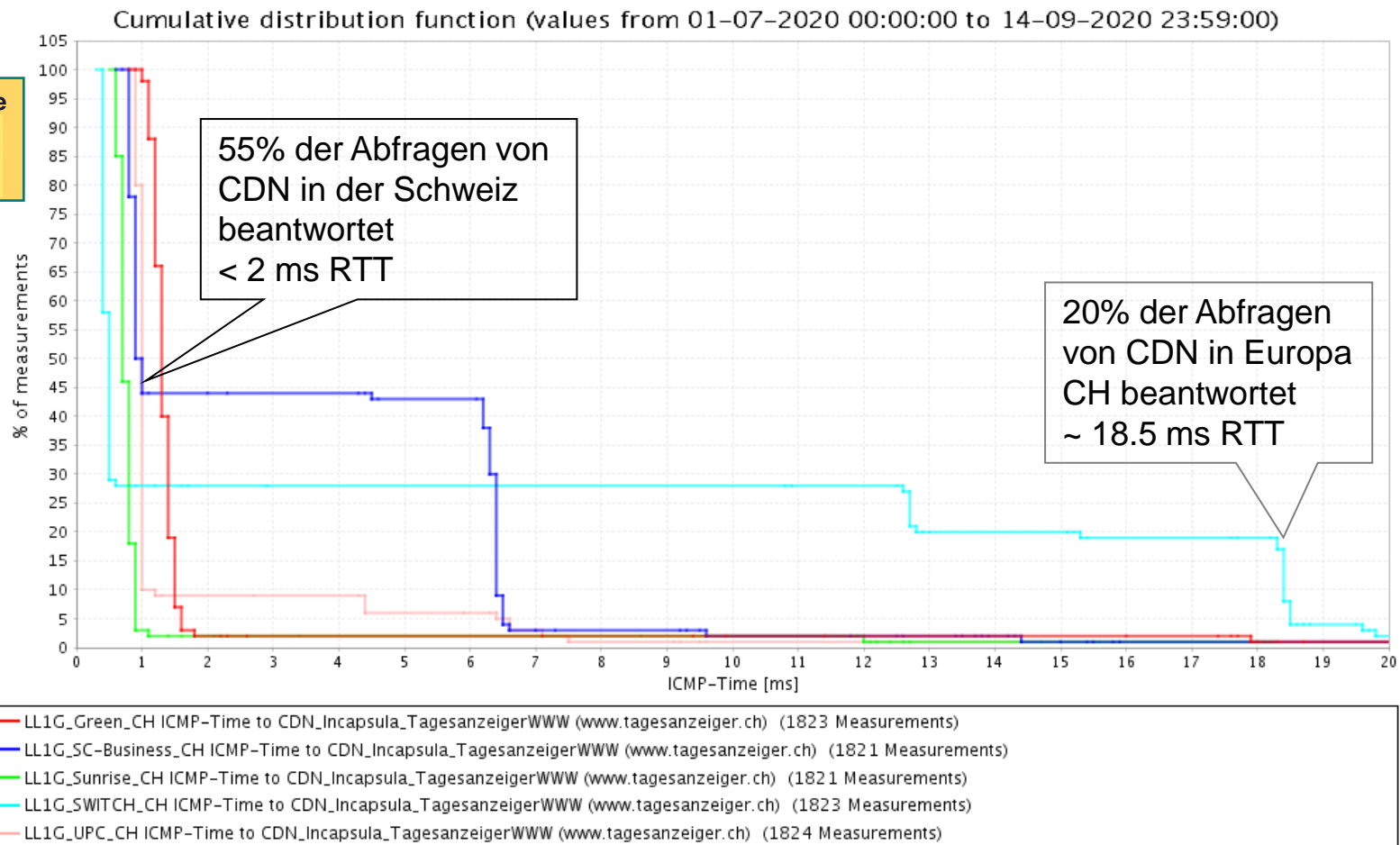
LL1G\_Green\_CH (IP: 195.49.87.82, Measurements: 1800) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)  
 LL1G\_SC-Business\_CH (IP: 193.247.169.134, Measurements: 1785) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)  
 LL1G\_Sunrise\_CH (IP: 195.141.230.209, Measurements: 1799) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)  
 LL1G\_SWITCH\_CH (IP: 130.59.80.10, Measurements: 1800) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)  
 LL1G\_UPC\_CH (IP: 62.2.74.142, Measurements: 1801) to [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch)

CDN Server sind in verschiedenen Rechenzentren.

Welche Rechenzentrum für eine Abfrage genutzt wird, entscheidet der CDN Anbieter, anhand von Kriterien wie

- Auslastung
- Vertrag mit dem Kunden
- Kosten

# IBB Probe: Vergleich der Antwortzeiten beim Aufruf von Webseiten auf CDN-Servern



Woher die Webseiten von [www.tagesanzeiger.ch](http://www.tagesanzeiger.ch) vom Amazon CDN geliefert werden hängt von den Peerings, den Verträgen mit dem CDN-Anbieter und von der aktuellen Strategie zur Verteilung der Webseiten durch den CDN-Anbieter ab.



# 3. Quality of Service (QoS)

Beurteilung der Dienstqualität für den Service «Internet Connection» mit Hilfe von cnlab Performance Benchmarking Systemen



# Wie wird «Qualität» gemessen?

(Beachte: «Qualität» ist meist ein generischer, nicht genau definierter Begriff)

- Key Performance Indikatoren (KPI)
  - Net Promoter Score (NPS) – subjektive Gesamtbeurteilung von Kunden
  - Mean Opinion Score (MOS) – war ursprünglich die subjektive Beurteilung durch Menschen für die Sprachqualität bei der Telefonie, ist mittlerweile auch technisch messbar
  - **Leistungsmessungen, Vergleichsmessungen (Benchmarking) – typisch mit Speedtests**
  - Anzahl Helpdesk Calls zum Thema Performance
- Kundenfeedbacks
  - Helpdesk Calls
  - Forumsbeiträge, Social Media
  - Medienberichte (Benchmarking-Berichte)
- Umfragen (KuZu-Umfragen)
- Service Anbieter Messungen (Netflix, YouTube, Akamai, ...)

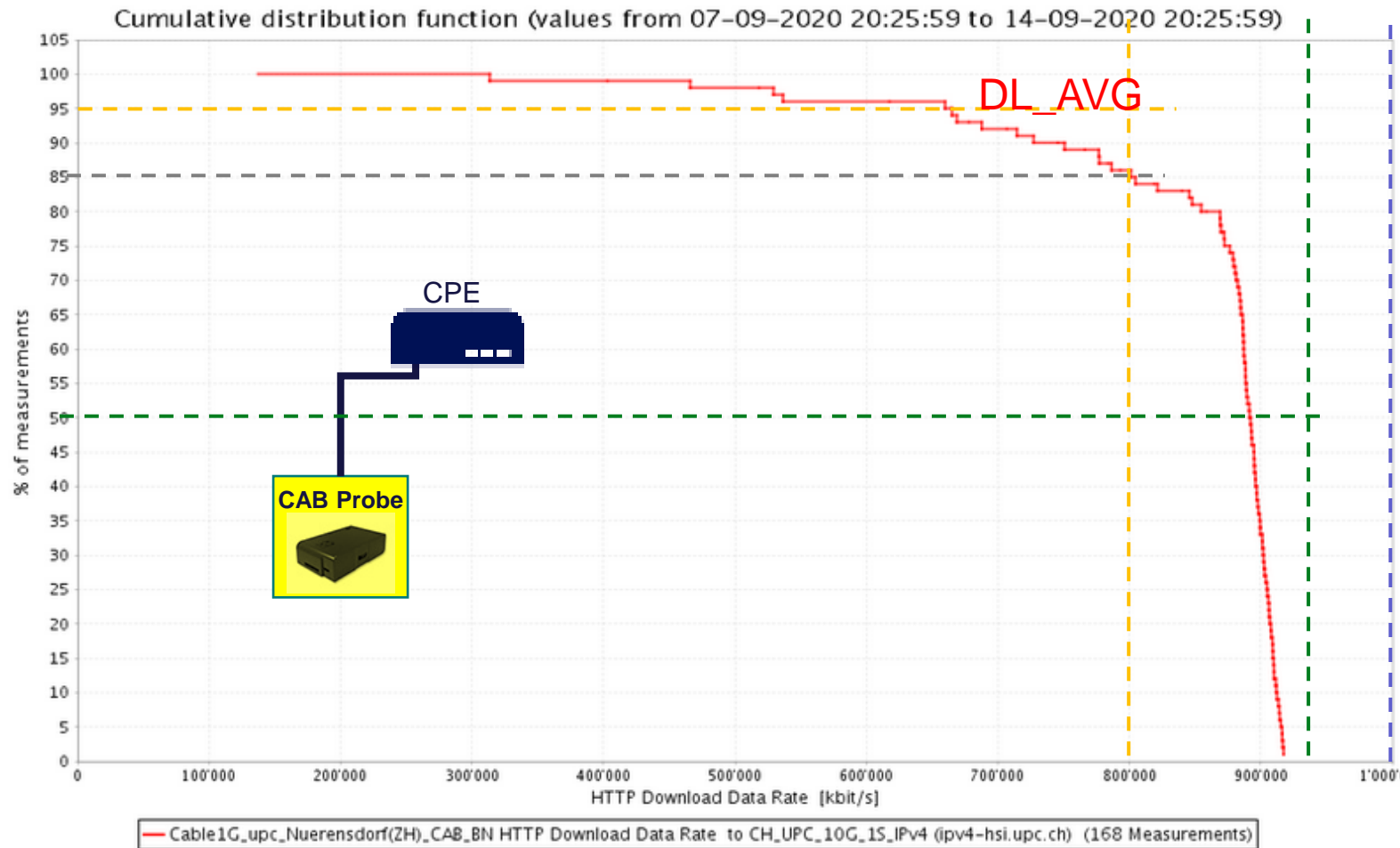


# Was versteht man heutzutage unter **Quality of Service (QoS) von Internet Service Providern (ISP) ?**

- **Verfügbarkeit der Internet Verbindung (zeitlich und räumlich)**
  - **Datenraten (Zielerreichung), Antwortzeiten, Paketverluste, Stabilität**
- Funktionalität von Internet Anwendungen des ISP
  - Telefondienste: Verbindungsaufbau, Sprachqualität, Unterbrüche, Sicherheit, SPAM
  - Videostreaming, Internet TV (z.B. YouTube, Netflix, Zattoo): Bildqualität (Auflösung, Bildfrequenz), Unterbrüche
  - Web Surfing: Schnelligkeit der Anzeige von Webseiten
  - E-Mail: Zuverlässigkeit, Sicherheit, SPAM
  - Audiostreaming/Internetradio: Tonqualität (Codierung, Bitrate), Unterbrüche
- Betriebsaspekte
  - Reaktionen des ISP bei Problemen (Helpdesk)
  - Informationen zum Systemstatus, Transparenz
  - Unterstützung neuer Technologien (IPv6, Verschlüsselung, Protokolle, Anwendungen, ...)



# Statistische Auswertung von Probe Messwerten und Anforderungen: Beispiel **durchschnittliche Download Datenrate (10 Sec Average, DL\_AVG)**



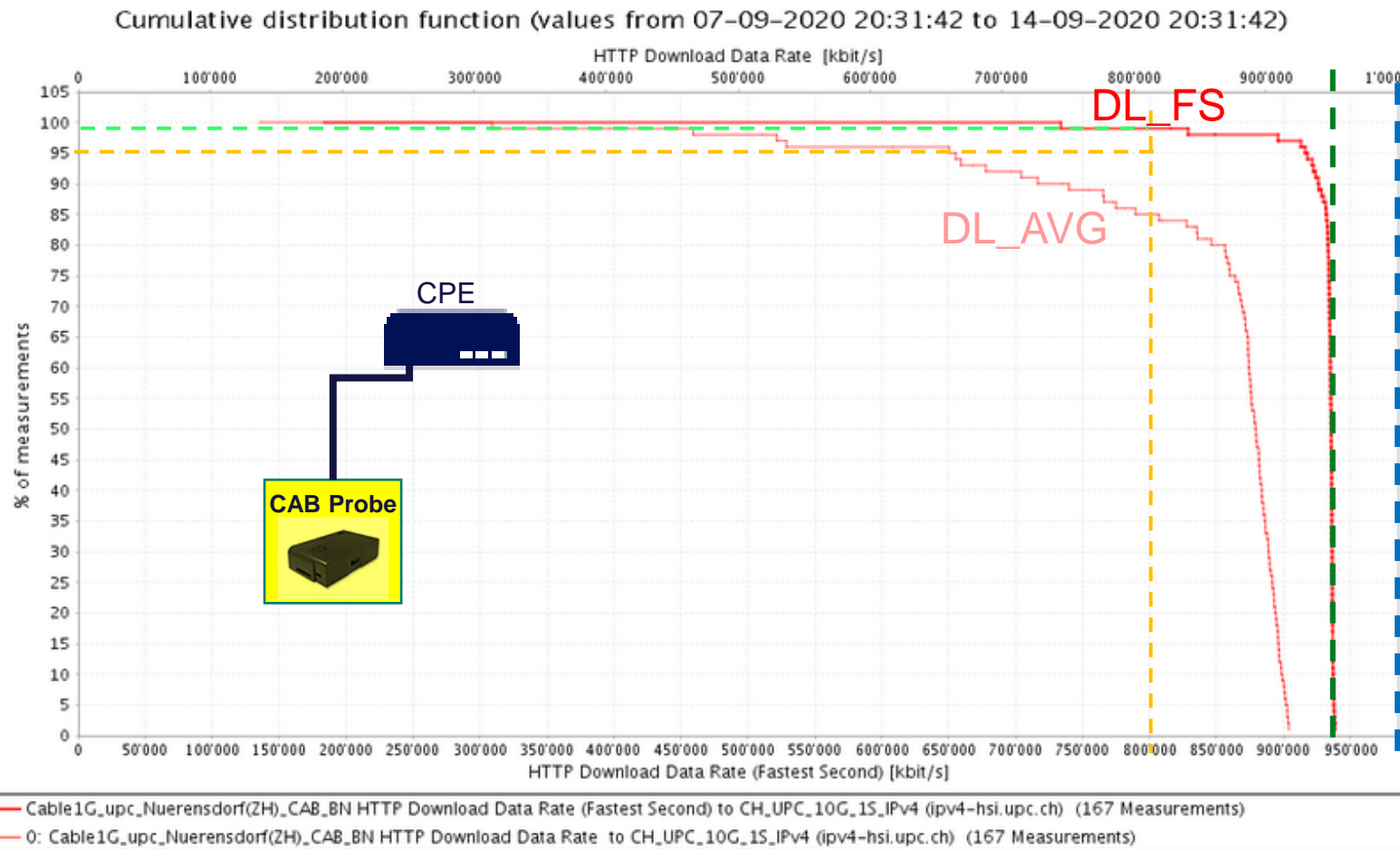
Welche Datenrate soll erreicht werden?

- Advertised Speed (im Abo angegebene Datenrate 1 Gbit/s)
- Theoret. mögliche Datenrate (940 Mbit/s)
- Vom BAKOM festgelegte Anforderung (z.B. für die Grundversorgung 80% der Advertised Speed)

Wie häufig soll die Datenrate erreicht werden (über x Messungen und y Tage)?

- Im Durchschnitt
- In 50% der Messungen (Median), in 80% der Messungen
- In 95% der Tests (BAKOM Anforderung für die Grundversorgung)

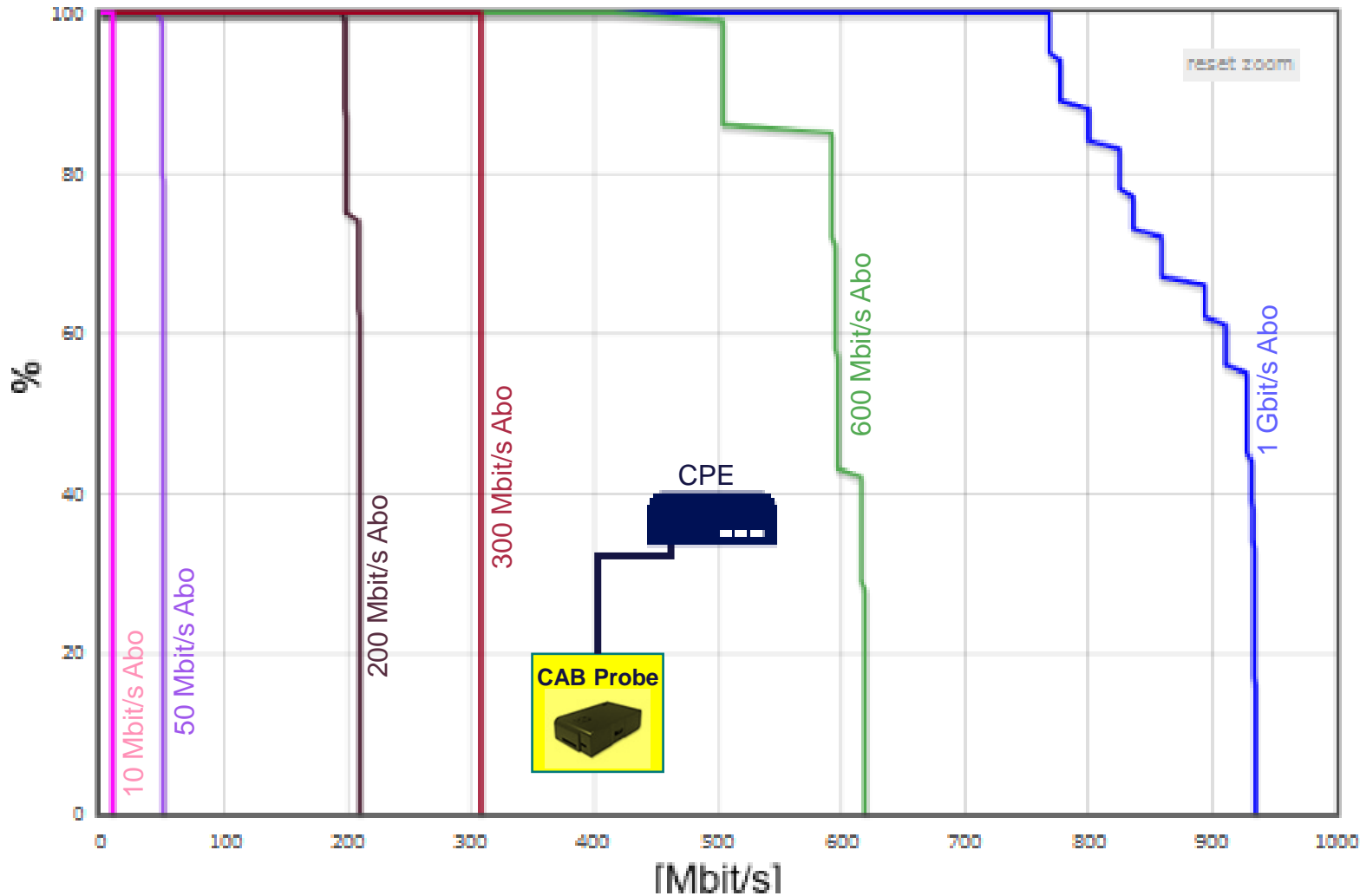
# Statistische Auswertung von Probe Messwerten: Beispiel Fastest Second Download Datenrate (10 Sec Average, DL\_FS)



Wie genau wird die Datenrate bei einem Test bestimmt?

- Durchschnittlich erreichte Datenrate (DL\_AVG) während der Messdauer von 10 Sekunden
- Datenrate während der schnellsten Sekunde (DL\_FS) während der Messdauer von 10 Sekunden

# Statistische Auswertung der Probe Messwerte für verschiedene Abos : Beispiel **Fastest Second Download Datenrate (DL\_FS)**



**Avg = 880 Mbit/s**  
 Best 10% > 935 Mbit/s  
 Best 20% > 934 Mbit/s  
 Median 50% = 928 Mbit/s  
 Worst 20% < 825 Mbit/s  
 Worst 10% < 777 Mbit/s

**Avg = 205 Mbit/s**  
 Best 10% > 210 Mbit/s  
 Best 20% > 210 Mbit/s  
 Median 50% = 210 Mbit/s  
 Worst 20% < 199 Mbit/s  
 Worst 10% < 198 Mbit/s

**Avg = 562 Mbit/s**  
 Best 10% > 619 Mbit/s  
 Best 20% > 619 Mbit/s  
 Median 50% = 597 Mbit/s  
 Worst 20% < 592 Mbit/s  
 Worst 10% < 504 Mbit/s

**Avg = 49 Mbit/s**  
 Best 10% > 51 Mbit/s  
 Best 20% > 51 Mbit/s  
 Median 50% = 51 Mbit/s  
 Worst 20% < 50 Mbit/s  
 Worst 10% < 50 Mbit/s

**Avg = 308 Mbit/s**  
 Best 10% > 308 Mbit/s  
 Best 20% > 308 Mbit/s  
 Median 50% = 308 Mbit/s  
 Worst 20% < 308 Mbit/s  
 Worst 10% < 308 Mbit/s

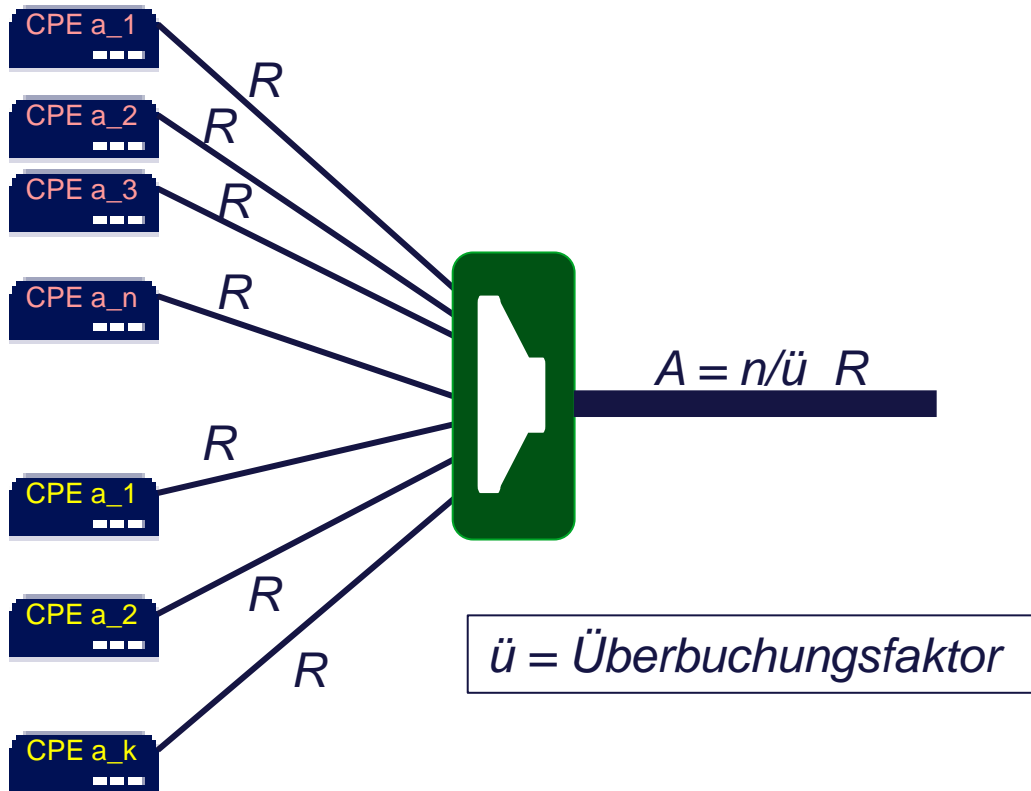
**Avg = 10 Mbit/s**  
 Best 10% > 10 Mbit/s  
 Best 20% > 10 Mbit/s  
 Median 50% = 10 Mbit/s  
 Worst 20% < 10 Mbit/s  
 Worst 10% < 10 Mbit/s



## **Shared Access beim Internet Connection Service**



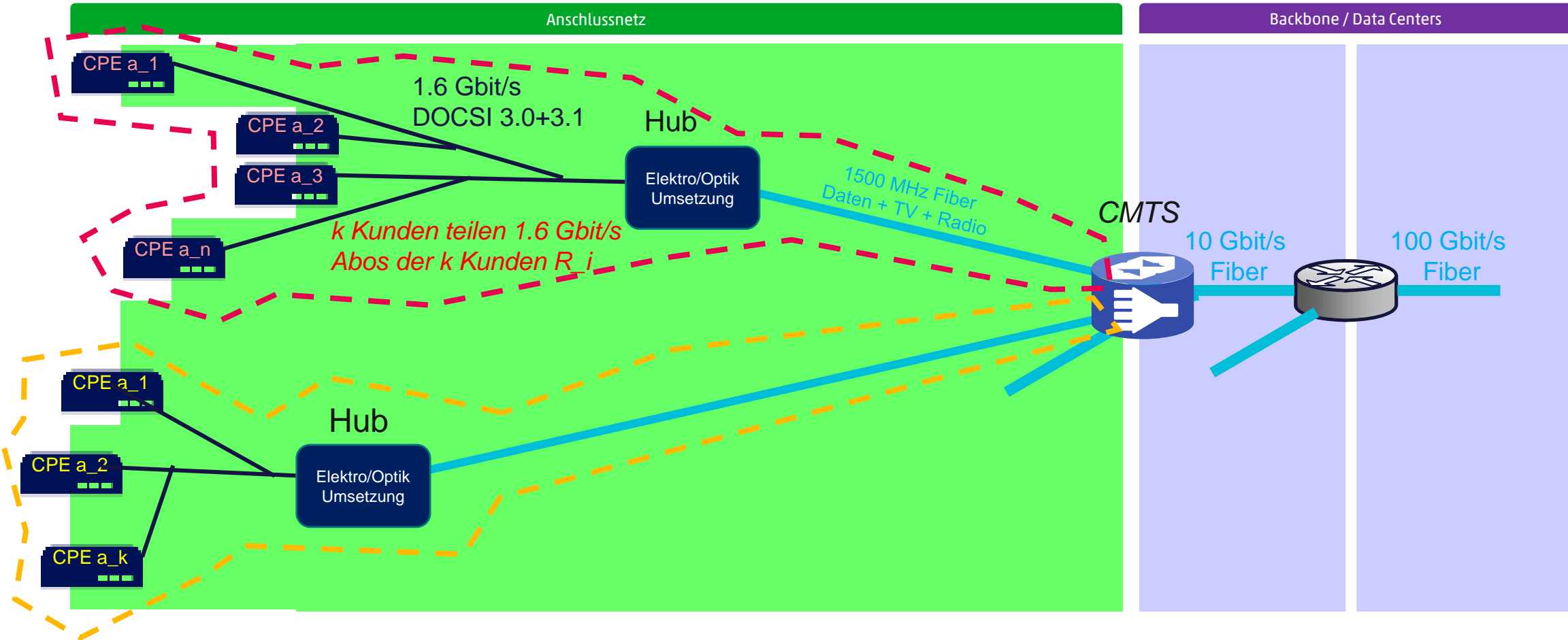
# Shared Access - Ein Grundprinzip von Computernetzen



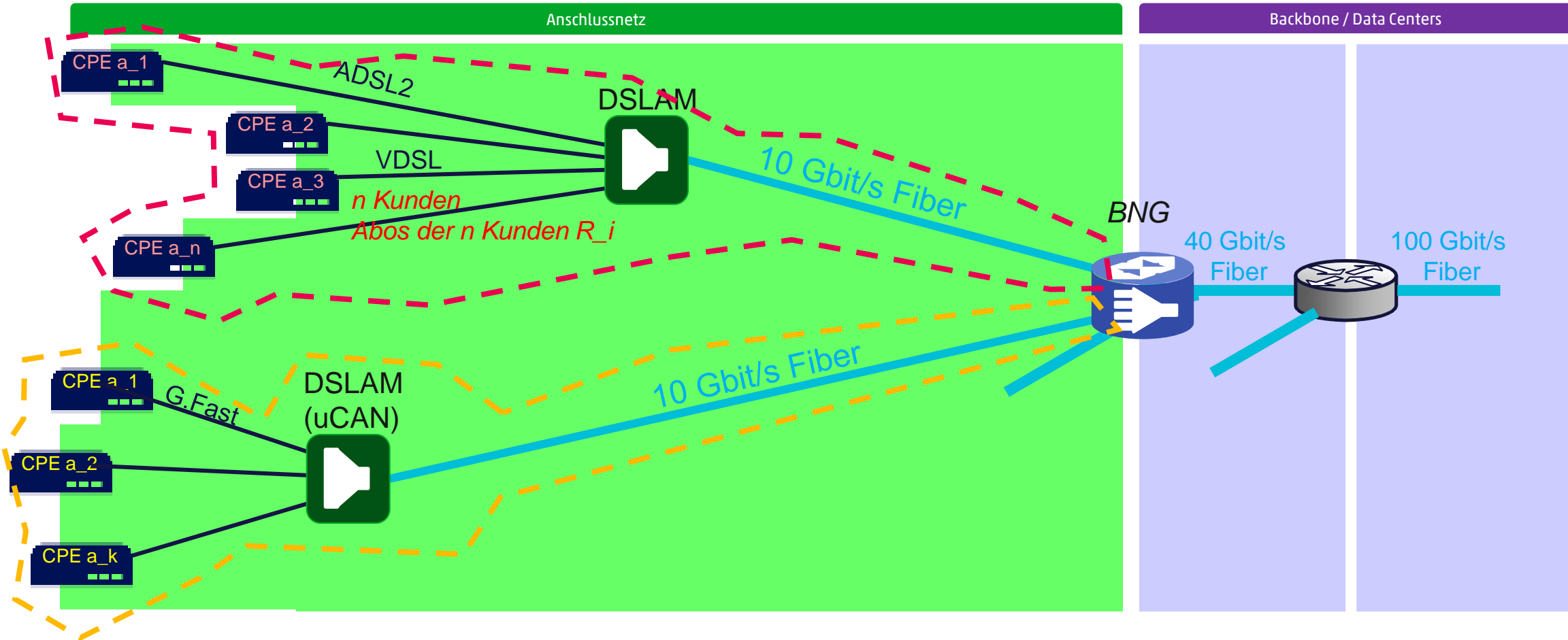
Shared Access (gemeinsame Nutzung)

- Man geht davon aus, dass nicht alle Netzwerkteilnehmer, das Netz gleichzeitig nutzen.
- Man kann jedem Netzwerkteilnehmer kurzzeitig die maximale Anschlussdatenrate  $R$  zu Verfügung stellen.
- Bei zu hoher Belastung durch die Netzwerkteilnehmer kommt es zu Engpässen und daher erhalten die Netzwerkteilnehmer nur noch eine reduzierte Datenrate.

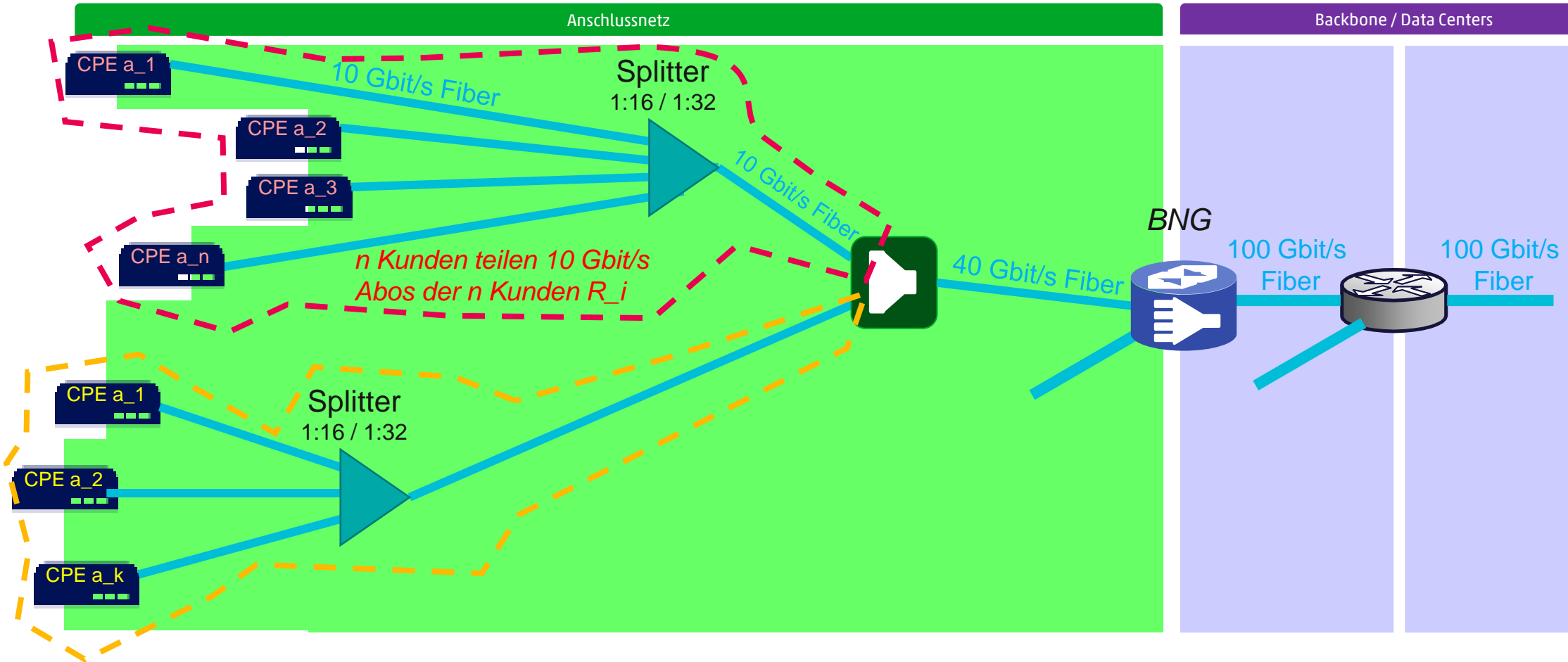
# Shared Access beim Koaxialkabel (Hybrid Fiber Coax (HFC), DOCSIS) Anschlussnetz



# Shared Access beim Anschlussnetz mit Kupferleitungen (ADSL2, VDSL, VDSL mit Vectoring, G.Fast)

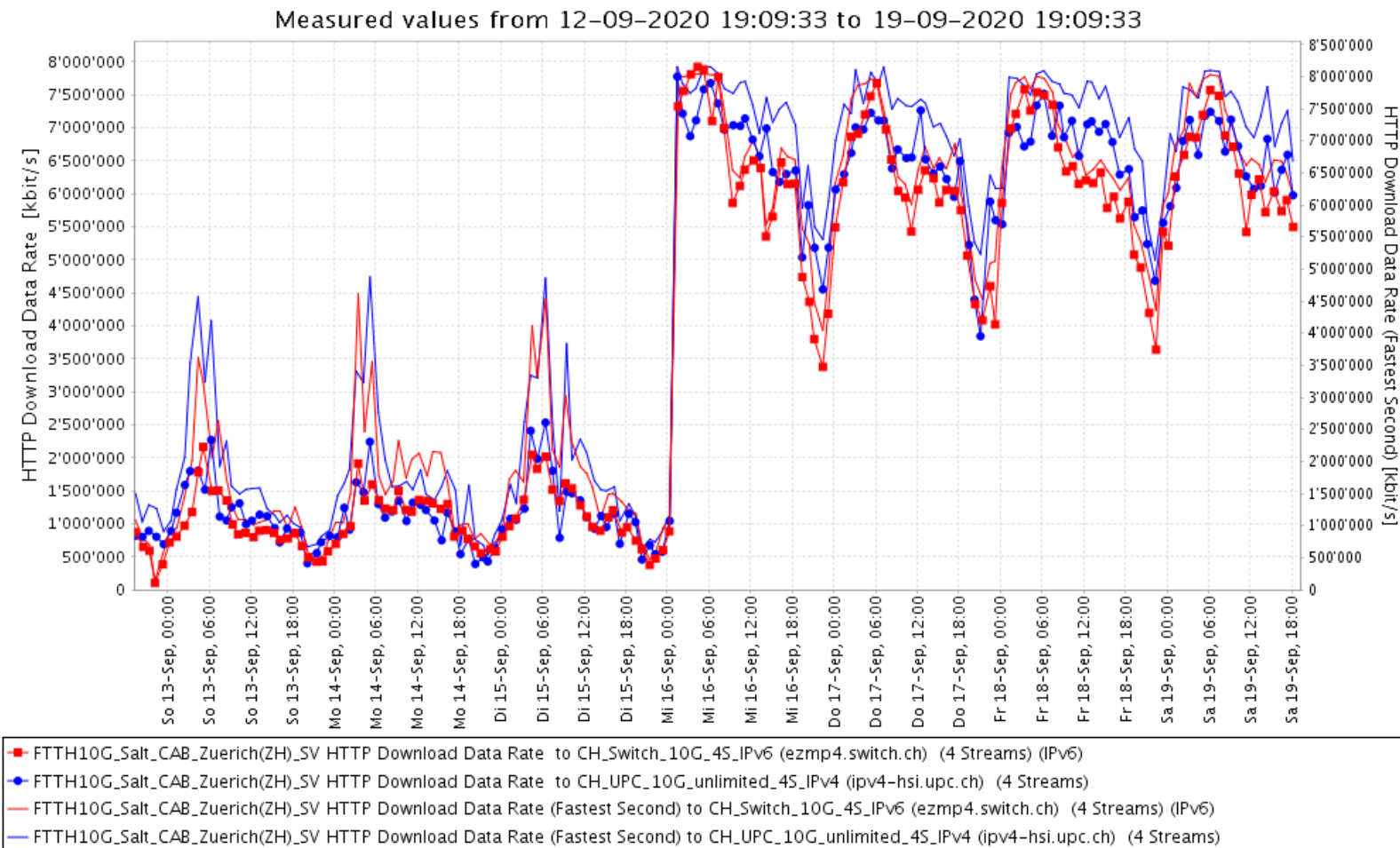


# Shared Access beim Anschlussnetz mit Glasfasern im Passive Optical Network (PON) Modus





# Beispiel: 10 Gbit/s XGS-PON Testing – Salt Access with Probe: Shared Access im optischen Netzwerk (und beim Peering)



HTTP Download Average und Fastest Second gemessen mit cnlab Probe an 10 Gbit/s XGS-PON Anschluss

- Verbindungen mit IPv4 und IPv6 zu verschiedenen Referenzsystemen
- Seit Mittwoch 16.09.2020 werden **bei Verbindungen zum Referenzsystem bei SWITCH die erwarteten Maximalwerte von 8.2 Gbit/s erreicht.**



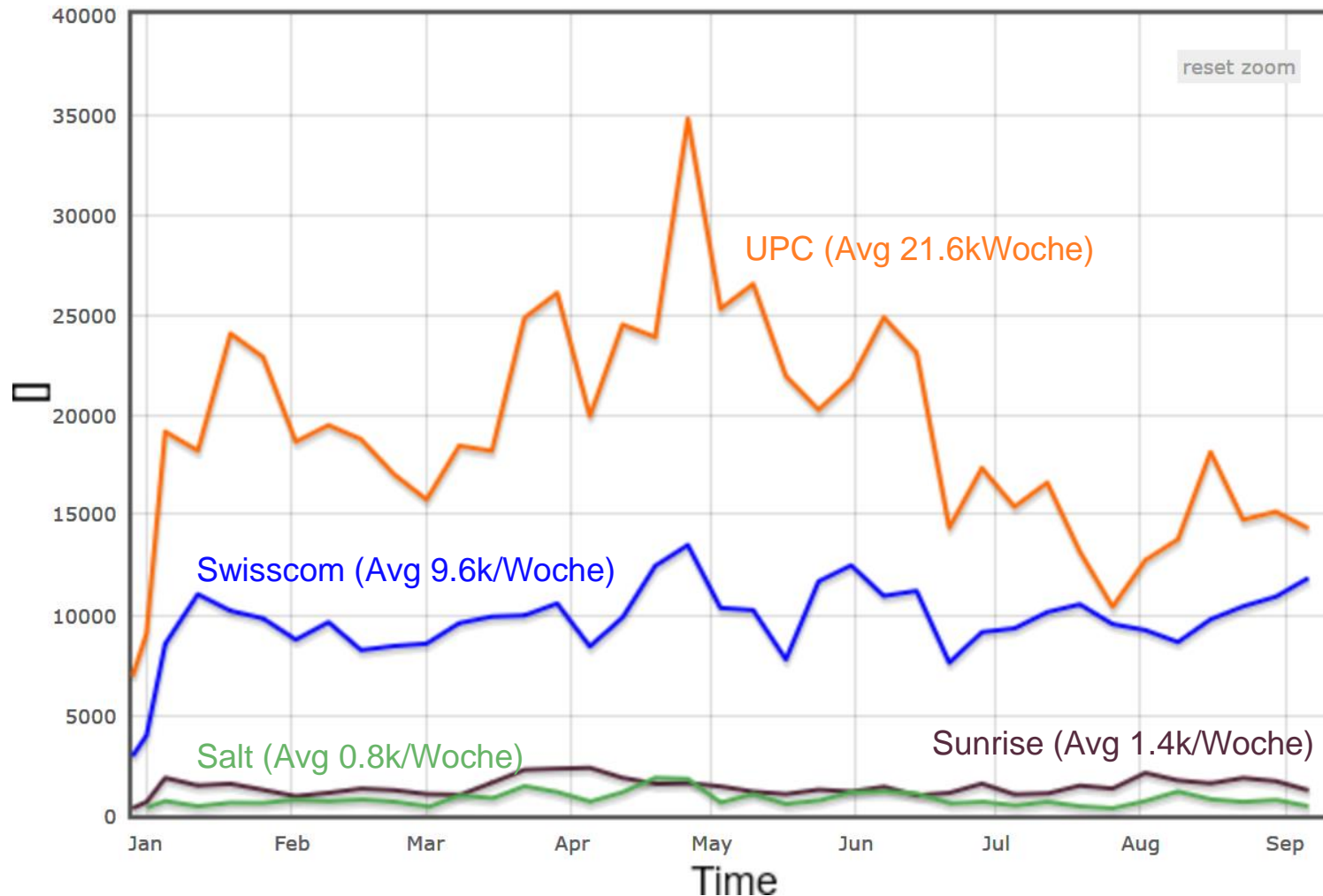
## **Wieso werden Speedtestmessungen durchgeführt?**



# Verschiedene Zielsetzungen der Speedtest Messungen

- Kunde will Angebotserfüllung überprüfen
  - Weil er hat das Gefühl hat, dass «es» langsam ist (User Experience)
  - Weil er grundsätzlich wissen will, ob sein ISP das bringt, was er verspricht (Vertragserfüllung, Technerds)
- ISP will Angebotserfüllung (aus Sicht des Kunden) überprüfen
  - Um seine internen Qualitätsziele zu überprüfen
  - Um sich auf Benchmarking Aktionen vorzubereiten
  - Um Grundlagen für die Netzoptimierung / den Netzausbau zu schaffen
- Konsumentenschutzorganisationen und Zeitschriften wollen Angebote von Anbietern vergleichen
  - Einhaltung der im Angebot versprochenen Angaben
  - Vergabe von Labels
- Kunde und ISP wollen Fehler eingrenzen und beheben
  - Helpdesk
  - Kunden Selfcare
- Behörden wollen die Einhaltung von Vorgaben überprüfen
  - CH FMG
  - EU Verordnung 2015/2120 Massnahmen zum Zugang zum offenen Internet (Art. 4 Transparenz bei der Sicherstellung des Internetzugangs)

# Mengengerüst Desktop App (Fixnet Messungen pro Woche für verschiedene ISP, 29.12.2019-12.09.2020)



44.1k Desktop Speedtest/Woche

Davon 67% mit Ortsangabe

Aufteilung Anzahl Desktop Messungen  
nach ISP

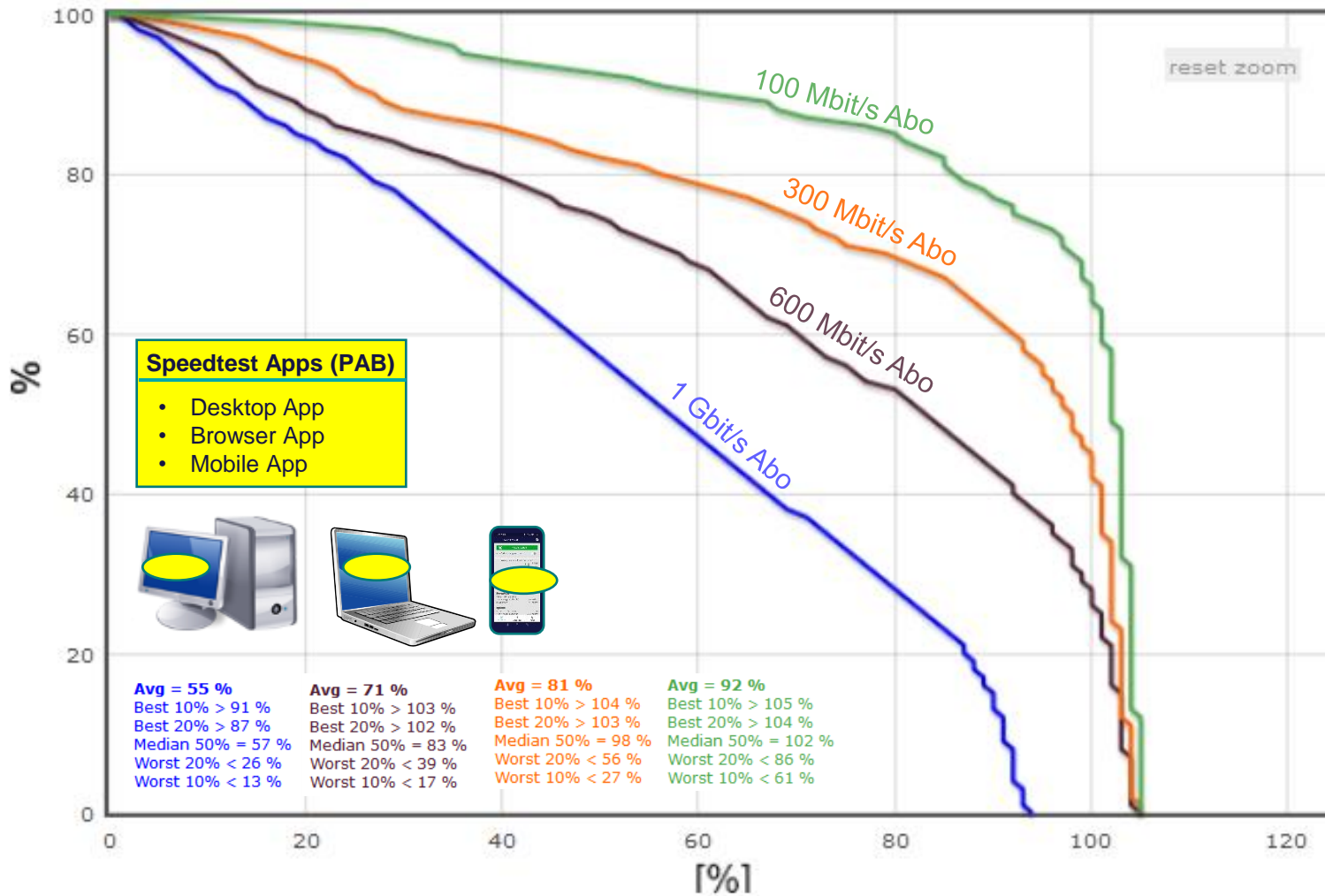
|               |       |
|---------------|-------|
| upc, cablecom | 59.7% |
| Swisscom.ch   | 26.7% |
| Sunrise.ch    | 3.9%  |
| Salt.ch       | 2.2%  |
| Fcom.ch       | 1.6%  |
| Datazug.ch    | 1.4%  |
| Breitband.ch  | 1.4%  |
| Wingo.ch      | 1.0%  |
| Init7.net     | 0.7%  |
| GGAweb.ch     | 0.5%  |
| Tbwil.ch      | 0.4%  |
| Flashcable.ch | 0.3%  |
| rsnweb.ch     | 0.2%  |



# **Einflussfaktoren auf Crowd Source Speedtest Resultate**



# Download Datenraten bei verschiedenen DOCSIS Abos: Bei höheren Datenraten wirken sich Leistungseinbussen auf dem Client Rechner (und im Heimnetz) stärker aus

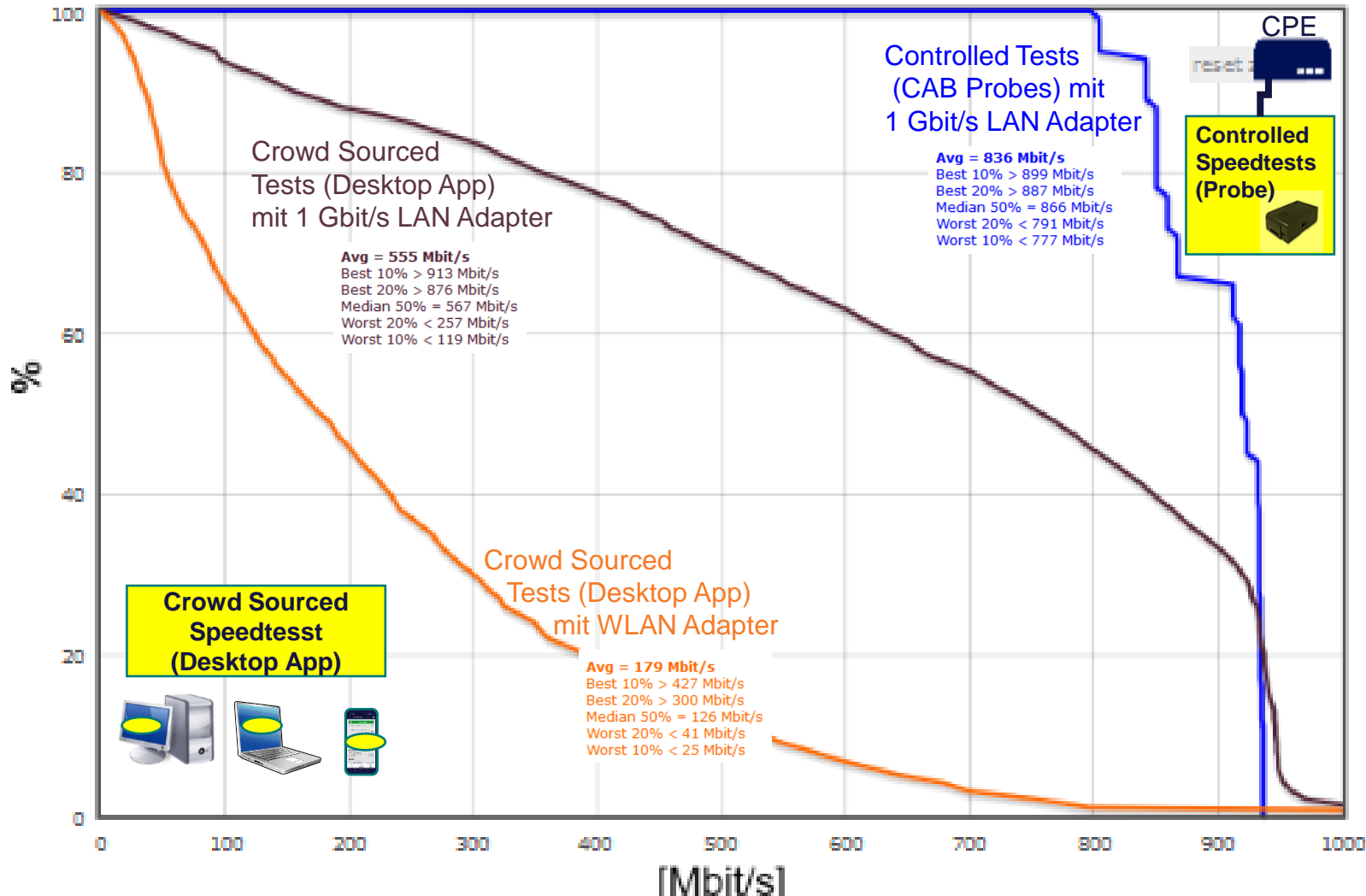


Mit Crowd Sourced Speedtests lässt sich die Zielerreichung mit zunehmenden Anschlussdatenraten immer schlechter beurteilen.

Beispiel:  

$$\text{Zielerreichung [\%]} = \text{DL\_AVG} / \text{Advertised Speed}$$

# Fastest Second Download Datenrate an UPC 1 Gbit/s Anschlüssen bei Messung mit Speedtest Programm (PAB, Crowd Sourced) und mit Probes (CAB, controlled)



Bei 1 Gbit/s Anschlüssen und Crowd Sourced Speedtests

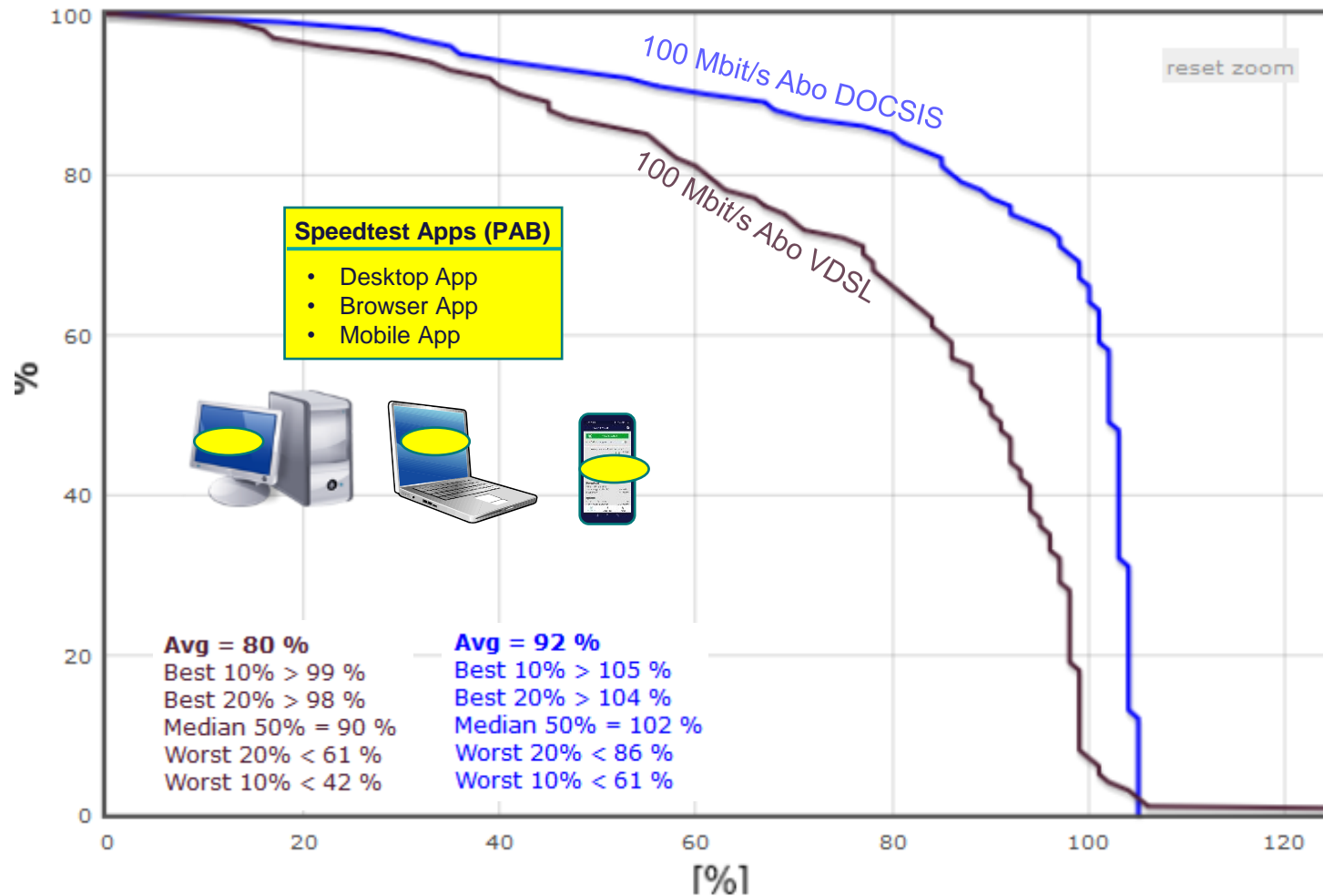
- ist über die Ethernet-Schnittstelle nur in etwa 30% der Fälle eine Aussage über die vom ISP gelieferte Anschlussdatenrate möglich!
- ist über die WLAN-Schnittstelle keine Aussage über die vom ISP gelieferte Anschlussdatenrate möglich!

Beispielauswertungen

- 63'323 Crowd Sourced Tests (Desktop App) an 3'607 Anschlüssen mit 1 Gbit/s LAN Adapter
- 10'898 Crowd Sourced Tests (Desktop App) an 1'918 Anschlüssen mit WLAN Adapter
- 28'510 Controlled Tests (CAB Probes) mit 1 Gbit/s LAN Adapter an 19 Anschlüssen
- 16-07-2020 - 15-09-2020 (Grouped by User)

# 100 Mbit/s: Download Data Rate to Target [%] für VDSL und DOCSIS

Leistungseinbussen im VDSL Accessnet sind erkennbar

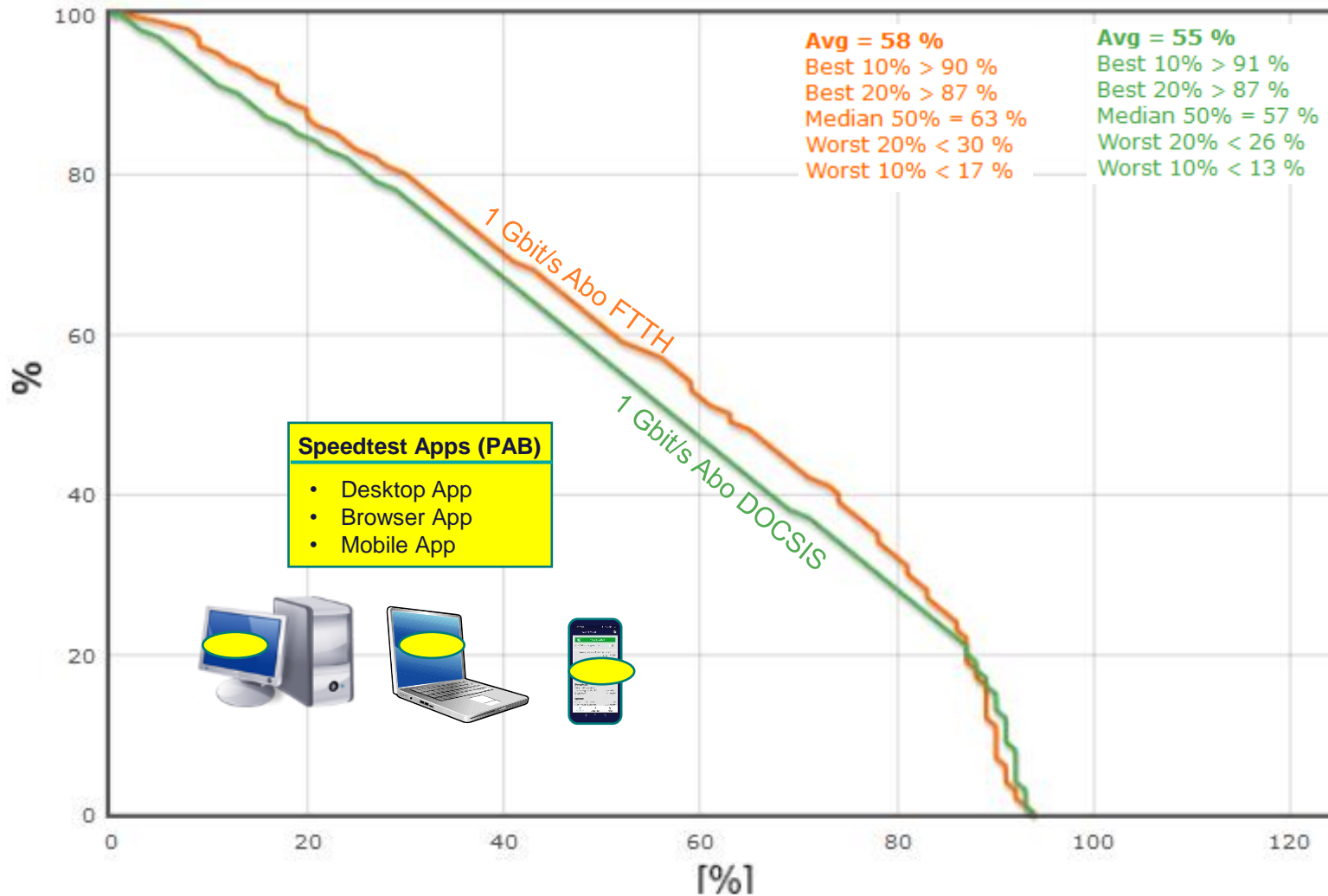


Für 100 Mbit/s-Anschlüsse sind mit Crowd Sourced Speedtests die unterschiedlichen Zielerreichungen für VDSL und DOCSIS zu erkennen.



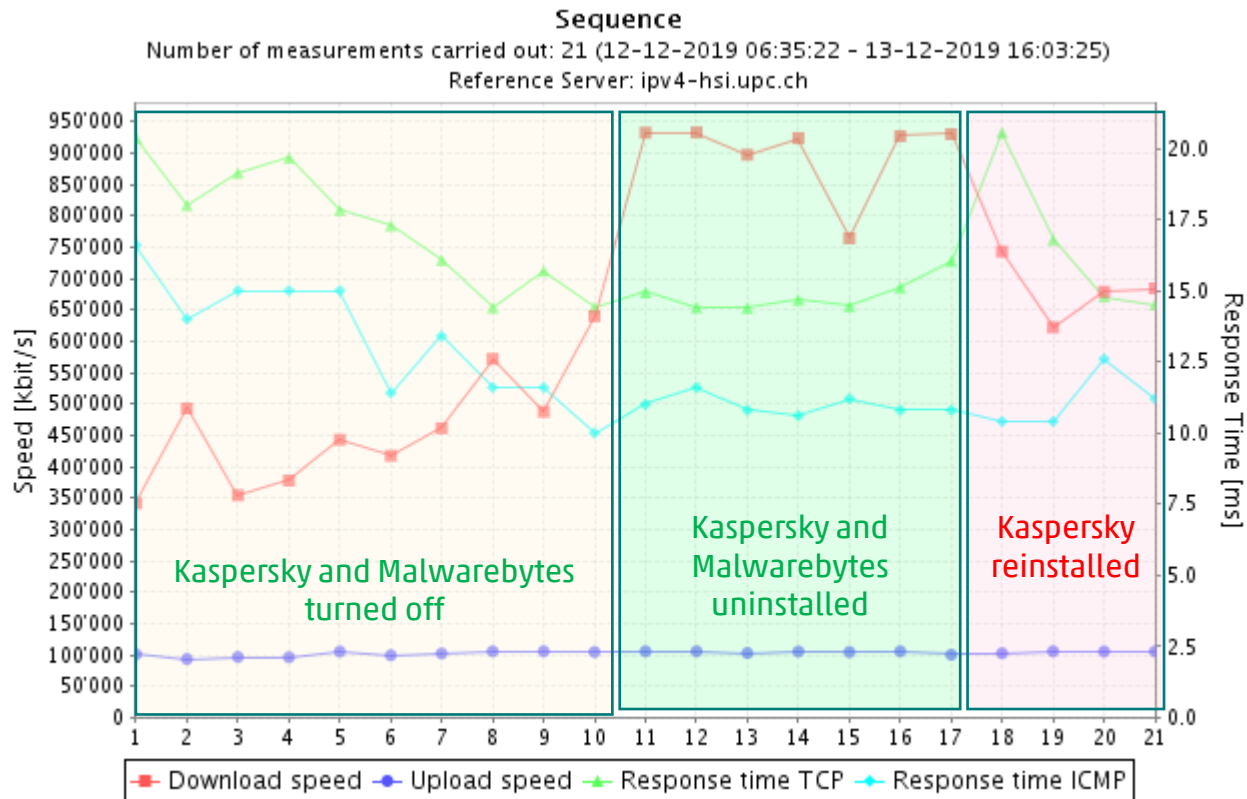
# 1 Gbit/s: Download Data Rate to Target [%] für FTTH und DOCSIS

## Vergleichbare Leistungseinbussen auf Client Rechner (und Heimnetz)



- Für 1 Gbit/s-Anschlüsse sind mit Crowd Sourced Speedtests keine Unterschiede in der Zielerreichungen für FTTH und DOCSIS zu erkennen.

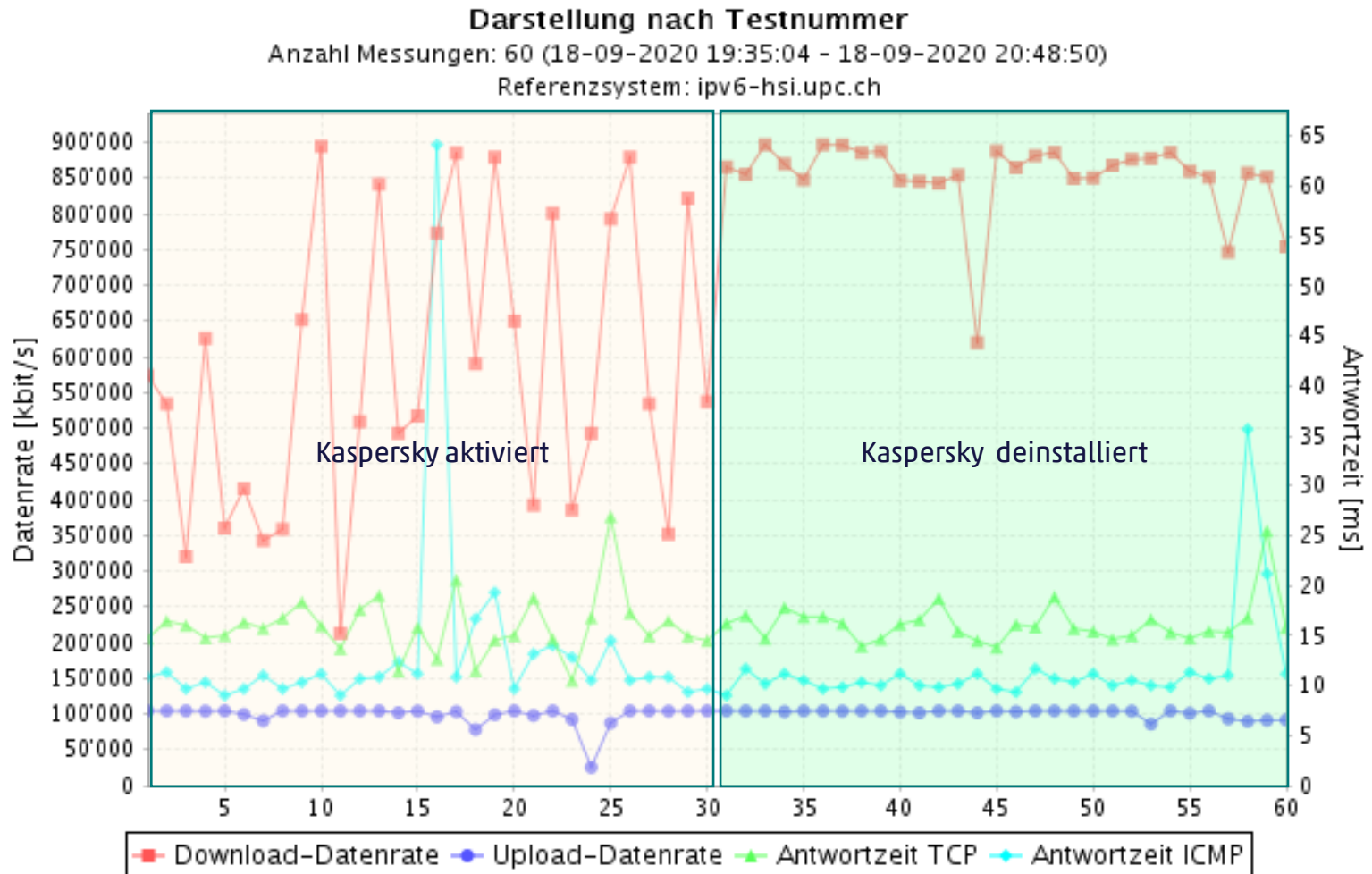
# Speedtests on the Client PC: Einfluss von Virus Scan/Malware-Detection (Security) Programmen



<https://ux.cnlab.ch/speedtest/Controller?page=UserReport&language=Fr&userid=2542112823563402>

- Bei 1 Gbit/s Anschlüssen verursachen Virens Scanner/Security-Programme eine Reduktion der Download Datenrate.

# Speedtests on the Client PC: Einfluss von Virus Scan/Malware-Detection (Security) Programmen – Kaspersky Free



- Bei 1 Gbit/s Anschlüssen verursachen Virens Scanner/Security-Programme eine Reduktion der Download Datenrate.



## 4. Quality of Experience (QoE) für verschiedene Services

**User experience (UX)** is a person's emotions and attitudes about using an application. User experience is subjective in nature because it is about individual perception of a person interacting with the application.

**Welche Verbindungsqualität/Datenrate benötigt welche Anwendung?**



# Was heisst «Quality of User Experience (QoE)» bei privaten Internet Nutzern?

- Funktionalität von Internet Anwendungen
  - **Videostreaming, Internet TV (z.B. YouTube, Netflix, Zattoo):** Bildqualität (Auflösung, Bildfrequenz), Unterbrüche
  - **Web Surfing:** Schnelligkeit der Anzeige von Webseiten
  - **Audiostreaming/Internetradio:** Tonqualität (Codierung, Bitrate), Unterbrüche
  - **Telefondienste:** Verbindungsaufbau, Sprachqualität, Unterbrüche, Sicherheit, SPAM
  - E-Mail: Zuverlässigkeit, Sicherheit, SPAM
- Betriebsaspekte
  - Reaktionen / Hilfestellung bei Problemen mit Internet Anwendungen (Helpdesk)



# Welche Datenraten brauche ich?

[Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR-GmbH) Österreich]

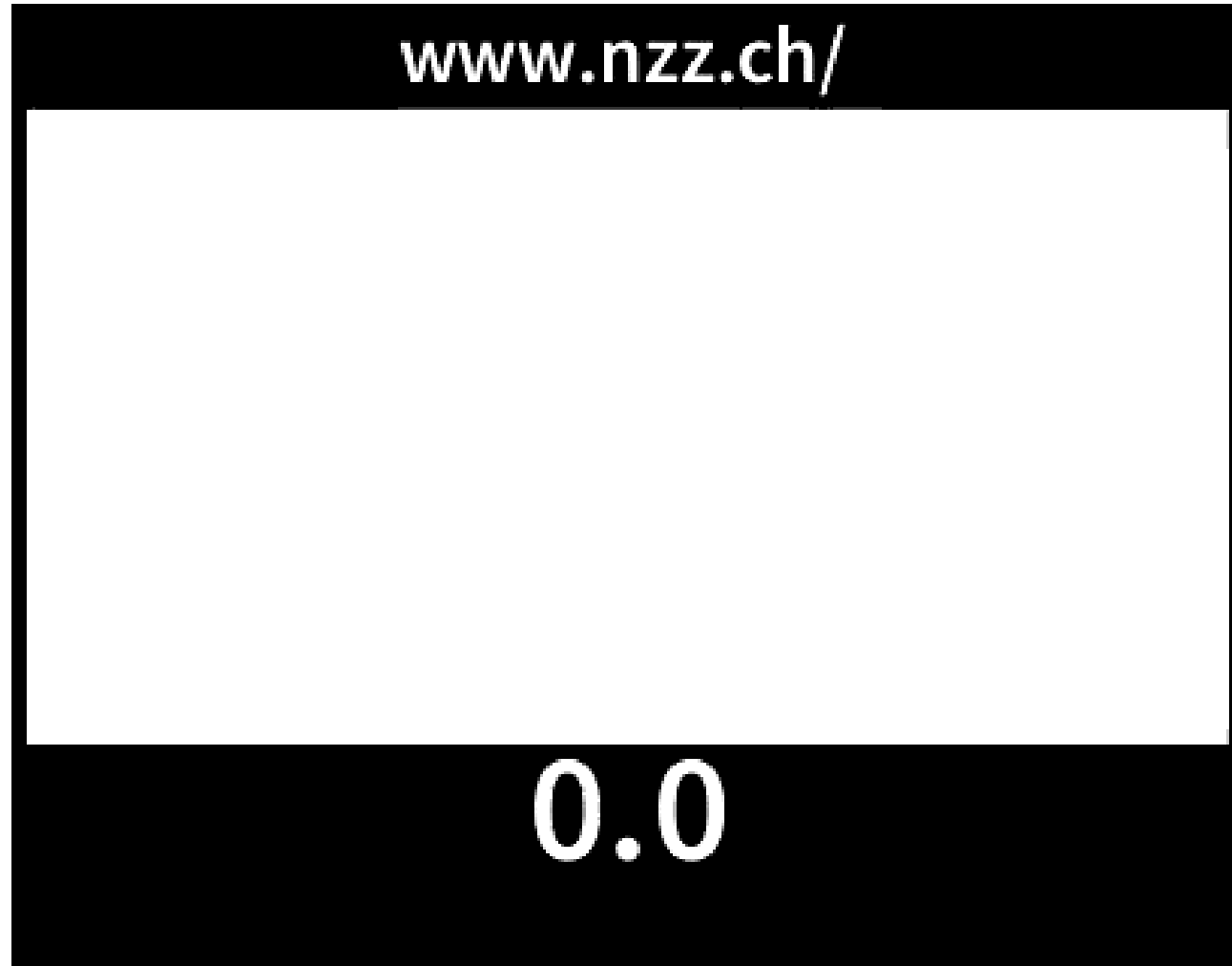
- VoIP: Sprache: 0,1 Mbit/s Download/ 0,1 Mbit/s Upload
- Musik Streaming: 0,32 Mbit/s Download
- Video:
  - 0,7 Mbit/s - 20 Mbit/s (Auflösung 360p - 4k)
  - Standard-Auflösung (SD, 576p/480p): 3 Mbit/s Download
  - HD (720p): 5 Mbit/s Download
  - Ultra HD (4K - 3840x2160@60fps): 25 Mbit/s Download
- Videokonferenz: 8 Mbit/s Download/0,512Mbit/s Upload
- Cloud-Gaming:
  - 25 Mbit/s Download
  - 15 Mbit/s Download für 720p, 25 Mbit/s für 1080p)



## **Web Surfing**

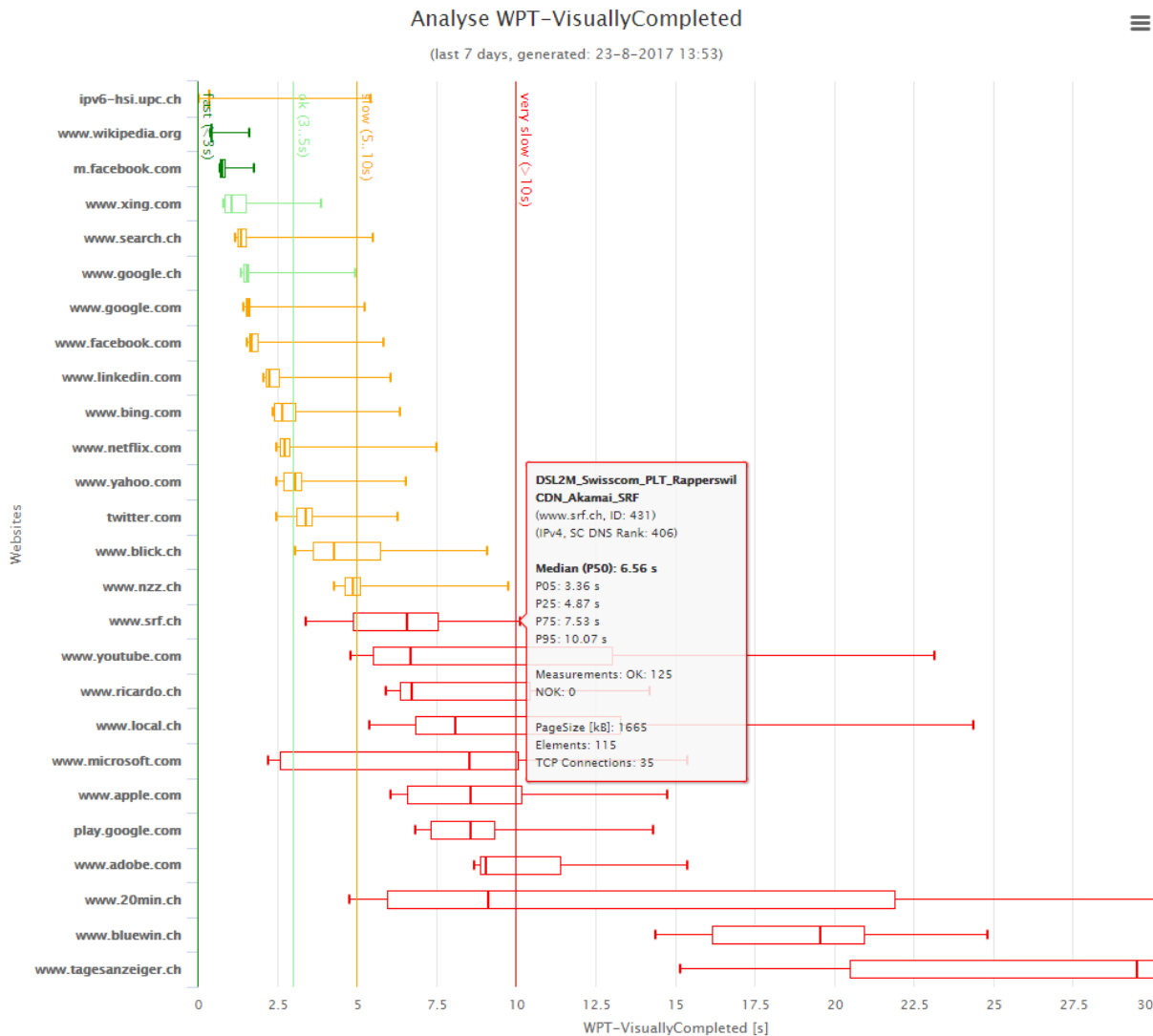
**QoE-Parameter: Visually Completed Time (VCT)**

## Visually Completed Time Video





# UX-Web Visually Completed Time (VCT) für verschiedene Web Sites mit 2 Mbit/s Abo



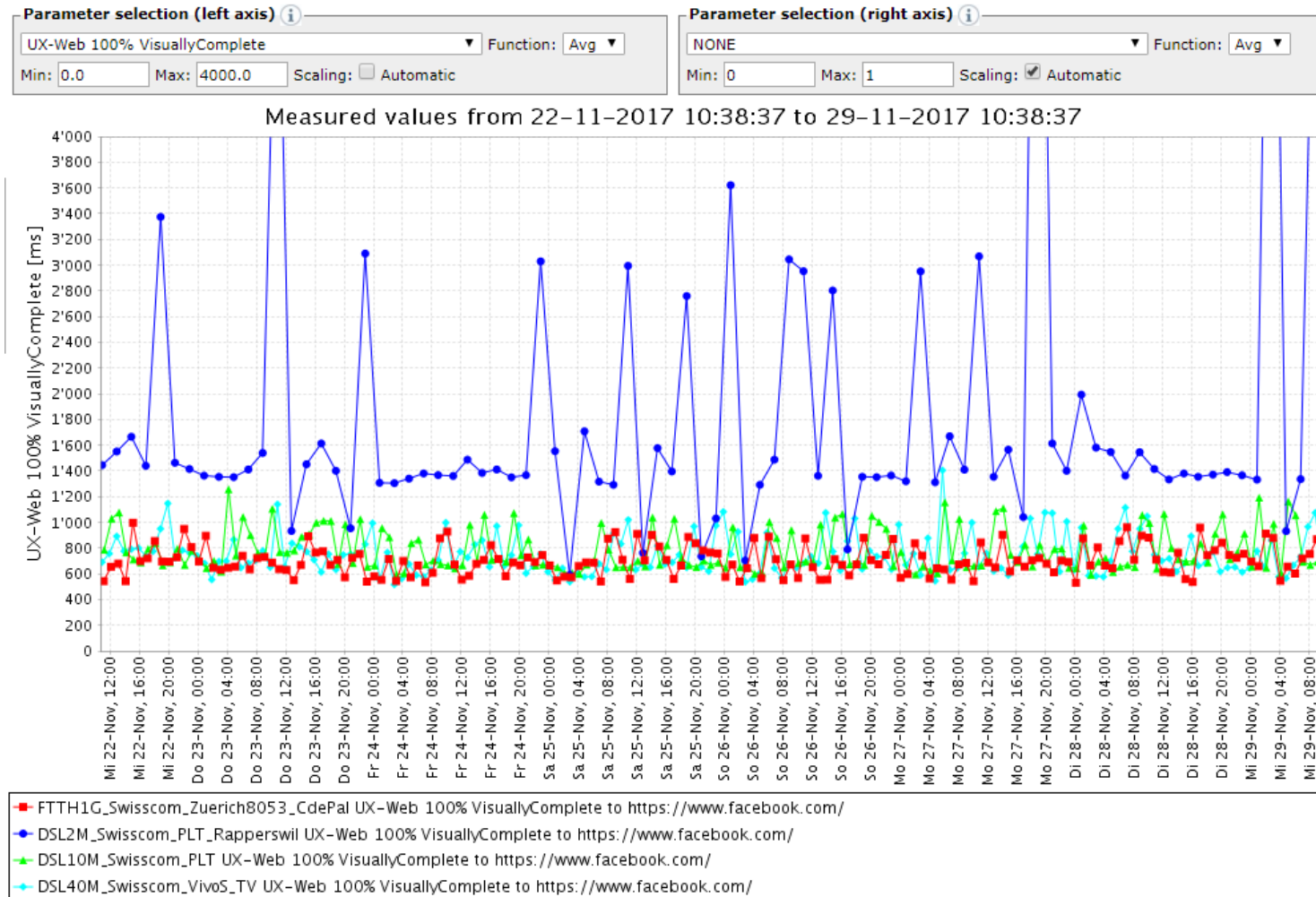
Anzahl Webseiten mit langsameren Anzeigezeiten beim Aufruf über einen DSL2M-Anschluss

|                  |                |               |
|------------------|----------------|---------------|
| <b>4 Seiten</b>  | <b>&lt;5s</b>  | <b>Grün</b>   |
| <b>11 Seiten</b> | <b>5..10s</b>  | <b>Orange</b> |
| <b>11 Seiten</b> | <b>&gt;10s</b> | <b>Rot</b>    |

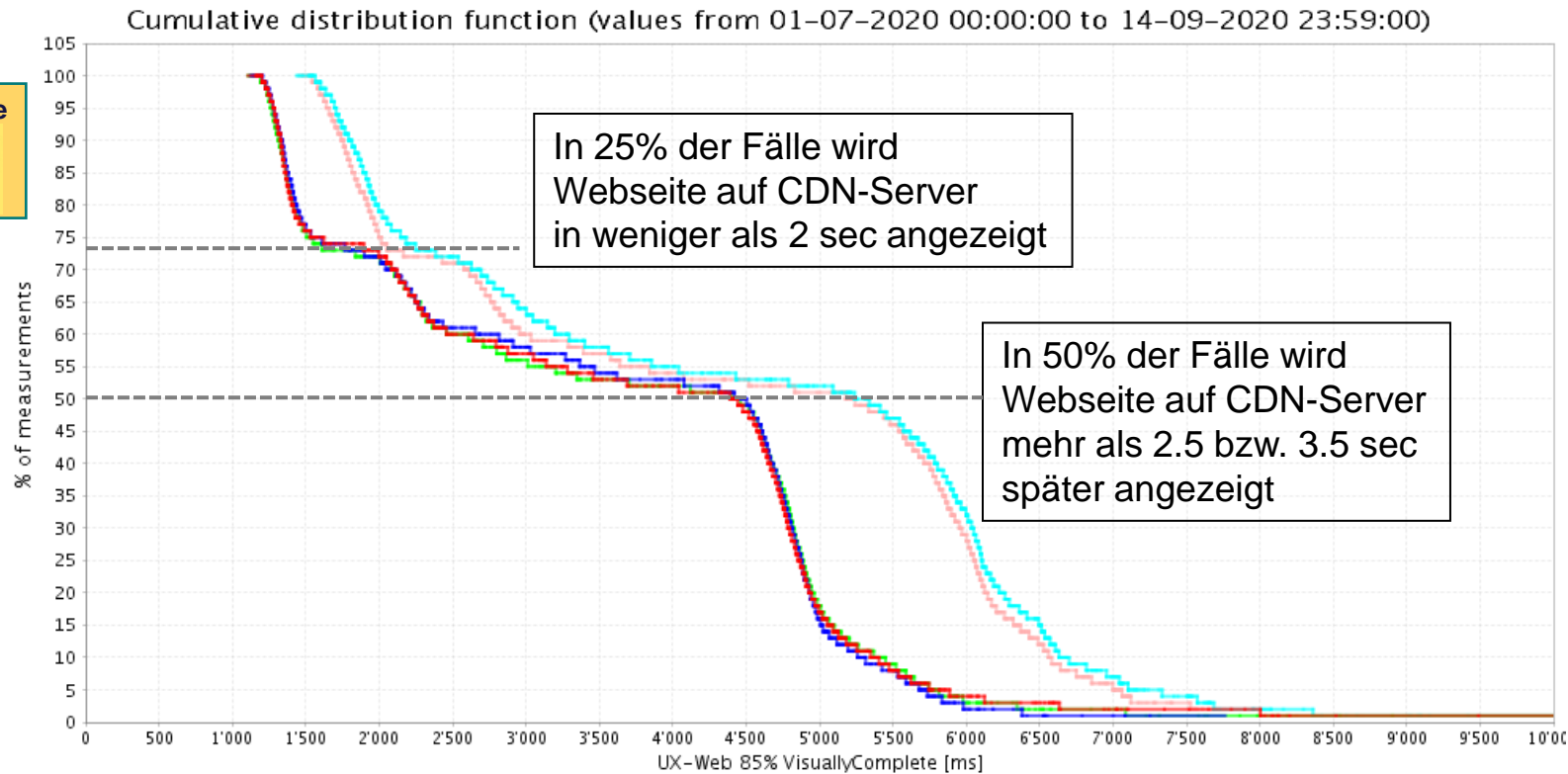


# UX-Web 100% Visually Completed Time (VCT) Time Series

## Example: www.facebook.com



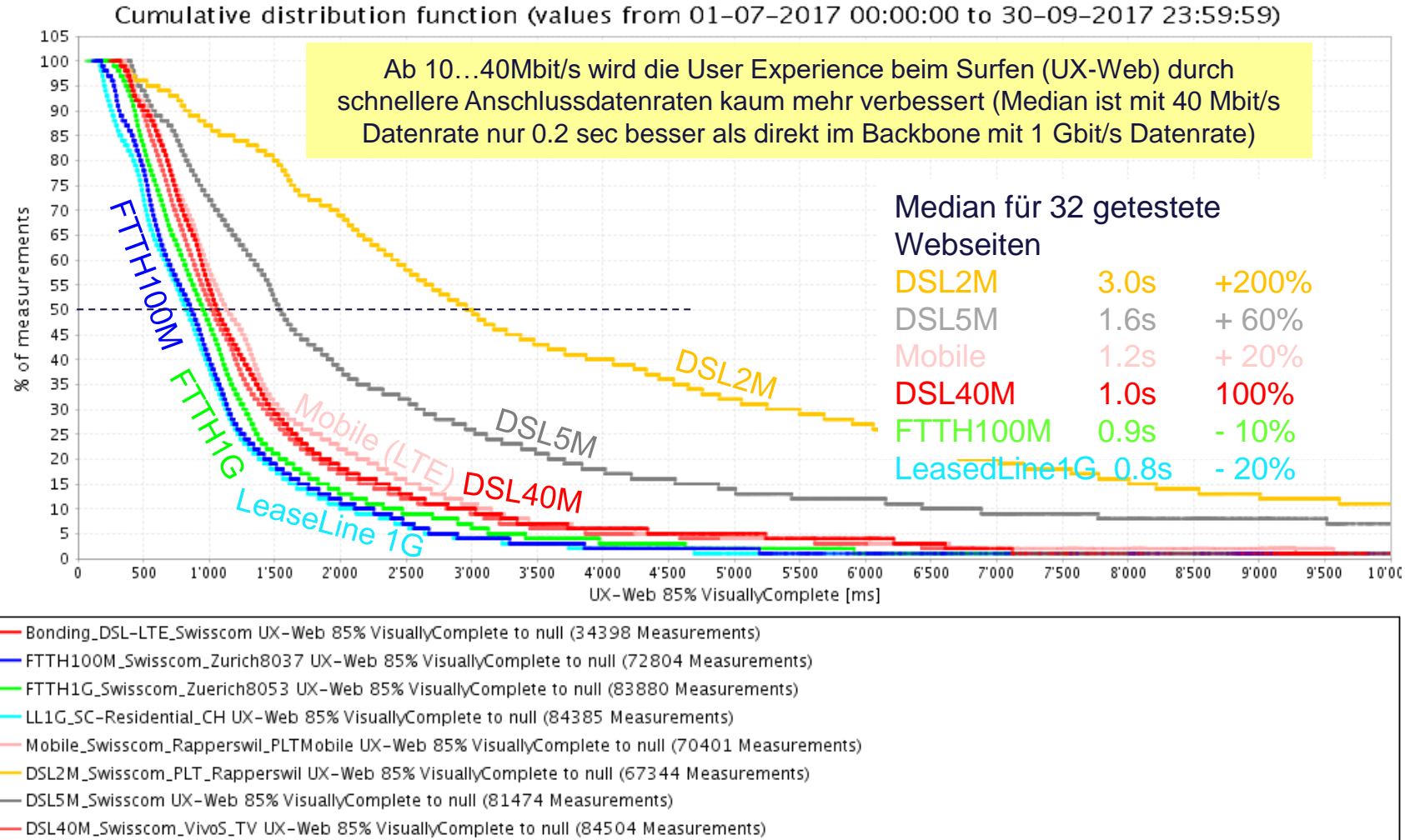
# UX Web Visually Complete Time Tests: Vergleich der Antwortzeiten beim Aufruf von Webseiten auf CDN-Servern



- LL1G\_Green\_CH UX-Web 85% VisuallyComplete to <https://www.tagesanzeiger.ch/> (1468 Measurements)
- LL1G\_SC-Business\_CH UX-Web 85% VisuallyComplete to <https://www.tagesanzeiger.ch/> (1473 Measurements)
- LL1G\_Sunrise\_CH UX-Web 85% VisuallyComplete to <https://www.tagesanzeiger.ch/> (1474 Measurements)
- LL1G\_SWITCH\_CH UX-Web 85% VisuallyComplete to <https://www.tagesanzeiger.ch/> (1471 Measurements)
- LL1G\_UPC\_CH UX-Web 85% VisuallyComplete to <https://www.tagesanzeiger.ch/> (1472 Measurements)

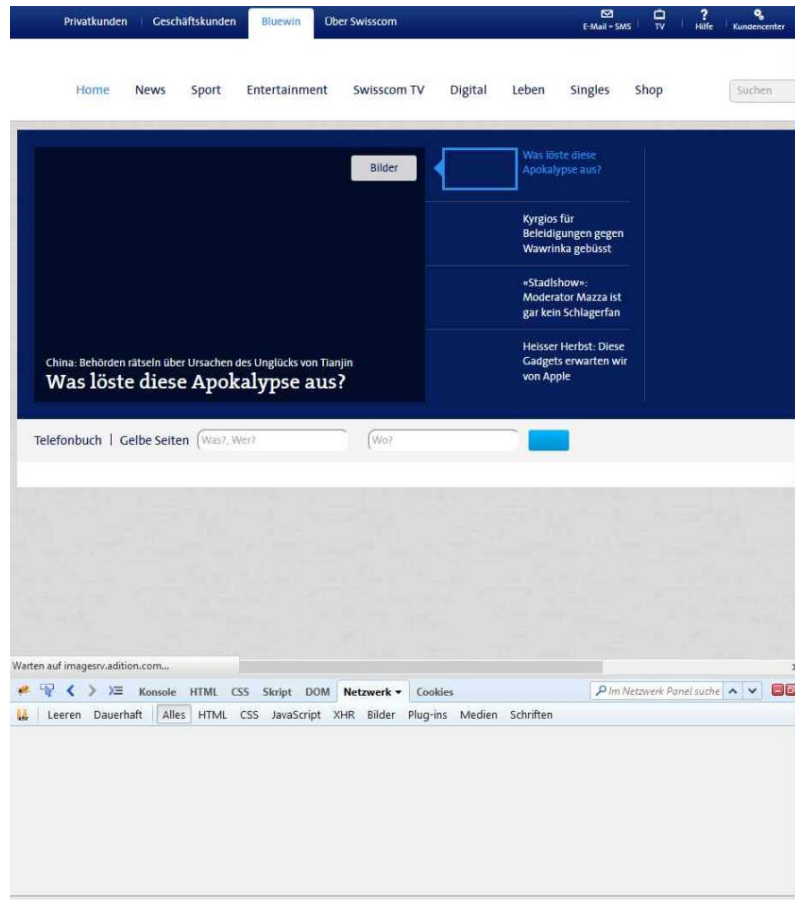
Die Wahl des CDN-Server kann die Ladezeiten von Webseiten wesentlich beeinflussen. Unterschiede der Visually Completed Time von mehreren Sekunden sind nicht unüblich.

# UX Web Visually Complete Time Tests: Cumulative Distribution der 85% Visually Completed Time vs. Access Speed



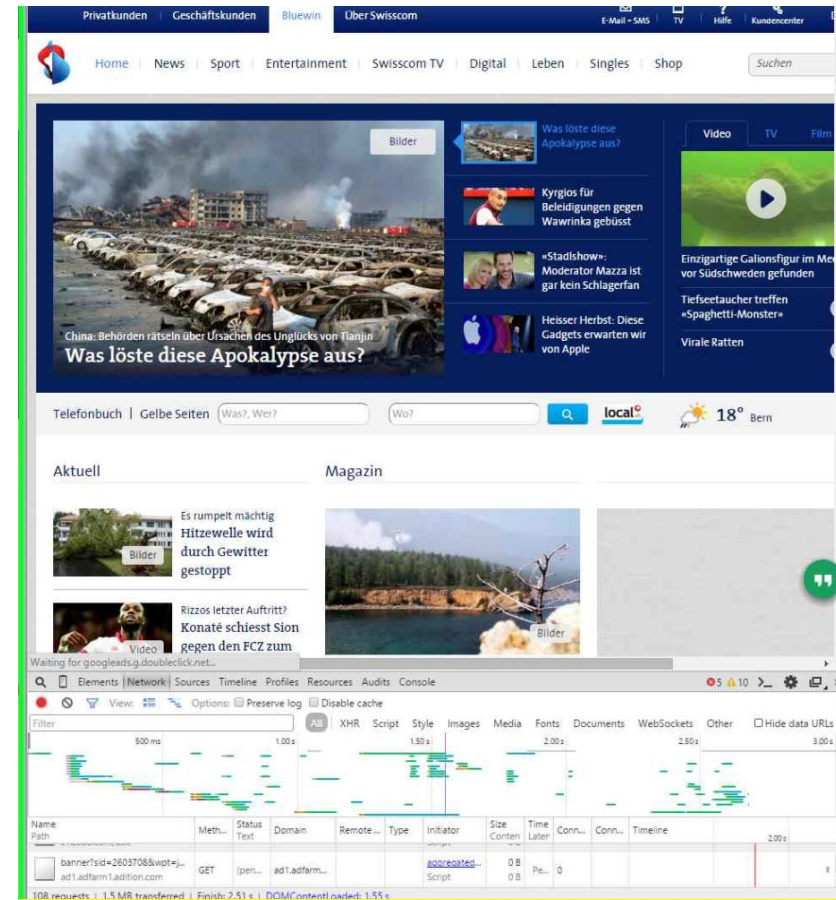
# UX Web Visually Complete Time - Einfluss der Client-Plattform (HW und OS): Visually Completed Time für Firefox und Chrome Browser

Anzeige mit Firefox nach 3 Sekunden Ladezeit



Gesamte Ladezeit mit Firefox v39 beträgt 6.4s

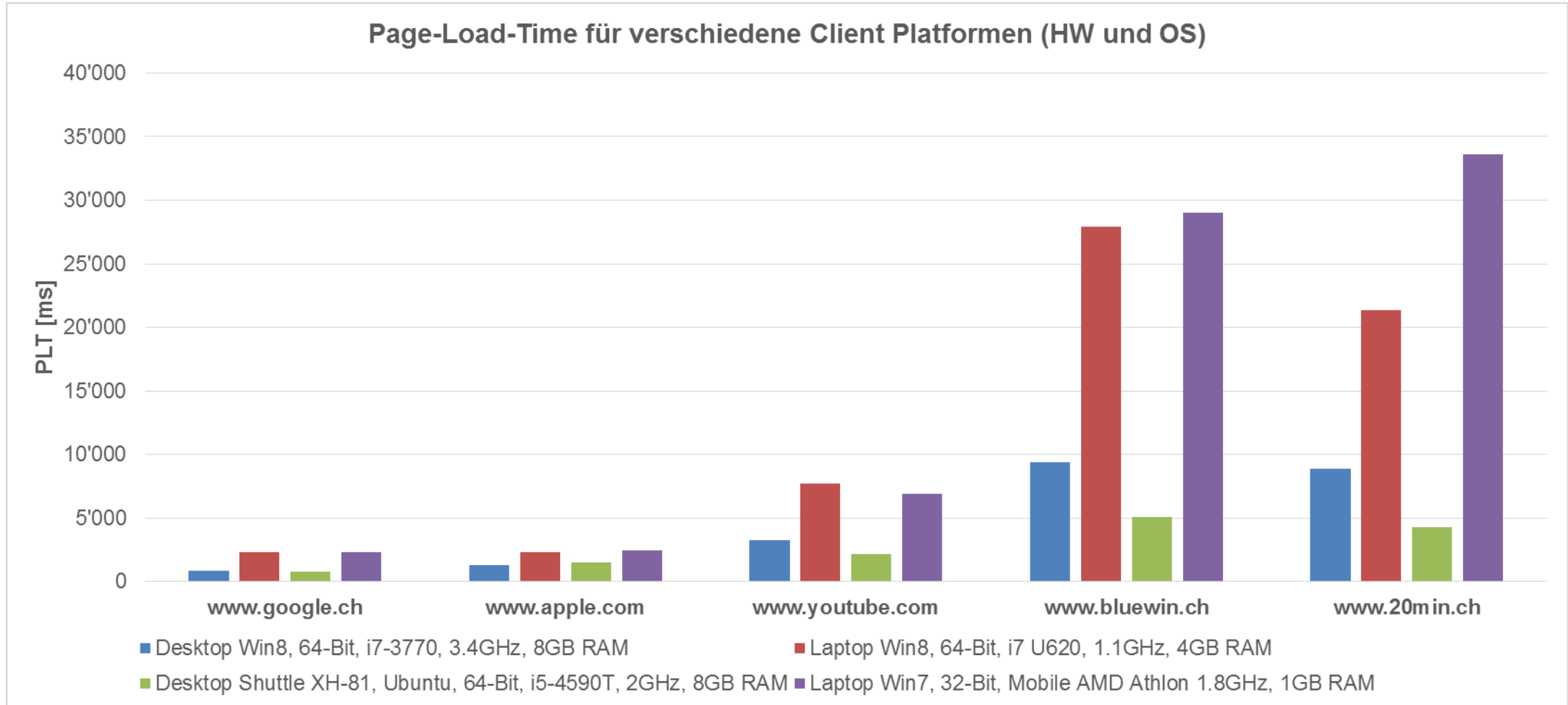
Anzeige mit Chrome v44 nach 3 Sekunden Ladezeit



Gesamte Ladezeit mit Chrome v44 beträgt 5.1s



# UX Web Visually Complete Time - Einfluss der Client-Plattform (HW und OS): Browser Rendering Delay für verschiedene Webseiten und HW-Plattformen



# UX Web Visually Complete Time - Einfluss von Plugins: Firefox mit und ohne AdBlocker

## Firefox ohne AdBlocker

**Firefox ohne AdBlocker:**

- 227 Elemente
- 2512kB
- Page Load Time: 7.5s**

| Methode | Datei | Host                         | Typ               | Übertragen | Größe    | 0 ms     | 5.12 s |
|---------|-------|------------------------------|-------------------|------------|----------|----------|--------|
| 200     | GET   | close.png                    | cdn.teads.tv      | png        | 1.94 KB  | 2.59 KB  | 19 ms  |
| 200     | GET   | player_sound_on_rolloff...   | cdn.teads.tv      | png        | 3.21 KB  | 4.28 KB  | 29 ms  |
| 200     | GET   | player_sound_on_rolloff...   | cdn.teads.tv      | png        | 3.24 KB  | 4.32 KB  | 29 ms  |
| 200     | GET   | player_sound_off_rolloff...  | cdn.teads.tv      | png        | 3.07 KB  | 4.10 KB  | 29 ms  |
| 200     | GET   | player_sound_off_rolloff...  | cdn.teads.tv      | png        | 3.09 KB  | 4.12 KB  | 26 ms  |
| 200     | GET   | track?pid=27121&action...    | t.teads.tv        | gif        | 0.06 KB  | 0.06 KB  | 82 ms  |
| 200     | GET   | teads-player.min.js?20158149 | cdn.teads.tv      | plain      | 82.01 KB | 82.01 KB | 49 ms  |
| 200     | GET   | bg_pattern.png               | www.res2ep.scs... | png        | 15.94 KB | 21.26 KB | 25 ms  |

227 Anfragen, 2'512.71 KB, 7.53 s

## Firefox mit AdBlocker

**Firefox mit AdBlocker:**

- 85 Elemente
- 417kB
- Page Load Time: 2.9s**

| Methode | Datei | Host                            | Typ                 | Übertragen | Größe   | 0 ms     | 1.28 s | 2.56 s |
|---------|-------|---------------------------------|---------------------|------------|---------|----------|--------|--------|
| 200     | GET   | utag.14718.js?utv=ut4.37.201... | tags.tiqcdn.com     | js         | cached  | 2.18 KB  |        |        |
| 200     | GET   | utag.15513.js?utv=ut4.37.201... | tags.tiqcdn.com     | js         | cached  | 64.49 KB |        |        |
| 200     | GET   | chartbeat.js                    | static.chartbeat... | js         | cached  | 27.00 KB |        |        |
| 302     | GET   | pixel?google_nid=tealiu...      | cm.g.doublecl...    | gif        | 0.04 KB | 0 KB     |        | 37 ms  |
| 200     | GET   | s0316086965249151AQB=1...       | o.swisscom.ch       | gif        | 0.04 KB | 0.06 KB  |        | 38 ms  |
| 200     | GET   | ping?h=de.bluewin.ch&l...       | ping.chartbeat...   | gif        | 0.04 KB | 0.06 KB  |        | 263 ms |
| 200     | GET   | list.js?1086290677706           | survey.122.2o7...   | js         | cached  | 0.06 KB  |        |        |
| 200     | GET   | i.gif?tealiu_vid=0149f1...      | datacloud.teali...  | gif        | 0.04 KB | 0.06 KB  |        | 76 ms  |

85 Anfragen, 417.18 KB, 2.90 s



## **Video Streaming**

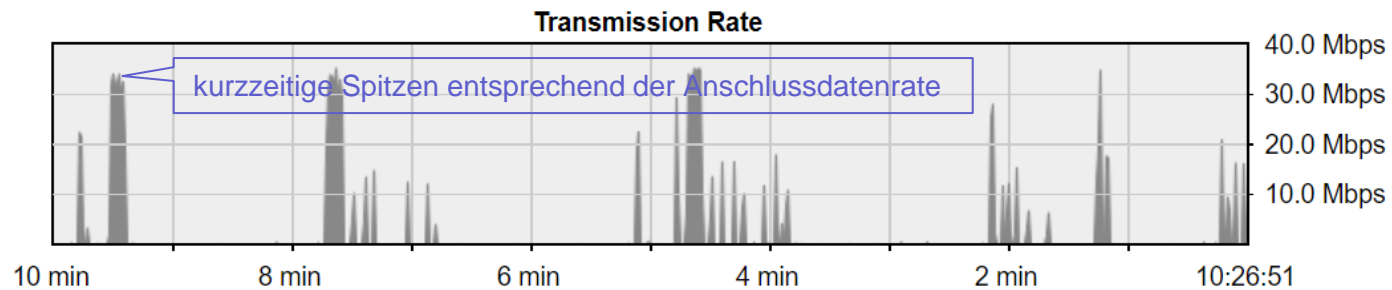
**QoE-Parameter: Verpixelung, Unterbrüche (Senderwechsel, Replay)**



# Video Streaming Tests: Beispiel Youtube Streaming an 40 Mbit/s VDSL-Anschluss (15ms RTT)

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Internet Access</b> | VDSL Swisscom, 40 Mbits   |
| <b>Behavior</b>        | Regular peaks with maximum utilization, then little or no data transmission |
| <b>Content</b>         | Action Movie Trailer Full HD  |
| <b>Device</b>          | Fujitsu Lifebook P Series, Windows 10, Chrome                               |

**Measurement  
18.05.2018**

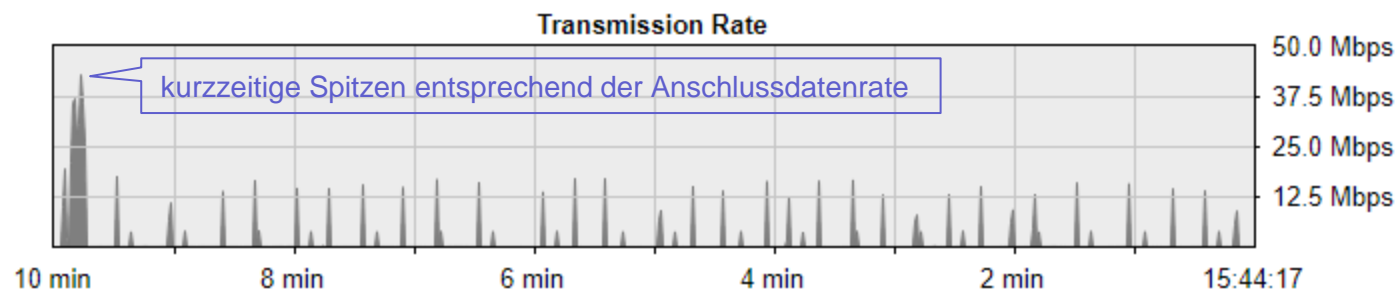


Average Tx Rate

|               |            |
|---------------|------------|
| <b>1 sec</b>  | 2.975 Mbps |
| <b>10 sec</b> | 5.260 Mbps |
| <b>1 min</b>  | 1.278 Mbps |
| <b>10 min</b> | 2.350 Mbps |

Durchschnittlich  
nötigte Datenrate

**Measurement  
autumn 2017**



Average Tx Rate

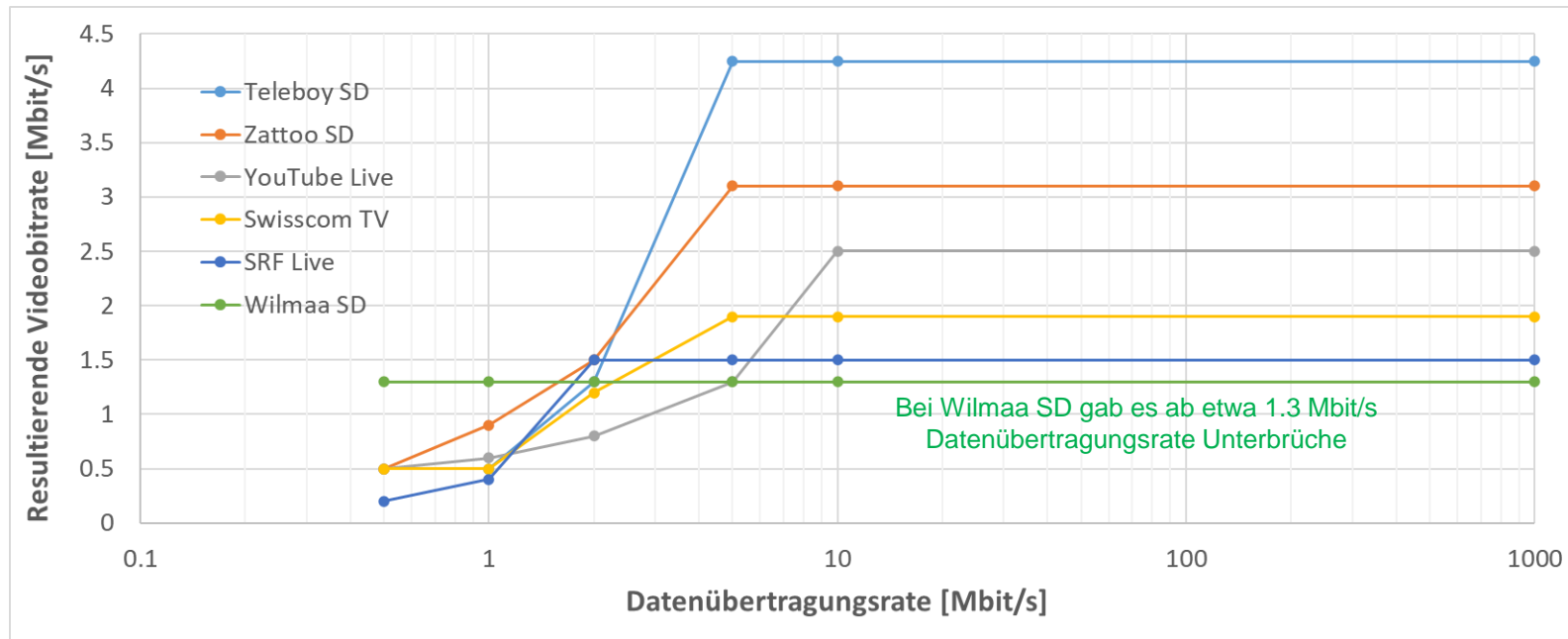
|               |            |
|---------------|------------|
| <b>1 sec</b>  | 47.82 Kbps |
| <b>10 sec</b> | 1.478 Mbps |
| <b>1 min</b>  | 871.7 Kbps |
| <b>10 min</b> | 1.428 Mbps |

Durchschnittlich  
nötigte Datenrate



# Video Streaming Tests:

Verbesserung der Videoqualität (Erhöhung der Videobitrate) mit steigender Datenrate des Internet Anschlusses



Abhängig von der verwendeten Codierung nimmt die Videoqualität bei Erhöhung der Anschlussdatenrate bis etwa 10...20 Mbit/s zu und bleibt bei weiter zunehmender Datenrate unverändert.

# Videostreaming Tests mit unterschiedlichen Clients und Übertragungstechnologien

|                         | Automatisch eingestellte Video Streaming Datenrate (10min Average)<br>mit unterschiedlichen Übertragungstechnologien |                                     |                                      |
|-------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Übertragungstechnologie | 40 Mbit/s VDSL<br>(RTT 10ms)   | <b>3 Mbit/s SAT<br/>(RTT 600ms)</b> | <b>10 Mbit/s SAT<br/>(RTT 600ms)</b> |
| Youtube (HD 720p)       | 2.0 Mbit/s   | <b>1.8 Mbit/s</b>                   | <b>2.0 Mbit/s</b>                    |
| Netflix                 | 6.3 Mbit/s   | <b>2.1 Mbit/s</b>                   | <b>2.2 Mbit/s</b>                    |
| Apple TV                | 9.5 Mbit/s   | <b>1.1 Mbit/s</b>                   | <b>8.1 Mbit/s</b>                    |
| Swisscom TV Air         | 3.4 Mbit/s   | <b>0.7 Mbit/s</b>                   | <b>3.5 Mbit/s</b>                    |
| Zattoo                  | 3.1 Mbit/s   | <b>0.9 Mbit/s</b>                   | <b>3.0 Mbit/s</b>                    |



## Welche Datenrate benötigen Sie für Videostreaming (Herstellerangaben)

| Video Auflösung                 |                 | YouTube    | Netflix   | Zattoo   | Amazon    | Sky       | BBC iPlayer |
|---------------------------------|-----------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Ultra High Definition</b>    | <b>4K</b>       | 20 Mbit/s  | 25 Mbit/s | 8 Mbit/s | 15 Mbit/s | 25 Mbit/s | 40 Mbit/s   |
| <b>High Definition (HD)</b>     | <b>HD 1080p</b> | 5 Mbit/s   | 5 Mbit/s  | 5 Mbit/s | 5 Mbit/s  | 8 Mbit/s  | 5 Mbit/s    |
|                                 | <b>HD 720p</b>  | 2.5 Mbit/s |           |          |           |           |             |
| <b>Standard Definition (SD)</b> | <b>SD 480p</b>  | 1.1 Mbit/s | 3 Mbit/s  | 3 Mbit/s | 3 Mbit/s  | 2 Mbit/s  | 1.5 Mbit/s  |
|                                 | <b>SD 360p</b>  | 0.7 Mbit/s |           |          |           |           |             |



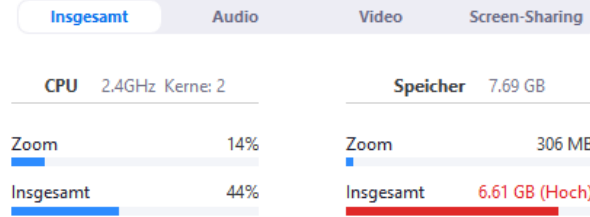
## **Video Conferencing**

**QoE-Parameter: Sprach-, Präsentationsqualität, Videoqualität**

# Zoom Meeting

## Local

- Allgemein
- Video
- Audio
- Bildschirm freigeben
- Chat
- Hintergrund & Filter
- Aufnahme
- Profil
- Statistiken**
- Tastaturkürzel
- Zugänglichkeit



|                 |   |                      |
|-----------------|---|----------------------|
| Bandbreite      | 846 kb/s (Senden)   | 526 kb/s (Empfangen) |
| Netzwerktyp     | verkabelt   |                      |
| Proxy           | -   |                      |
| Verbindungstyp  | Cloud   |                      |
| Rechenzentrum   | Sie sind über Rechenzentren in Deutschland (Cloud) mit Zoom Globales Netzwerk verbunden |                      |
| Verschlüsselung | AES-256-GCM   |                      |
| Version         | 5.2.1 (44052.0816)  |                      |

## Remote

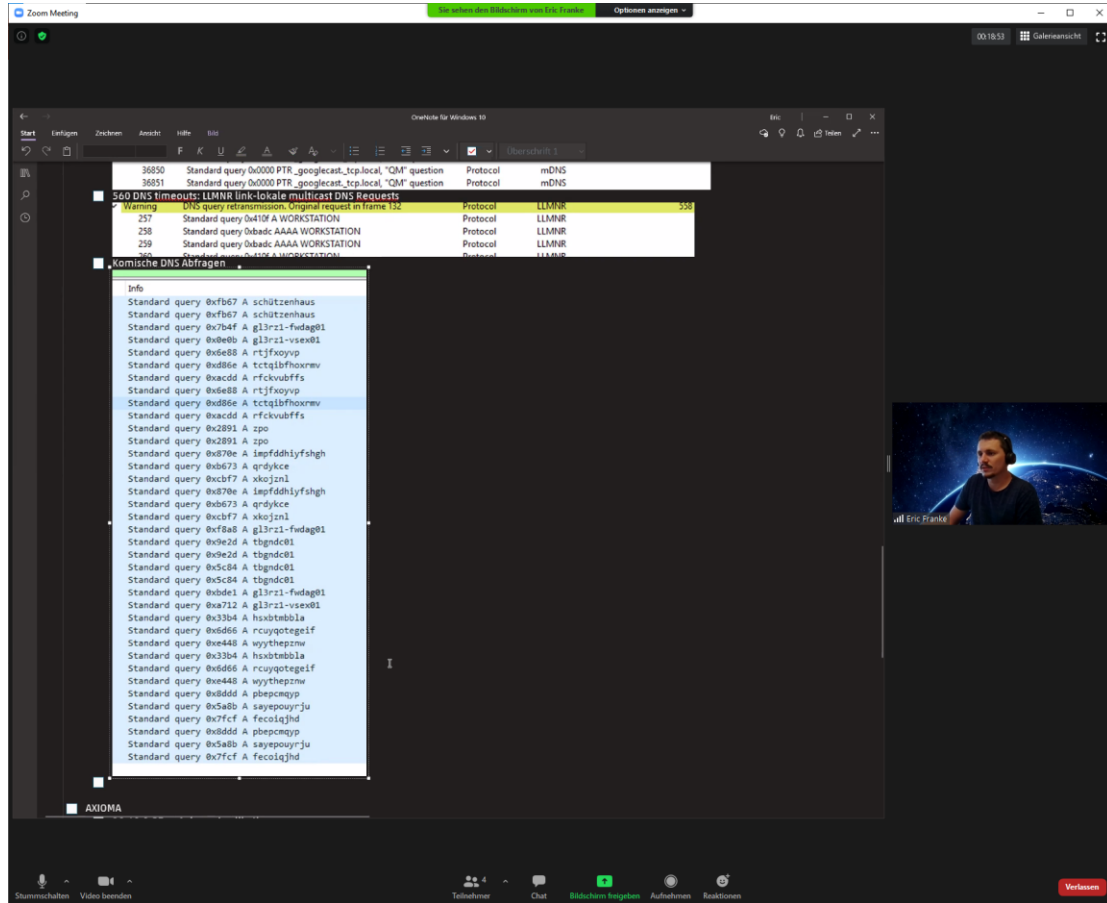
| Insgesamt |         | Audio  | Video     | Screen-Sharing |
|-----------|---------|--------|-----------|----------------|
| CPU       | 3.4 GHz | 4-core |           |                |
| Speicher  |         |        | 32 GB     |                |
| Zoom      |         | 16.0%  | Zoom      | 420 MB         |
| Insgesamt |         | 47.0%  | Insgesamt | 2.3 GB         |

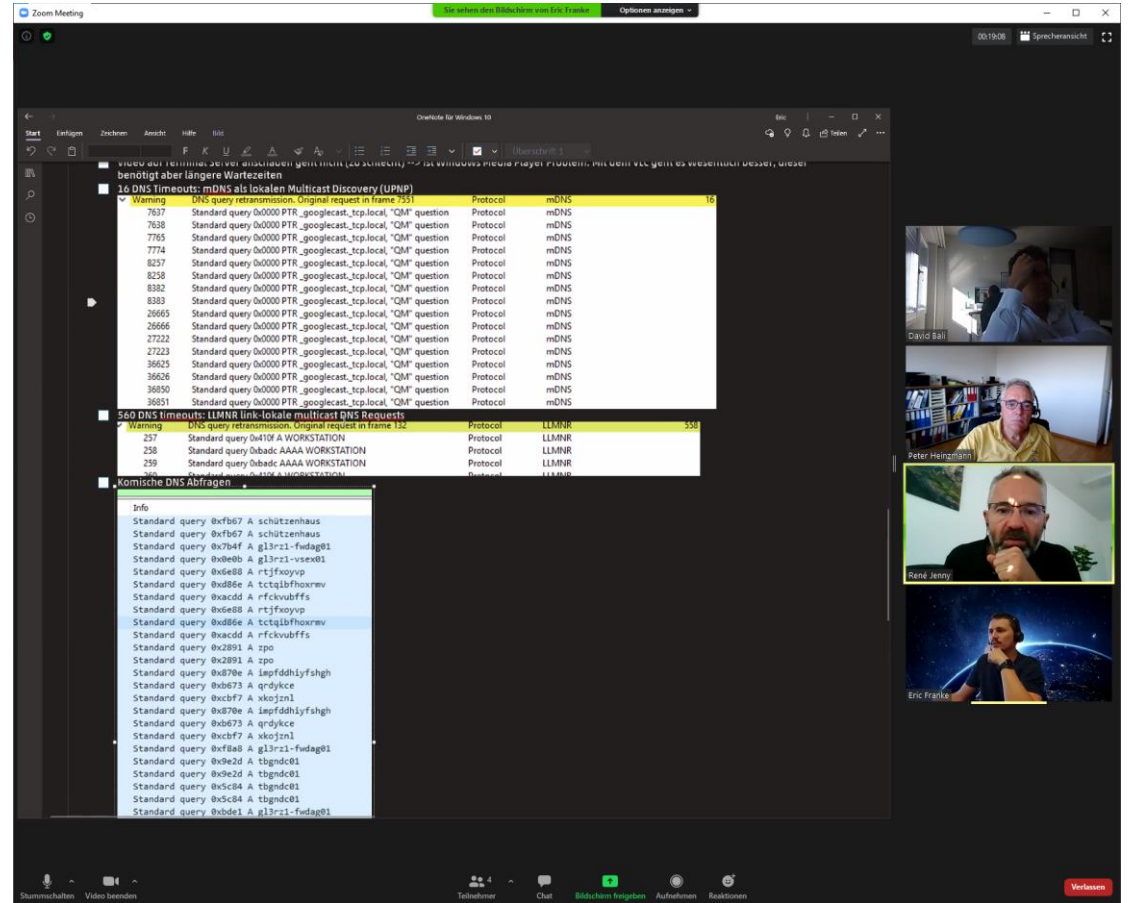
|                 |   |                      |
|-----------------|---|----------------------|
| Bandbreite      | 817 kb/s (Senden)   | 127 kb/s (Empfangen) |
| Netzwerktyp     | Wired   |                      |
| Proxy           | -   |                      |
| Verbindungstyp  | Cloud   |                      |
| Rechenzentrum   | Sie sind über Rechenzentren in Deutschland (Cloud) mit Zoom Globales Netzwerk verbunden |                      |
| Verschlüsselung | AES-256-GCM   |                      |
| Version         | 5.2.2 (45106.0831)  |                      |



## Zoom Bildschirm Sharing in Sprecheransicht



## Zoom Bildschirm Sharing in Galerieansicht



## Welche Datenrate benötigen Sie für Videoconferencing (Herstellerangaben)

| Anwendung       | 1080p High Definition (HD)   | 720p High Definition (HD)                 | Standard Definition (SD)                  |
|-----------------|--|---|---|
| Zoom            | 1.8 Mbit/s (2 TN)<br>3.0 Mbit/s (Gruppen)  | 1.2 Mbit/s (2 TN)<br>1.5 Mbit/s (Gruppen) | 0.6 Mbit/s (2 TN)<br>0.8 Mbit/s (Gruppen) |
| Google Meet     | Abgehend (senden): 3.2 Mbit/s      Eingehend (empfangen): 2.6 Mbit/s (2 TN)<br>Abgehend (senden): 3.2 Mbit/s (5 TN)      Eingehend (empfangen): 4.0 Mbit/s (10 TN) |   |   |
| Skype           | Abgehend (senden): 8 Mbit/s (>7 TN)      Eingehend (empfangen): 512 Kbit/s (>7 TN)   |   |   |
| Microsoft Teams | 1.5 Mbit/s (2 TN)<br>1 Mbit/s (Gruppen)  | 1.2 Mbit/s (2 TN)<br>1 Mbit/s (Gruppen)   |   |



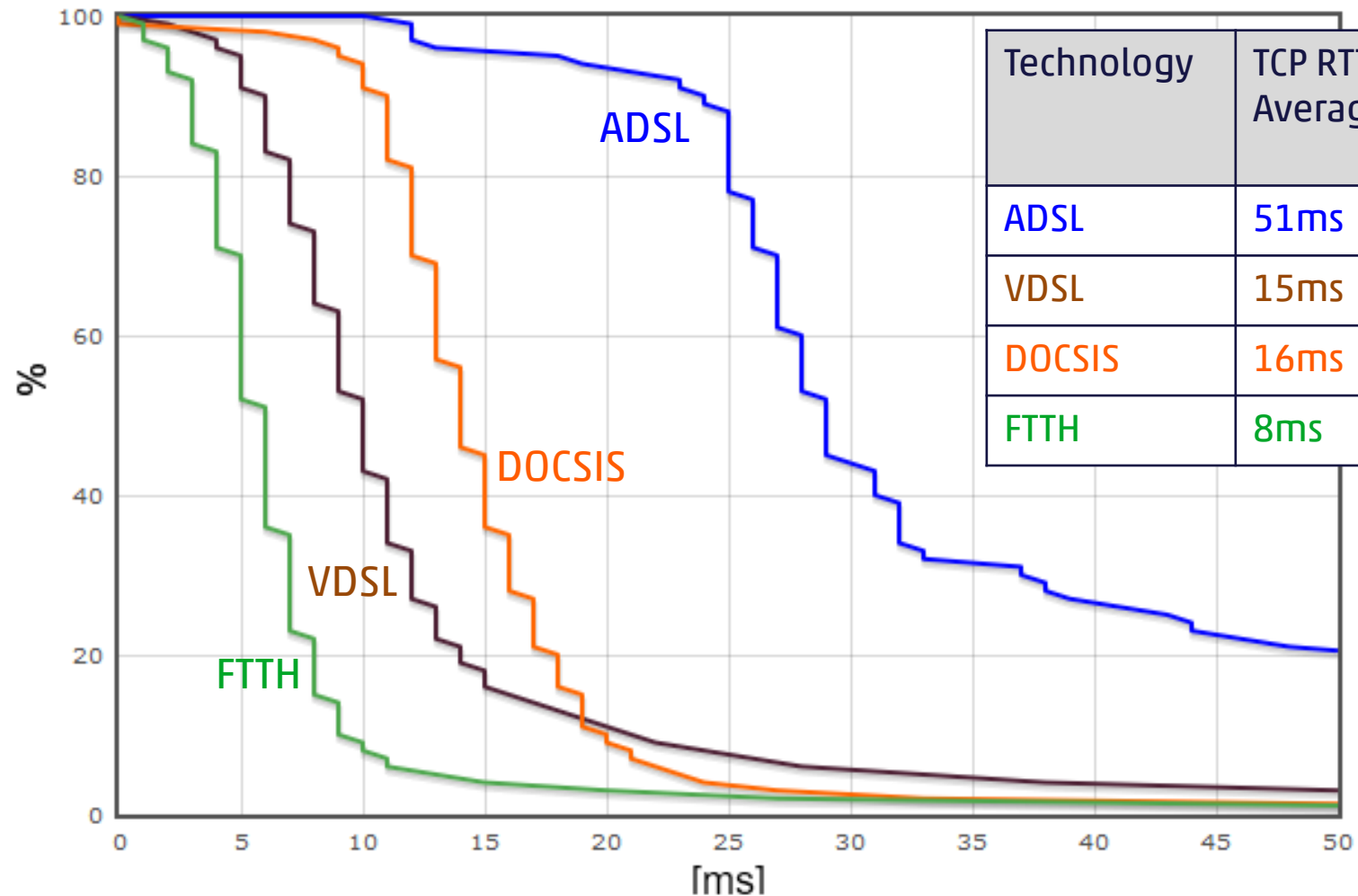


# Gaming

**QoE-Parameter: Antwortzeiten, Datenraten**



# TCP Response Time by Connection Technology



| Technology | TCP RTT Average | TCP RTT Median | Number of Measurements | Number of Users |
|------------|-----------------|----------------|------------------------|-----------------|
| ADSL       | 51ms            | 19ms           | 2'639                  | 109             |
| VDSL       | 15ms            | 10ms           | 90'829                 | 6'724           |
| DOCSIS     | 16ms            | 14ms           | 221'318                | 16'403          |
| FTTH       | 8ms             | 6ms            | 28'401                 | 2'729           |

Data taken from Crowd Sourced Speedtests with the cnlab Program 09-06-2019 - 09-12-2019



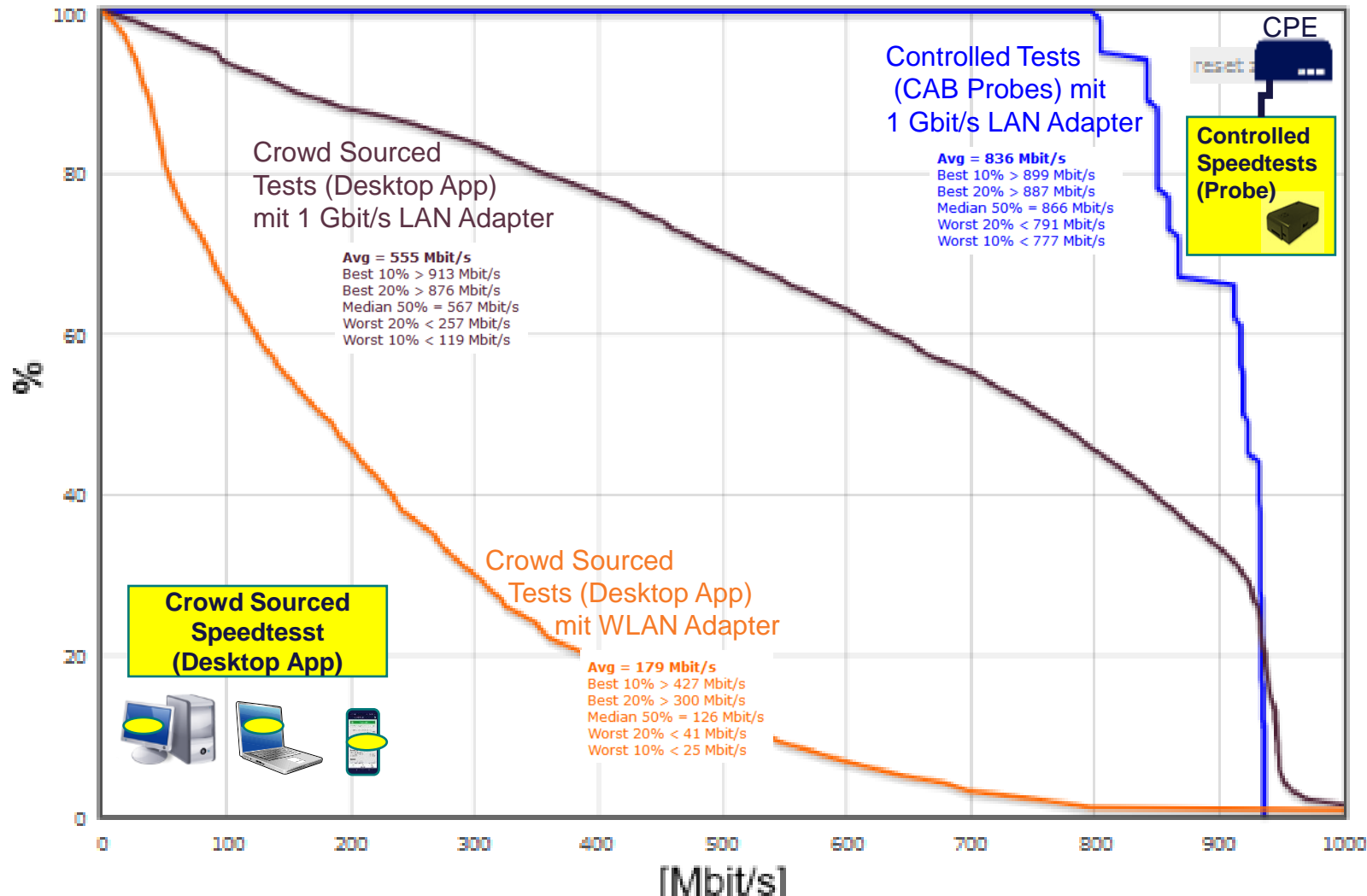
# 5. Zusammenfassung

## Was soll «man» nun tun?

Für die typischen Endkunden erachtet cnlab die im Folgenden skizzierten Ansätze nützlich. Im Vordergrund steht die Kundenzufriedenheit des Endkunden und die Möglichkeit zur Identifizierung und Behebung von Problemen.

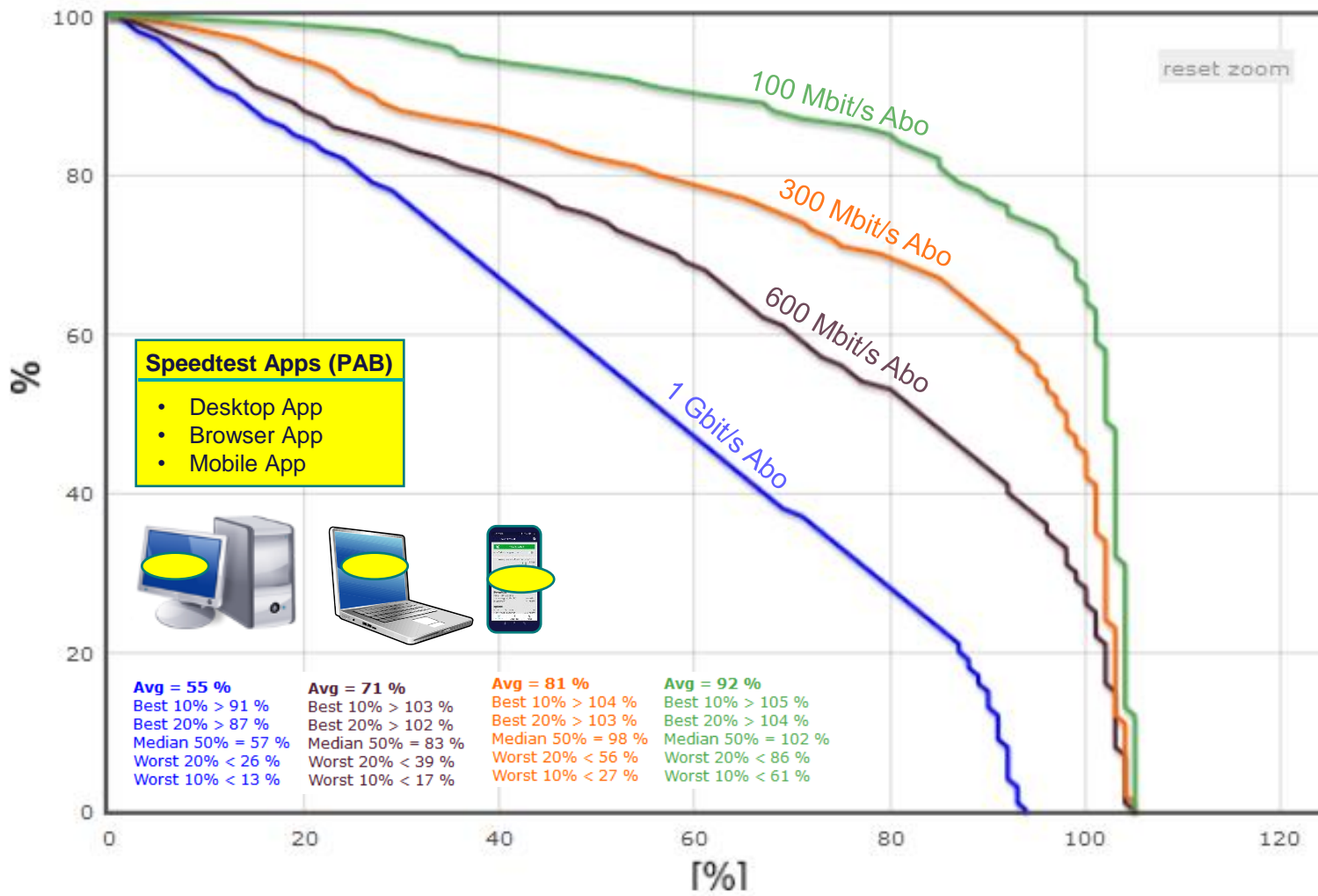
Ob Crowd Sourced oder Probe Messungen zu verwenden sind, hängt von der Zielsetzung (vom Anwendungsfall) ab.

# Vergleich von Controlled (Probe) und Crowd Sources Speedtests bei 1 Gbit/s



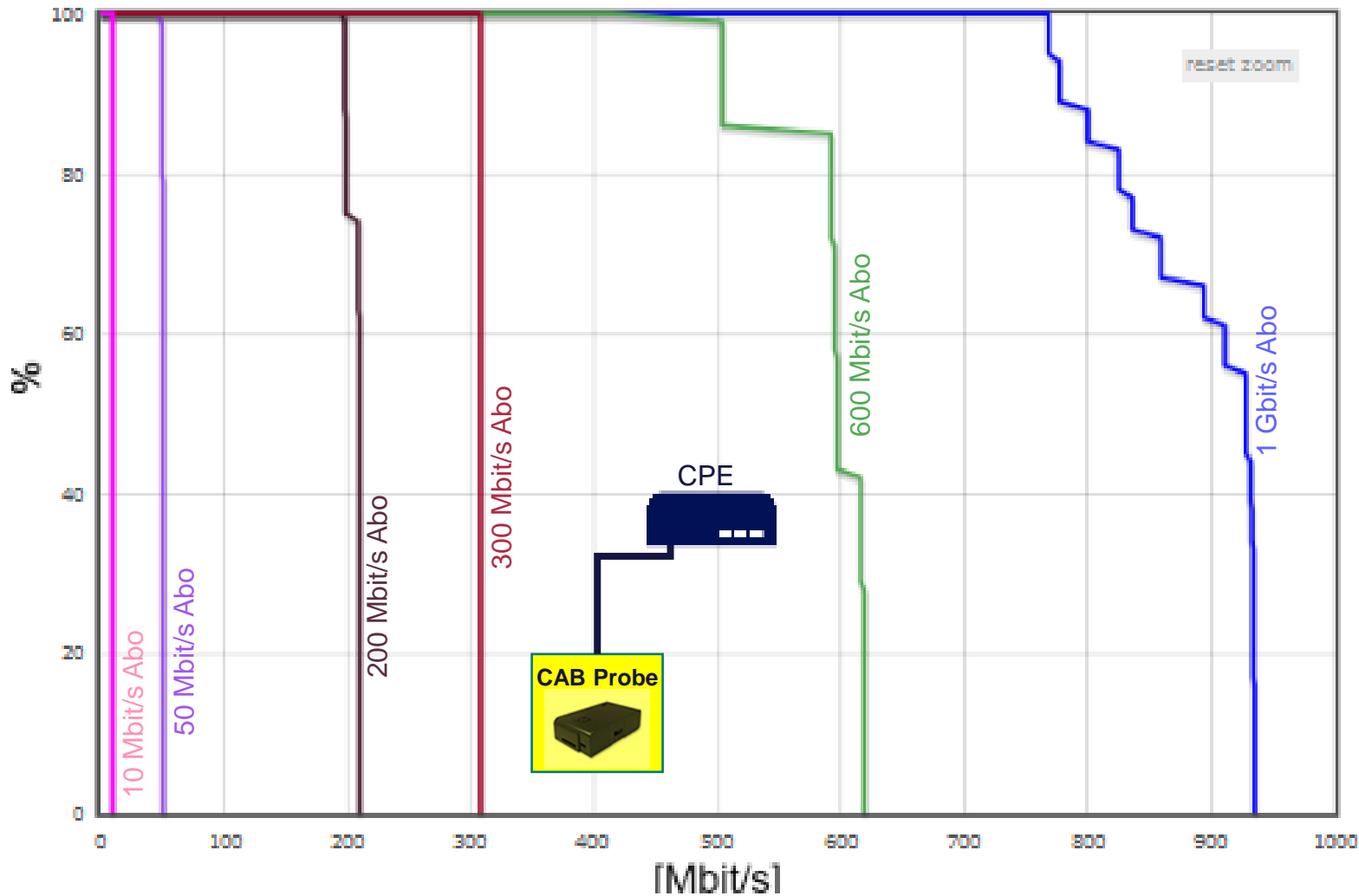
- 63'323 Crowd Sourced Tests (Desktop App) an 3'607 Anschlüssen mit 1 Gbit/s LAN Adapter
- 10'898 Crowd Sourced Tests (Desktop App) an 1'918 Anschlüssen mit WLAN Adapter
- 28'510 Controlled Tests (CAB Probes) mit 1 Gbit/s LAN Adapter an 19 Anschlüssen
- 16-07-2020 - 15-09-2020 (Grouped by User)

# Vergleich von Crowd Sourced Tests bei verschiedenen Anschluss Abo Datenraten



- Crowd Sourced Tests helfen, die Probleme im Heimnetz und auf dem PC zu identifizieren.
- Crowd Sourced Tests lassen nur bei niedrigen Datenraten Rückschlüsse auf die Anschlussdatenrate des ISP zu.

# Anschlussdatenraten der ISPs werden bei den niedrigen Abo Datenraten gut erfüllt



**Avg = 880 Mbit/s**  
 Best 10% > 935 Mbit/s  
 Best 20% > 934 Mbit/s  
 Median 50% = 928 Mbit/s  
 Worst 20% < 825 Mbit/s  
 Worst 10% < 777 Mbit/s

**Avg = 205 Mbit/s**  
 Best 10% > 210 Mbit/s  
 Best 20% > 210 Mbit/s  
 Median 50% = 210 Mbit/s  
 Worst 20% < 199 Mbit/s  
 Worst 10% < 198 Mbit/s

**Avg = 562 Mbit/s**  
 Best 10% > 619 Mbit/s  
 Best 20% > 619 Mbit/s  
 Median 50% = 597 Mbit/s  
 Worst 20% < 592 Mbit/s  
 Worst 10% < 504 Mbit/s

**Avg = 49 Mbit/s**  
 Best 10% > 51 Mbit/s  
 Best 20% > 51 Mbit/s  
 Median 50% = 51 Mbit/s  
 Worst 20% < 50 Mbit/s  
 Worst 10% < 50 Mbit/s

**Avg = 308 Mbit/s**  
 Best 10% > 308 Mbit/s  
 Best 20% > 308 Mbit/s  
 Median 50% = 308 Mbit/s  
 Worst 20% < 308 Mbit/s  
 Worst 10% < 308 Mbit/s

**Avg = 10 Mbit/s**  
 Best 10% > 10 Mbit/s  
 Best 20% > 10 Mbit/s  
 Median 50% = 10 Mbit/s  
 Worst 20% < 10 Mbit/s  
 Worst 10% < 10 Mbit/s





## QoS Anwendungsfall: Überprüfen, ob ISP die angebotenen Abo-Speeds liefert

- Langsame Anschlüsse (< 100 Mbit/s): Crowd Sourced Messungen sind denkbar
- Schnellere Anschlüsse (> 100 Mbit/s)
  - Installation von Probes
  - Zugriff auf Monitoring Systeme der ISP bzw. Veröffentlichung von Auswertungen der ISP



## QoE Anwendungsfall: Residential Kunden bei «schlechter User Experience» helfen

1. (Crowd Sourced) Speedtest Programm zur Eingrenzung von Engpässen
  - WLAN (Heimnetz) Problematik bewusst machen
  - Einflüsse auf dem Rechner identifizieren
  - Anschlussnetz Probleme aufzeigen und Verbesserungshilfen einblenden
2. ISP Helpdesk liefert Anschlussnetz-Daten
  - Auslastung des Anschlussnetzes
  - Vom ISP beim Anschlussnetz gemessene Datenraten (Monitoring Systeme der ISP)
3. Installation einer Probe beim Kunden
  - Debugging/Korrekturen durch ISP am Anschlussnetz
  - Debugging/Korrekturen durch Kunde und/oder «Helpdesks» im Heimnetz bzw. am Kundenrechner





# 6. Anhang





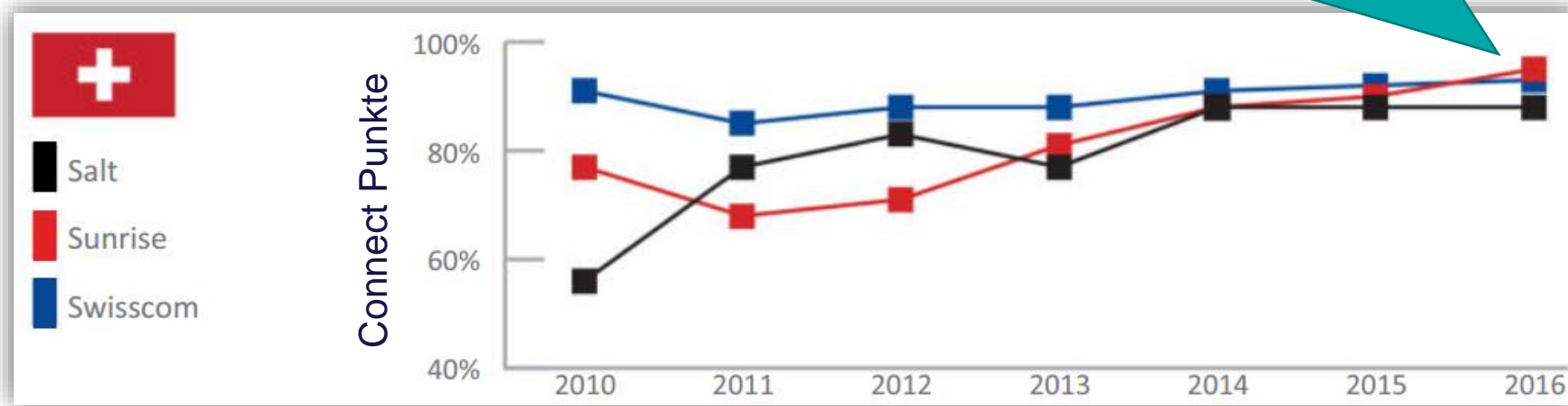
# Mobilnetz Performance Benchmarking



# Verkaufsargument «Speed» / «best Network»



Die Unterschiede werden immer geringer – man muss neue Unterscheidungsmerkmale suchen.



# Dass Ihr Mobile Anbieter im Durchschnitt gut ist, ist ja schön – aber wie sieht es für Ihren ganz privaten Anwendungsfall aus?



**Im Durchschnitt ist man mit 60 halb so schnell wie mit 20.**

Wir interessieren uns nicht für den Durchschnitt, wir interessieren uns für Sie. Deshalb fördern wir Ihre Gesundheit. Beispielsweise, indem wir uns an den Kosten eines Fitnessabos oder Yogakurses beteiligen.

Lassen Sie sich von uns beraten: Hier in der Agentur, per Telefon 0844 277 277 oder auf [www.css.ch](http://www.css.ch). **Ganz persönlich.**



**Im Durchschnitt fühlen sich 63% der Mitarbeitenden überlastet.**

Kein Unternehmen ist durchschnittlich. Deshalb bieten wir Ihnen massgeschneiderte Dienstleistungen. Wir helfen mit, die Gesundheit Ihrer Mitarbeitenden zu verbessern, Kosten und Absenzen zu reduzieren – und zu verhindern.

Lassen Sie sich von uns beraten: per Telefon 058 277 18 00 oder auf [www.css.ch/unternehmen](http://www.css.ch/unternehmen). **Ganz persönlich.**



## Was kümmert mich der Durchschnitt ...

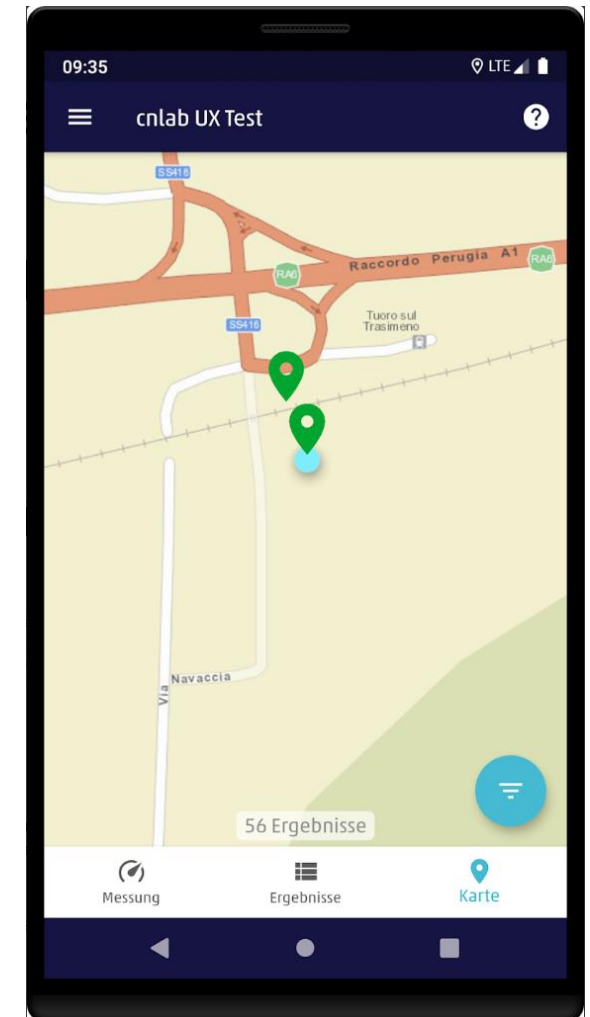
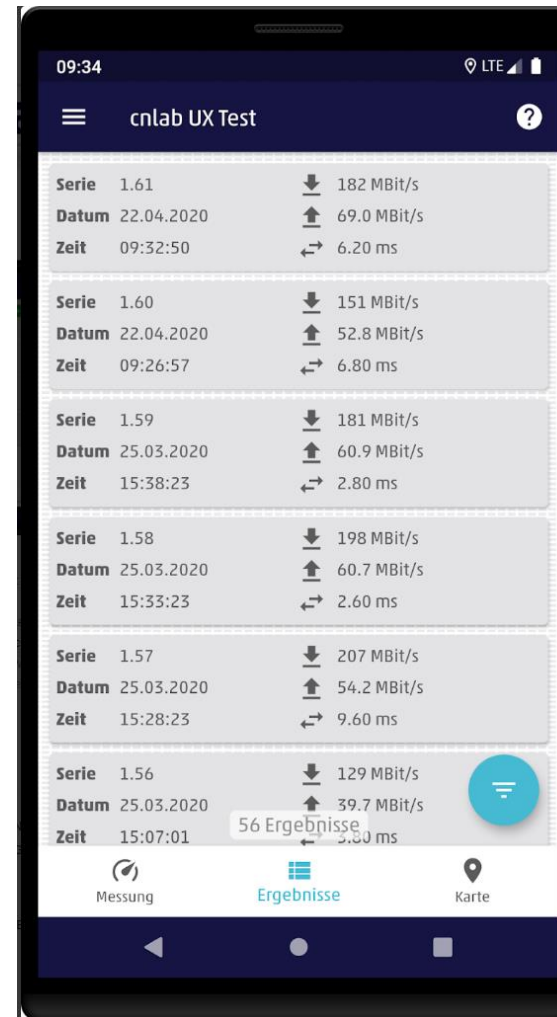
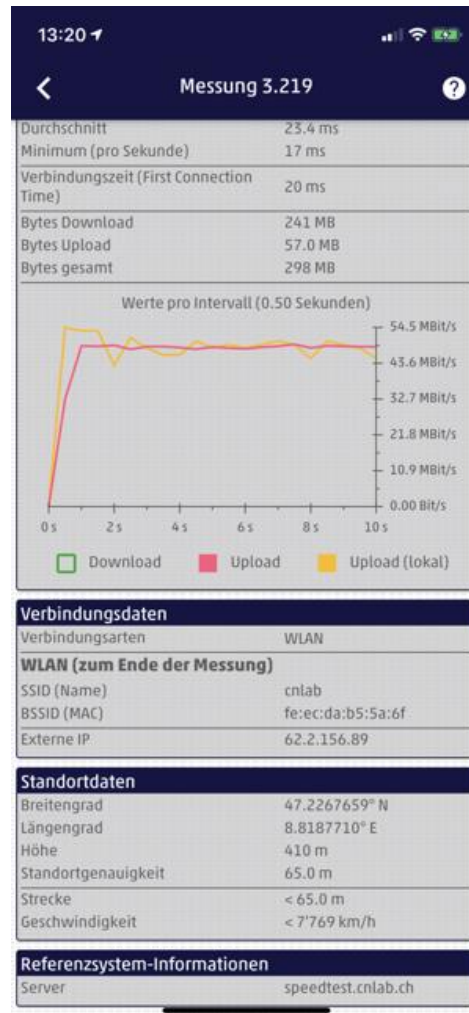
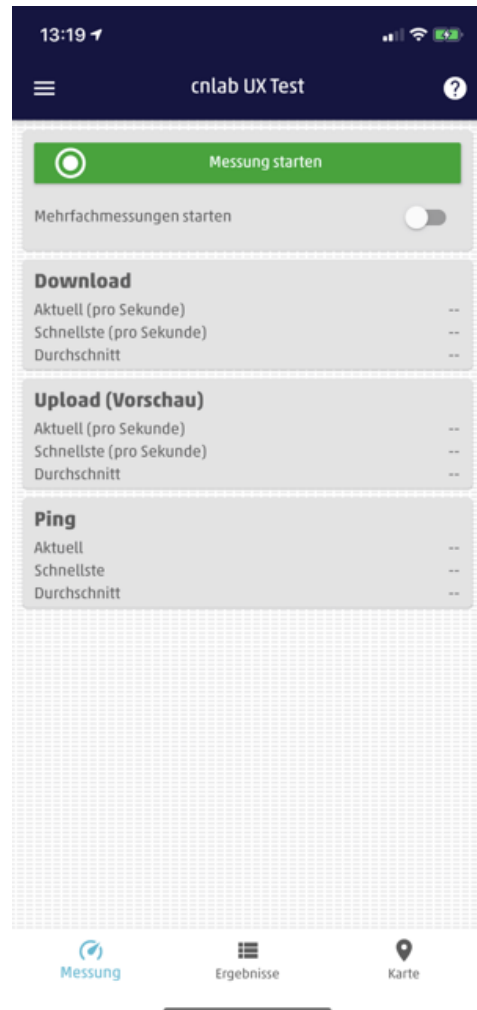


Ich will wissen, wie die Mobile Internetdienste ...

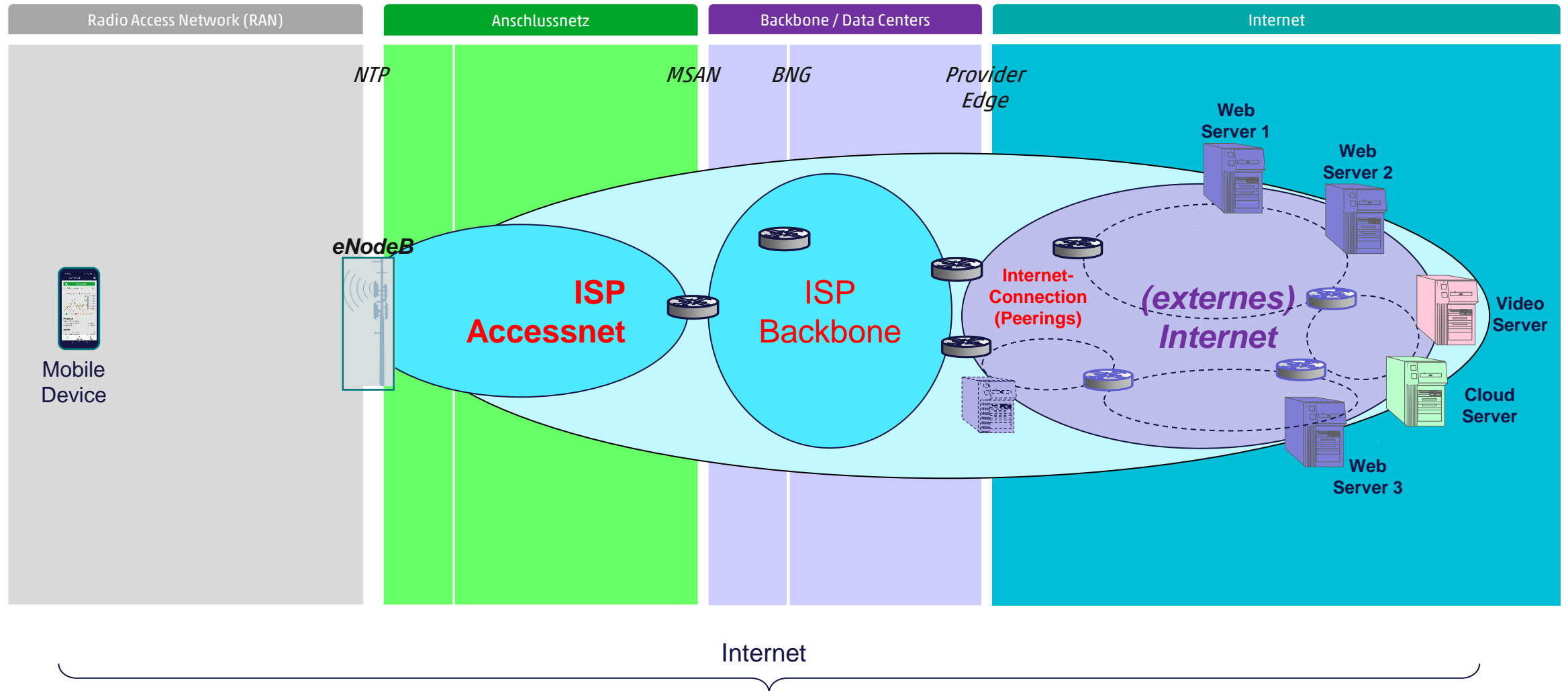
- dort funktionieren, wo ich wohne und unterwegs bin,
- mit meinem Smartphone und Tablet funktionieren,
- mit meinen häufig genutzten Anwendungen funktionieren.

Wir kümmern uns um Ihre Mobile Services an Ihrem Ort, in Ihrer Umgebung, mit Ihrem Smartphone und mit Ihren Anwendungen.

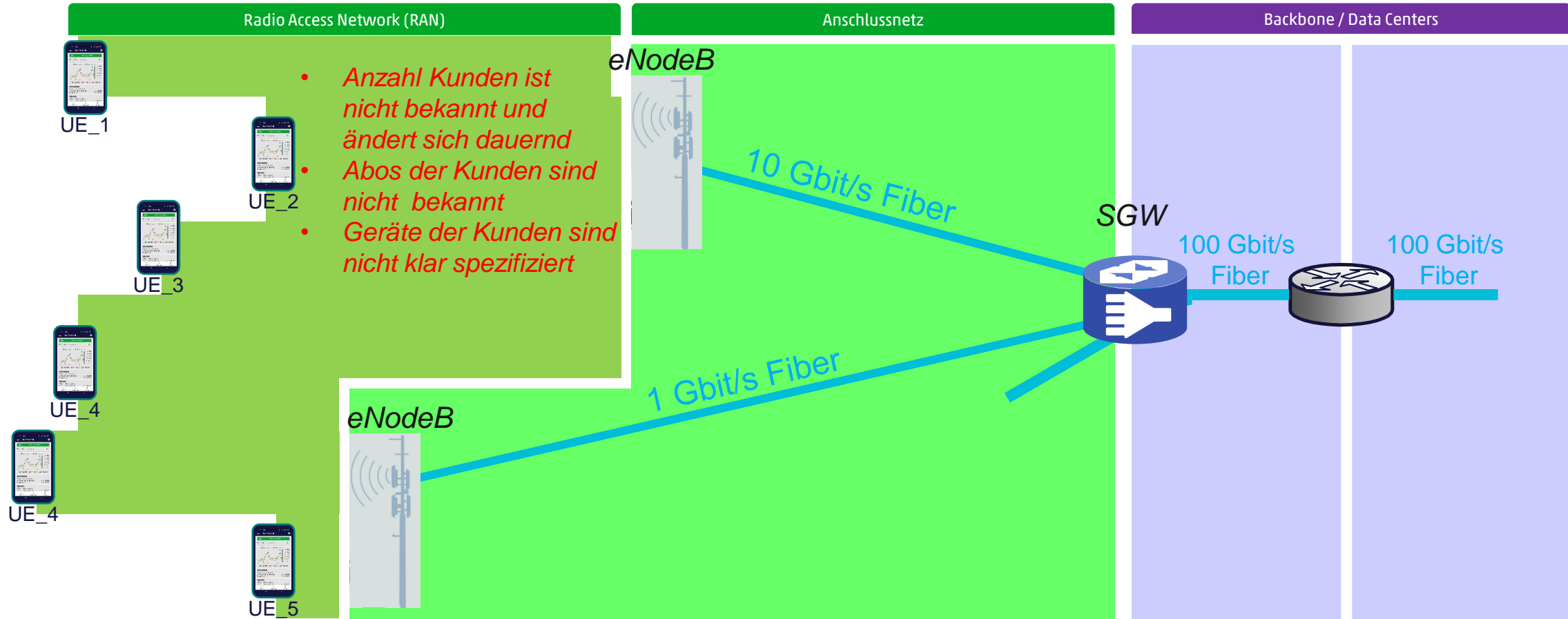
# Internet Access Benchmarking Services – Mobile/Tablet Apps (<1 Gbit/s)



# Was kann der "Internet Service Provider (ISP)" im Mobilnetz beeinflussen?

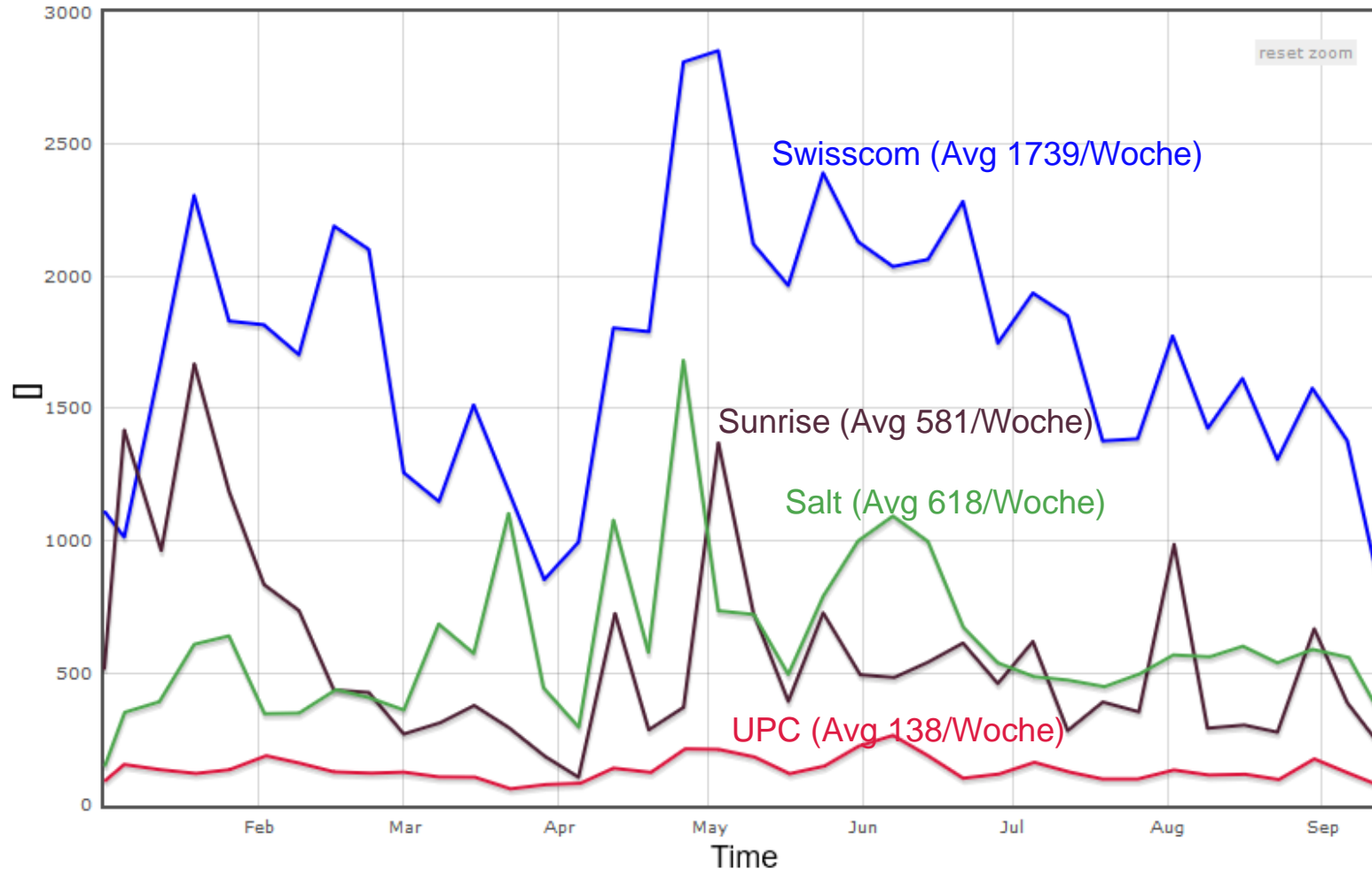


# Shared Access beim Mobilnetz: der ISP kann das Accessnet nicht kontrollieren





# Anzahl Mobile Speedtest Messungen nach Mobile Network Code (MNC)

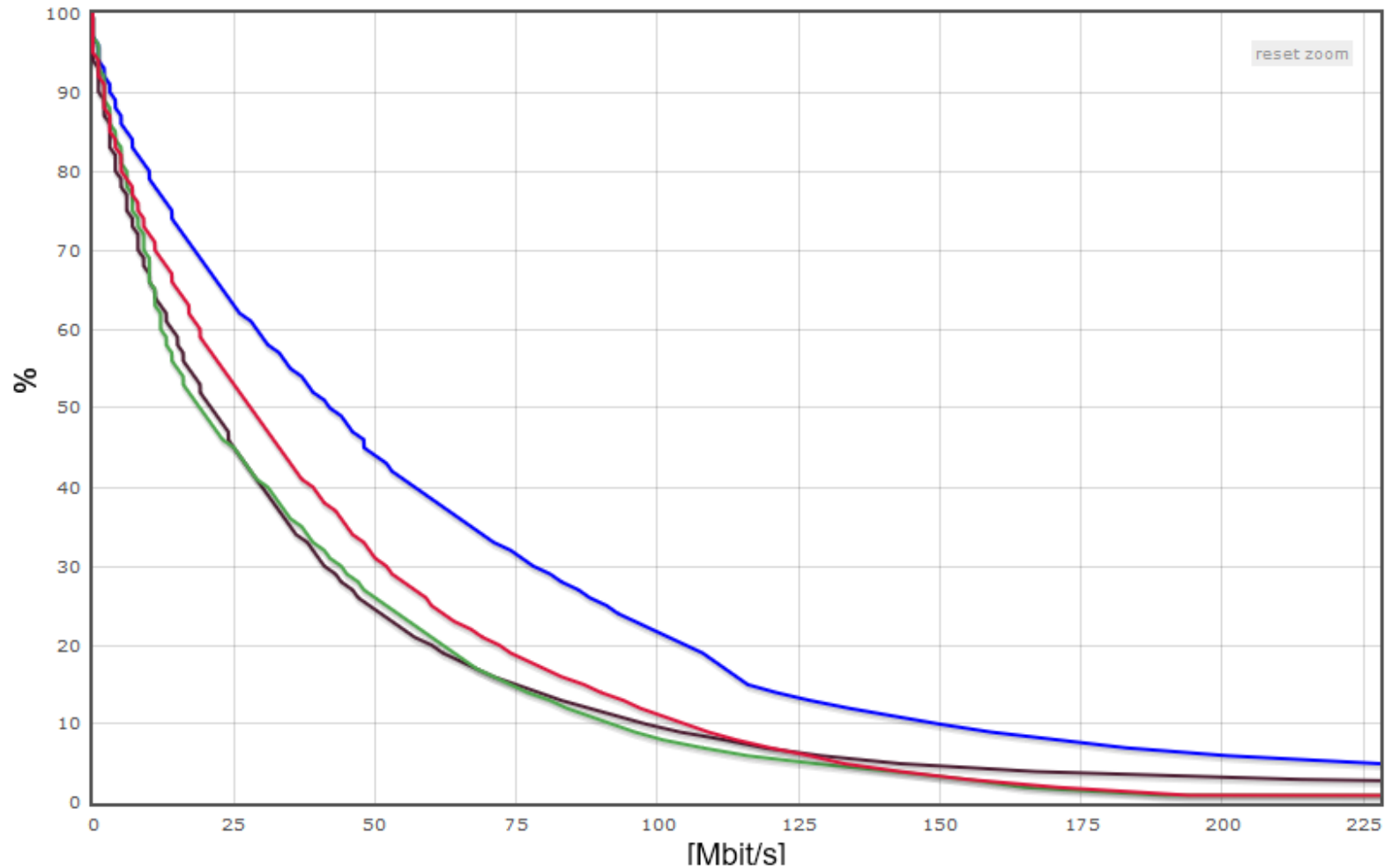


Während dem Lockdown wurden klar mehr Speedtests durchgeführt.

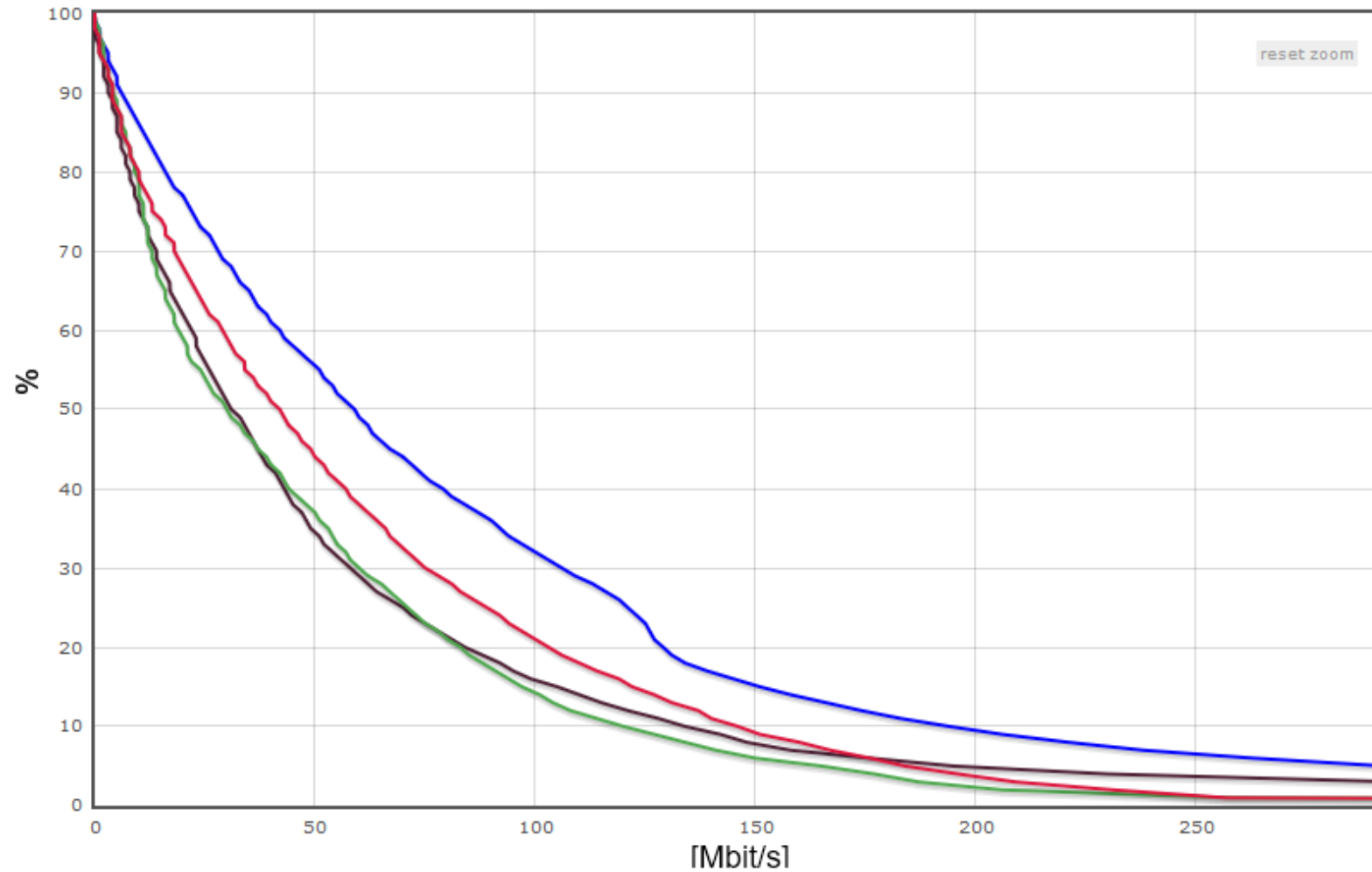
Total 113'794 Messungen mit 17'495 Geräten (Smartphones)  
6.5 Messungen pro Gerät

- 28.02.2020 neue iOS Version
- 22.04.2020 neue Android Version

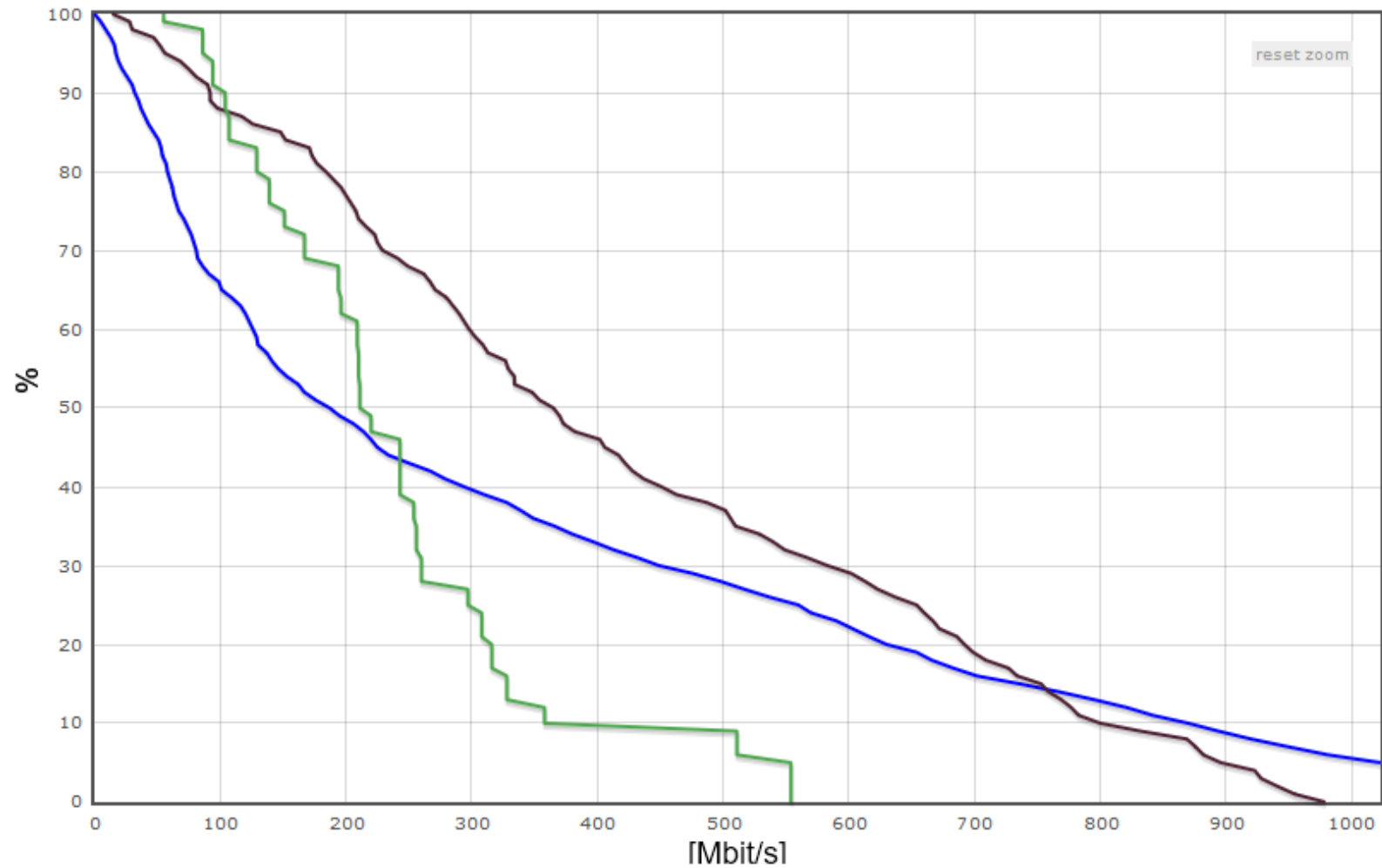
# Download AVG 01.01.2020 – 12.09.2020 für alle Mobiltechnologien



# Download FS 01.01.2020 – 12.09.2020 für alle Mobiltechnologien



# Download FS 01.01.2020 – 12.09.2020 für alle Mobil 5G(NR)





## Cnlab information technology ag

Gerne beantworten wir weitere Fragen auch «offline»:

Peter Heinzmann, Dr. sc. Techn., Prof. em. HSR, CTO cnlab itr ag [Peter.Heinzmann@cnlab.ch](mailto:Peter.Heinzmann@cnlab.ch) 055 – 214 3330

Eric Franke, Leiter cnlab Performance [Eric.Franke@cnlab.ch](mailto:Eric.Franke@cnlab.ch) 055 – 214 3337

Bei [www.cnlab.ch/performance](http://www.cnlab.ch/performance) finden Sie Downloads und Auswertungen zu den cnlab Speedtests



## Performance

Prof. Dr. Peter Heinzmann



Eric Franke



Lukas Frey



Daniel Zimmermann



Raphael Juchli



Patrick Eichler



- Performance Benchmarking
- Performance Analysis (Debugging/Consulting)
- Performance Stresstests (Load Tests)
- User Experience Monitoring and Alarming
  
- SW Development (Benchmarking Platforms, Mobile Apps, Outdoor Object Tracking, Traffic Monitoring)

## Security

Christian Birchler



Dr. Paul Schöbi



Stephan Verbücheln



Dr. Zuzana Trubini



Dr. Urs Wagner



Thomas Lüthi



René Vogt



Dominic Peisker



Stefan Kunz



- Applications, Devices, Network and Cloud Security Reviews (Architecture, Design, Processes, Operations)
- Penetration Testing
  
- Certificate course for operational data protection officers

# Performance

## Performance Engineering from the network to the end user

Function, operating comfort, graphical design, speed and availability decide on how internet applications are perceived. With the cnlab performance benchmarking systems, we help to improve the customer experience.

### Speedtest for crowd-sourced benchmarking

With the cnlab Speedtest, thousands of internet users use performance and user experience data for the quality of your network.

More

### User experience: monitoring and alarming

Our monitoring solutions continually check your web applications. You will receive an alarm without delay in case of failures.

- Mail monitoring
- Website monitoring
- Work flow and SLA monitoring

More

### Network performance: monitoring and alarming

Check and monitor your internet performance, your servers and your applications! We help ISPs, companies and organizations in systematic evaluation and monitoring of their internet applications.

More

### Load and stress test

We show where the performance limits of your systems are located and how your applications act in extreme load situations.

More

### Benchmarking Switzerland

cnlab has developed systems for recording and analysis of customer experience factors online since 1997.

What is the current situation in Switzerland? What do the telecommunications providers in your region do?

### Performance Wiki

Instructions and help on the following subjects will help you if you experience bad response times and data rates:

- cnlab Speedtest apps
- Home networks
  - Wireless LAN (WLAN, WiFi)
  - Powerline
  - Routers, switches
- Measuring methods

