

**Du:**

Was ist eine DELT-Messung bei VDSL?

**ChatGPT:**

Eine **DELT-Messung** (engl. *Dual End Line Testing*) bei **VDSL** ist ein **Diagnoseverfahren**, das zur **Fehlersuche und Leitungsanalyse** in Kupferleitungen dient – insbesondere bei bestehenden VDSL2-Anschlüssen. Sie wird **von beiden Enden der Leitung** durchgeführt: vom **DSLAM** (am Netz) und vom **CPE** (z. B. Router beim Kunden).

 **Was passiert bei einer DELT-Messung?**

- **Beide Geräte (DSLAM & Router)** senden spezielle Testsignale über die Leitung.
- Die Signale werden analysiert und die Messergebnisse übermittelt.
- So können Techniker die **Leistungsqualität genau bestimmen**, ohne die Verbindung zu trennen.

 **Was wird gemessen?**

- **Dämpfung pro Frequenzbereich** (*Hlog*)
- **Signal-Rausch-Verhältnis** (*SNR*)
- **Störpegel (Rauschen)** auf der Leitung
- **Maximale theoretische Datenrate** (Attainable Rate)
- Hinweise auf physikalische Störungen: z. B. Brückentap, Korrosion, Hochfrequenzstörer

 **Vorteile von DELT**

Vorteil	Beschreibung
 <b>Hohe Genauigkeit</b>	Da von beiden Seiten gemessen wird, sind die Ergebnisse präziser als bei einseitigen Tests (SELT).
 <b>Fernmessung möglich</b>	Techniker müssen <b>nicht vor Ort</b> sein – Messung läuft über das Netz.
 <b>Messung im Betrieb</b>	Die DSL-Verbindung bleibt aktiv – keine Unterbrechung nötig.
 <b>Gezielte Fehlersuche</b>	Spektrale Analysen zeigen, <b>wo auf der Leitung ein Problem vorliegt</b> .

 **Wann wird DELT verwendet?**

- Bei **Störungsmeldungen** (z. B. langsames Internet, Verbindungsabbrüche)
- Zur **Qualitätsprüfung** nach der Schaltung eines Anschlusses
- Für die **regelmäßige Überwachung** von Leitungen im Netzbetrieb
- Zur **Vorqualifizierung**, ob ein Anschluss Vectoring-fähig ist

---

 **Welche Geräte unterstützen DELT?**

- **DSLAMs** von z. B. Nokia, Huawei, Alcatel-Lucent
- **Diagnose-Tools** wie Viavi HST-3000, VeEX, Acterna
- Manche **Router** (z. B. Fritz!Box) zeigen Messwerte an, führen aber keine vollständige DELT aus

---

**Fazit:**

**DELT ist ein präzises, ferngesteuertes Messverfahren**, mit dem Netzbetreiber VDSL-Leitungen im Betrieb analysieren können. Es hilft, Störungen schnell zu lokalisieren – ohne Techniker-Einsatz beim Kunden.

Wenn du willst, kann ich dir auch zeigen, **wie ein DELT-Messprotokoll aussieht** oder wie du als Kunde Anhaltspunkte für Leitungsprobleme erkennen kannst.

**Du:**

DELT-Messprotokoll und diese Anhaltspunkte wären schon interessant ...

**ChatGPT:**

Sehr gerne! Hier findest du beides:

---

 **Beispiel eines DELT-Messprotokolls (vereinfacht)**

Ein vollständiges DELT-Protokoll kann je nach Gerät/Hersteller unterschiedlich aussehen. Hier ist ein typischer, verständlich aufbereiteter Auszug – z. B. vom DSLAM oder einem Profi-Messgerät:

>> DELT-Diagnosebericht (VDSL2 / G.993.2)

Datum: 2025-07-28

Anschluss-ID: 1234567890

Modem: Broadcom BCM63168 (CPE)

DSLAM: Huawei MA5616

--- LEITUNGSPARAMETER -----

Hlog (Dämpfung):

- 0–1 MHz: 7.2 dB

- 1–8 MHz: 16.5 dB

- 8–17 MHz: 24.3 dB

- 17–30 MHz: 29.8 dB

SNR (Signal-Rausch-Abstand):

- Minimal (Worst case): 6.8 dB

- Durchschnitt: 11.2 dB

Attainable Rate:

- Downstream: 82.300 kbit/s
- Upstream: 28.400 kbit/s

Störungen / Besonderheiten:

- Erhöhter Noise Floor im Bereich 3–6 MHz
- Vermutete Brückentap bei ca. 450 m Entfernung
- Kein Power Back-Off aktiv
- Vectoring: Aktiv

--- INTERPRETATION -----

- ▶ Leitung ist grundsätzlich synchronisierbar (Profil 17a)
- ▶ Performance eingeschränkt durch Dämpfung und Störung im Mittenband
- ▶ Empfehlung: Leitungsprüfung vor Ort, möglicher Störer im Hausnetz

---

### **Typische Anhaltspunkte für Probleme – auch für Endnutzer erkennbar**

Auch ohne professionelles DELT kannst du mit einem **Router mit DSL-Statistiken** (z. B. Fritz!Box, DrayTek, Zyxel) Hinweise auf Probleme sehen. Hier die wichtigsten:

#### **1. Hohe Dämpfungswerte**

→ Hlog > 20 dB schon bei 8 MHz = möglicherweise zu lange Leitung oder beschädigte Kupferadern

 *Abhilfe:* Techniker zur Dämpfungsprüfung beauftragen

#### **2. Niedriges SNR (<6 dB)**

→ Schlechte Leitungsqualität oder starke Störungen

 *Folge:* Abbrüche, Schwankungen, schlechte Performance

#### **3. Viele CRC-/FEC-Fehler**

→ Das Modem muss viele Paketfehler korrigieren → Zeichen für instabile Verbindung

 *Lösung:* DSL-Anschluss neu synchronisieren lassen, ggf. Hausverkabelung prüfen

#### **4. Störspitzen im Frequenzspektrum**

→ Erkennbar in Spektralanzeigen von DELT oder über Tools wie DSLstats

 *Ursache:* PLC-Geräte, defekte Netzteile, Funkstörungen

#### **5. Starke Schwankung der „Attainable Rate“**

→ Wenn sich die maximal mögliche Datenrate stark verändert, liegt oft eine **temporäre Störung** vor (z. B. benachbarter Anschluss mit hoher Crosstalk-Belastung)

**Du:**

Ganz unabhängig von Hlog ist es doch so, dass in jedem Träger ein Mindest-Rauschabstand von sagen wir 6 dB herrschen muss. Wenn also jeder einzelne Träger Kennzahlen liefern würde, sehen wir doch, was los ist. Es würden sogar aggregierte Werte genügen.

**ChatGPT:**

Genau – das ist **völlig richtig gedacht** und technisch sehr treffend formuliert. Ich erkläre es etwas ausführlicher für die Einordnung:

 **Grundprinzip – Mindest-SNR pro Träger**

Im VDSL-System basiert die Datenübertragung auf **DMT (Discrete Multi-Tone Modulation)**. Dabei wird das gesamte Frequenzspektrum (z. B. bis 17 MHz oder 35 MHz je nach Profil) in **viele schmale Träger (Subcarriers)** aufgeteilt – typischerweise 4,3125 kHz breit.

Für **jeden einzelnen Träger** (z. B. Träger 0, 1, ... 4095) gilt:

- Es wird **nur dann Daten** übertragen, wenn der **Signal-Rausch-Abstand (SNR)** groß genug ist.
- Ein **Mindestwert von etwa 6 dB** (oft sogar 6,5–9 dB, abhängig vom verwendeten Codec & Margin) ist notwendig, damit ein Träger stabil arbeiten kann.
- Je höher der SNR, desto mehr Bits kann man pro Träger modulieren (bis zu 15 Bits pro Symbol mit VDSL2).

 **Was bedeutet das für die Diagnose?**

Du hast absolut recht:

Wenn wir **SNR-Werte pro Träger (oder als aggregierte Darstellung)** haben, ist das **sehr aussagekräftig**:

- **Einzelne Einbrüche** im SNR-Spektrum → Lokalisierbare Störer in Frequenz oder Kabellänge
- **SNR-Margin-Verlauf** → Aussagen über Stabilitätsreserven
- **Trägerlücken (Nullbits)** → zeigen auf, wo der Kanal gestört oder zu schwach ist
- **Aggregierte SNR-Statistik (Min/Avg/Max)** → genügt oft für schnelle Einschätzung

Beispiel:

**Trägerbereich Frequenz (MHz) SNR (dB) Nutzung**

0–100	0–0.4	25 dB	✓ volle Bits
100–800	0.4–3.5	16 dB	✓ hohe Nutzung
801–1500	3.5–6.5	7 dB	✓ grenzwertig
1501–2000	6.5–8.5	3 dB	✗ deaktiviert

 In diesem Fall wäre **ab 6,5 MHz** der Kanal so verrauscht oder bedämpft, dass die Träger **nicht mehr genutzt werden**, auch wenn Hlog theoretisch noch brauchbar wäre.

 **Fazit:**

Du hast den Punkt exakt erkannt:

**Selbst ohne Hlog oder andere physikalische Messwerte kann eine gute SNR-Verteilung pro Träger oder aggregiert ausreichen, um die Leitungsqualität und Störungen zuverlässig einzuschätzen.**

Gerade **DELT** (oder Tools wie DSLstats, Broadcom API, AVM-Telnet) bieten diese Daten sehr detailliert – was extrem hilfreich ist bei echter Fehlersuche.

Wenn du willst, kann ich dir ein Beispiel-Spektrum (SNR vs. Trägernummer) als Grafik simulieren – zum besseren Verständnis.

**Du:**

Ich suche eher nach einem Maschinen lesbaren Protokoll. Hast du da etwas?

**ChatGPT:**

Ein **maschinenlesbares DELT-Messprotokoll** ist ideal für automatisierte Auswertung, Monitoring-Systeme oder Integration in Analytics-Tools.

---

## Möglichkeiten und Formatquellen

### 1. ITU-T G.996.2 MIB / Management Interface

Das ITU-T Standarddokument **G.996.2** definiert das DELT-Verfahren inklusive eines kompatiblen **Management Information Base (MIB)** für SNMP-basierte Fernüberwachung. Damit lassen sich Messdaten standardisiert als strukturierte Tabellenwerte abfragen – ideal für automatisierte Systeme oder OSS/NMS-Plattformen [Google Patente+4ITU+4ITU+4](#).

Diese MIB beinhaltet typischerweise:

- **Per-Subcarrier-Werte:** Hlog, QLN (Quiet Line Noise), SNR, ggf. HLIN
- **Aggregate Werte:** minimaler / durchschnittlicher / maximaler SNR, Dämpfungsbereiche
- **Leitungsdiagnose-Indikatoren:** Attainable Rate, Fehlerzählung, Profilstatus, Auslastungskennzahlen

### 2. Hersteller-CLI / „diagnostics DELT“-Interfaces

Bei DSLAMs oder Routern (z. B. Cisco IOS XE mit Catalyst SD-WAN VDSL-Controller) existiert der CLI-Befehl `diagnostics DELT`, der ein nicht interaktives maschinenlesbares Reporting erzeugt, das direkt zur weiteren Verarbeitung geeignet ist [Controlassia-inc.com+21Library+2Cisco](#). Schema etwa:

```
diagnostics DELT
```

```
subcarrier {id} HLOG={dB} QLN={dB} SNR={dB}
```

```
...
```

```
summary attainable-down={...} attainable-up={...} snr-min={...}
```

Je nach Hersteller gibt's auch XML/JSON-Ausgaben über REST- oder Netconf/XML-APIs (vor allem bei neueren VDSL2-Systemen).

### 3. Assia / Drittanbieter-Whitepaper

Dienstleister wie **Assia** beschreiben in ihren technischen Papern, dass moderne Netz-Managementssysteme **DELT-, SELT- und MELT-Ergebnisse** automatisiert kombinieren – häufig in **JSON- oder CSV-ähnlichen Formaten** zur weiteren Fehleranalyse oder Visualisierung [assia-inc.com](#).

---

## Beispiel: Einfaches, hypothetisches JSON-Protokoll

```
{  
  "timestamp": "2025-07-28T10:15:00Z",
```

```
"line_id": "1234567890",
"hlog": { "range1_0_1MHz": 7.2, "range8_17MHz": 24.3 },
"snr": { "min": 6.8, "avg": 11.2 },
"attainable": { "down_kbps": 82300, "up_kbps": 28400 },
"subcarriers": [
  { "id": 0, "freq": 0.0, "hlog": 7.0, "qln": -55.2, "snr": 25.3 },
  { "id": 1, "freq": 0.0043125, "hlog": 7.1, "qln": -54.8, "snr": 24.9 }
  // ...
],
"notes": [
  { "type": "qln_spike", "freq": 4.5, "description": "Noise peak" },
  { "type": "interop_issue", "detail": "Vectoring enabled" }
]
}
```

So ein Format ist ideal lesbar durch Programme oder Skripte (Python, jq, Bash, etc.).

### Interpretation und Tools zur Nutzung

- **SNMP-Polling** über die G.996.2-MIB: direkt in Monitoring-Systeme wie Nagios, Zabbix oder SMNP-basierte DSL-Checker integrierbar.
- **CLI-Parsing:** Ergebnisse von diagnostics DELT mithilfe von Regex-Parsing in automatisierte Reports umwandeln.
- **CSV-/JSON-Exports:** Viele OSS-Tools bieten direkte Exporte zur Weiterverarbeitung, oft mit Subcarrier-Daten in Tabellenform (z. B. carrier\_id, hlog, snr, qln).

### Fazit

Form	Standard / Quelle	Vorteile
<b>SNMP + MIB (G.996.2)</b>	ITU-T Recommendation	Standardisiert, automatisierbar, kompatibel mit OSS
<b>CLI-Ausgabe (diagnostics DELT)</b>	Hersteller-spezifisch z. B. Cisco	Direkt verfügbar, skriptbar
<b>JSON/CSV-Export</b>	Drittanbieter / OSS (Assia etc.)	Leicht verarbeitbar, ideal für Dashboards

Wenn du mir sagst, welches Gerät oder welche Plattform du verwendest, kann ich dir ein konkretes Beispiel oder Template zeigen – z. B. SNMP-OID-Liste aus G.996.2 oder Beispiel-CLI-Ausgabe.

### **Du:**

Wenn mal ein Frequenzeinbruch ist. Dann sind ja Träger in diesem Bereich auch gesperrt. Dann ist die Attainable rate insgesamt reduziert. Alles richtig so weit, oder? Wieviel Prozent Abweichung sind denn wohl unschädlich?

### **ChatGPT:**

Ja – deine Überlegungen sind **technisch absolut korrekt**. Lass uns das Schritt für Schritt durchgehen:

### Was passiert bei einem Frequenzeinbruch?

Ein **Frequenzeinbruch** (z. B. durch Störung, schlechte Leitung, Brückentap, Hochfrequenzstörer) bedeutet:

1. **Mehrere benachbarte Träger** (z. B. Träger 500–700) im betroffenen Frequenzbereich haben zu schlechten SNR-Wert (unter z. B. 6 dB).
2. Diese Träger werden vom Modem **automatisch deaktiviert** oder **nur minimal (z. B. mit 1–2 Bits) genutzt**.
3. Dadurch sinkt die **Attainable Rate** – also die maximal mögliche Datenrate bei idealer Codeauslastung.

 **Beispiel:**

**Frequenzbereich Anzahl Träger Problem? Wirkung**

0–3 MHz	600	✗ nein	gute Nutzung
3–6 MHz	600	✓ ja	80% der Träger unbrauchbar
6–12 MHz	1000	✗ nein	volle Nutzung

→ Folge: Attainable Rate fällt z. B. von **92 Mbit/s auf 76 Mbit/s**.

**? Wieviel Abweichung ist „unschädlich“?**

**Technisch:**

- **±5–10 % Abweichung** zwischen „attainable“ und „aktuell synchronisierter“ Rate ist **normal** – z. B. durch Crosstalk, dynamische Störungen oder DLM-Profil.
- Ein Abfall von **15–20 %** ist **auffällig**, aber **nicht unbedingt kritisch**, wenn keine CRC/FEHLER auftreten.
- Mehr als **25–30 % Abweichung** → oft Hinweis auf ein konkretes Problem:
  - Frequenzloch
  - Störer
  - Hausverkabelung
  - Fehlanpassung / Terminierung

**Aus Netzbetreibersicht (z. B. Deutsche Telekom, Swisscom, BT Openreach):**

**Abweichung attainable vs. sync Bewertung**

< 10 %	Unkritisch – „im Toleranzbereich“
10–20 %	„Leitungsreserven auffällig reduziert“, beobachten
> 20–25 %	Verdacht auf physikalisches Problem
> 30 %	<b>Fehlermeldung auslösen</b> (z. B. DLM-Flag, Ticket)

 **Faustformel:**

Wenn deine Leitung im **DELT-Test 20 % oder mehr unter der theoretisch möglichen Rate** liegt (für das gebuchte Profil), und die Differenz **nicht durch DLM, Vectoring oder Margin erklärt** ist, dann ist das **diagnostisch relevant**.

---

### 💡 Was du konkret tun kannst

- Prüfe regelmäßig:
  - Attainable Rate vs. Sync Rate
  - Fehlerzähler (CRC, ES, SES)
  - Hlog- und SNR-Lücken
- Einmalige Schwankungen? → ignorierbar.
- Dauerhafte Einbrüche in Frequenz & Attainable? → **Hausverkabelung, Störer, Leitung prüfen lassen**

---

Wenn du willst, kannst du mir deine DSL-Werte (Attainable, Sync, Profil, Spektrum) posten – ich sag dir, ob's in einem akzeptablen Rahmen liegt oder auffällig ist.

### Du:

Der Zustand Synchron, worauf bezieht der sich bei DSL genau?

### ChatGPT:

Sehr gute Frage – denn der Begriff „**Synchron**“ wird bei **DSL** (z. B. VDSL2, ADSL2+) oft verwendet, aber selten präzise erklärt. Hier ist die **technisch genaue Bedeutung**:

---

### ✅ Was bedeutet „Synchron“ bei DSL?

Der Zustand „**Synchron**“ (auch „**Showtime**“ genannt) bedeutet:

Das **Modem (CPE)** und der **DSLAM (Netzseite)** haben einen **funktionierenden physikalischen Link** über die DSL-Leitung aufgebaut – inklusive erfolgreicher Aushandlung aller Parameter.

---

### ⚙️ Technisch: Synchron bedeutet, dass...

1. **Träger und Frequenzen wurden erkannt und belegt** (Träger-Mapping abgeschlossen).
2. **SNR-Messung wurde durchgeführt** → Bitverteilung über Subcarrier ist berechnet.
3. **Fehlerkorrekturparameter (INP, G.INP, Interleaving, FEC)** wurden ausgehandelt.
4. **Protokollebene (framing)** ist aktiv → es können Daten über ATM/PTM übertragen werden.
5. Das DSL-Modem meldet „**DSL ist verbunden**“, mit:
  - Modulationsart (z. B. VDSL2 Annex B, Profil 17a)
  - Up-/Downstream-Geschwindigkeit (Synchronisationsrate)
  - Latenztyp (FastPath / Interleaved)
  - DSLAM-ID (häufig im Protokoll)

---

### ● Typischer Ablauf: Verbindungsaufbau (vereinfachter Stack)

markdown

Kopieren Bearbeiten

1. Training → Leitungsmessung (Hlog, SNR, etc.)
2. Analysis → Bitloading und Profil-Abstimmung
3. Exchange → Parametervereinbarung (INP, Vectoring, Sync-Rate)
4. ShowTime (Sync) → Datenübertragung möglich, DSL ist „synchronisiert“

**Nur wenn alle Schritte erfolgreich sind**, wird der Zustand „**synchron**“ erreicht. Sonst bleibt das Modem im Status „Training“ oder „kein DSL-Signal“.

---

### **Wichtiger Unterschied: Sync ≠ Internet**

Ein DSL-Modem kann **synchron sein**, auch wenn du **keine Internetverbindung** hast. Gründe dafür:

- PPPoE-Fehler
- VLAN/Router-Konfig-Problem
- Authentifizierung fehlgeschlagen

---

### **Zusammenhang mit Attainable Rate**

- Wenn die Leitung **synchron ist**, hat sie eine **konkrete Sync-Rate** (z. B. 76 Mbit/s Down, 27 Mbit/s Up).
- Parallel dazu berechnet das Modem die **Attainable Rate** (z. B. 89 Mbit/s Down), also:

„Wie viel wäre auf dieser Leitung maximal möglich gewesen, wenn wir optimal synchronisiert hätten?“

---

### **Praktisch heißt „Synchron“ also:**

<b>Bedeutung</b>	<b>Ja / Nein</b>
Leitung ist physikalisch OK?	✓ Ja
Modem hat Parameter ausgehandelt?	✓ Ja
DSL-Protokoll läuft (Layer 1/2)?	✓ Ja
Datenverbindung zum Internet aktiv?	✗ Nicht unbedingt

---

**Du:**

Danke nein, aber sehr gut erklärt

**ChatGPT:**

Gerne – freut mich, dass die Erklärung hilfreich war! Wenn du irgendwann tiefer einsteigen willst (z. B. G.Vector, Bitloading-Diagramme, G.INP-Verhalten oder DLM-Zustände), sag einfach Bescheid.

Viel Erfolg bei deiner DSL-Diagnose – du hast schon ein ziemlich gutes Verständnis dafür.

**Du:**

Wird die Synchronisation regelmäßig überprüft?

**ChatGPT:**

Ja, **die DSL-Synchronisation wird dauerhaft überwacht** – sowohl vom **Modem selbst** als auch oft **vom Netzbetreiber**. Hier ist, was genau passiert:

### 1. Was bedeutet „Überprüfung“ der Synchronisation?

- Das bedeutet **nicht**, dass regelmäßig neu synchronisiert wird.
- Sondern: Das Modem **überprüft permanent**, ob die Synchronisation **noch stabil** ist, also:
  - Die Verbindung besteht ohne Unterbrechung.
  - Die **Fehlerrate** (FEC, CRC, ES etc.) bleibt im Toleranzbereich.
  - Die Leitungseigenschaften (SNR, Bitloading) verändern sich nicht drastisch.

Wenn bestimmte Schwellenwerte überschritten werden, **löst das Gerät oder das Netz eine Neusynchronisation (Resync)** aus – entweder sofort oder nach mehreren Minuten.

### 2. Wann wird eine neue Synchronisation ausgelöst?

Auslöser	Beschreibung
 <b>Verbindungsabbruch</b>	Wenn die DSL-Trägersignale instabil werden (z. B. SNR < 3 dB)
 <b>Starke Störungsspitzen</b>	z. B. PLC-Störer, Elektromotoren, kaputtes Netzteil
 <b>Fehlerschwellen überschritten</b>	z. B. >1000 CRC/Minute oder >30 ES in 15 Minuten
 <b>DLM-System (Dynamic Line Management)</b>	Providerseitiges System, das automatisch Leitungsparameter anpasst
 <b>Regelmäßiger Neustart / Watchdog</b>	Einige Modems oder DSLAMs starten nach X Tagen neu (z. B. 15–30 Tage Uptime)

### 3. Wie überprüft das Modem die Verbindung genau?

Moderne Modems (z. B. Broadcom-Chips in Fritz!Box, Zyxel, etc.) beobachten u. a.:

- **DSL-Sync-Zustand** (Layer 1 – dauerhaft aktiv)
- **SNR-Margin** (Reserve – sollte stabil bleiben)
- **Bitfehlerrate** (CRC, FEC, SES)
- **Bitloading pro Träger**
- **Impulse Noise Protection (INP) Trigger**
- **Line Uptime** – Dauer ohne Resync

Diese Werte sind über **TR-069, Web-UI oder Telnet** abrufbar.

#### 4. Providerseitige Überwachung

Große Netzbetreiber (z. B. Telekom, Swisscom, BT) setzen **automatisierte Systeme** ein:

- **DLM (Dynamic Line Management):** beobachtet die Leitung rund um die Uhr
- Reagiert auf:
  - häufige Resyncs
  - Fehlerhäufungen
  - SNR-Verluste
- **Ergebnis:**
  - Dämpfung der Leitungskapazität
  - Änderung von Interleaving / INP-Werten
  - Anstoß zur Technikerprüfung

---

#### Kurz gesagt:

Die Synchronisation wird **kontinuierlich passiv überwacht** – und **aktiv neu aufgebaut**, wenn ein Abbruch, Fehlersturm oder kritischer Zustand erkannt wird.

---

Wenn du möchtest, kann ich dir ein einfaches Skript oder Beispiel zeigen, **wie du deine Sync-Stabilität über Tage aufzeichnen kannst** (z. B. mit Fritz!Box-Export, DSLstats oder RRDTool).

#### **Du:**

Aus Interesse: Gehört der Sync-Zustand zu OSI Layer 1 oder 2?

#### **ChatGPT:**

Sehr gute Frage – und ein bisschen trickreich, weil DSL nicht ganz sauber ins klassische OSI-Modell passt. Aber technisch klar:

---

#### **Der DSL-Synchronisationszustand gehört zum OSI-Layer 1 (Physikalische Schicht).**

#### **Warum?**

- Die **Synchronisation (Sync)** stellt die **Grundlage für die Bitübertragung** dar.
- Es geht um:
  - **Trägersignal erkennen**
  - **Frequenz- und Zeitabgleich**
  - **Bitloading je Träger**
  - **Symboltakt-Synchronität**
- Solange keine Synchronisation besteht, kann **kein Bit** sicher übertragen werden – also ist Layer 1 „down“.

---

#### **Was gehört zu Layer 1 im DSL-Kontext?**

Funktion	Layer
Leitungsmessung (Hlog, SNR)	1
Synchronisation / Modem-Training	1
DMT-Modulation / Bitverteilung	1
G.Vector, G.INP (physisch wirksam)	1
Trägerzuweisung (Subcarriers)	1

### Was ist dann Layer 2?

- Sobald **Layer 1 „synchron“** ist, wird **Layer 2 aktiviert** – im DSL-Kontext meist:

Protokoll	Layer	Zweck
ATM / PTM (Packet Transfer Mode)	2	Rahmenbildung, Fehlerschutz
PPPoE / PPPoA	2–2.5	Authentifizierung, Session
VLAN-Tagging (802.1Q)	2	Trennung von Diensten (z. B. Internet, VoIP)

### Merksatz:

**„Synchron“ heißt: Layer 1 steht.**

Erst danach kann Layer 2 (z. B. PPPoE, VLAN) Datenrahmen aufsetzen.

Wenn du tiefer einsteigen willst: DSL orientiert sich eher an einem **transceiverbasierten Stack (ITU G.994.1, G.993.2)** als am reinen OSI. Aber OSI bleibt als Denkmodell nützlich – und in diesem Fall eindeutig: **Sync ist Layer 1.**

### **Du:**

Es gibt ja MELT und DELT als Messungen in MSAN Anschlüssen. Ist der Sync-Status Teil der DELT-Messung?

### **ChatGPT:**

Ja, **der Synchronisationsstatus ist ein zentraler Bestandteil der DELT-Messung** – allerdings mit etwas Kontext:

### Was ist DELT?

**DELT = Dual End Line Testing**, definiert z. B. in ITU-T G.996.2

Wird verwendet zur **diagnosefreien Leitungsprüfung, während die Verbindung aktiv ist** – also **non-intrusiv, ohne den Sync zu verlieren**.

Typisch bei **VDSL2 MSANs / DSLAMs**, etwa von Huawei, Nokia (ehemals Alcatel-Lucent), Adtran, etc.

### Enthält DELT den Sync-Zustand?

 Ja – in zwei Weisen:

**1. Voraussetzung für DELT: Die Leitung ist synchron.**

- DELT funktioniert nur, **wenn eine DSL-Synchronisation bereits besteht.**
- Der „Sync-Status“ selbst (Up/Down, Rate, Profil, Margin) ist Teil der Auswertung.

**2. Teil des DELT-Protokolls:**

- DELT erfasst:
  - Synchronisationsstatus (besteht Sync, seit wann?)
  - Sync-Rate (aktuelle Datenrate)
  - SNR Margin
  - Fehlerzähler (CRC, SES, etc.)
  - Bitloading pro Träger
  - Inaktive Träger (→ Frequenzlöcher)
  - Attainable Rate (Vergleich zur tatsächlichen Sync-Rate)

→ Diese Daten sind oft Bestandteil der **G.997.1-Parameter**, auf denen DELT aufsetzt.

**🚫 Unterschied zu MELT**

Merkmal	MELT (Metallic Line Test)	DELT (Dual End Line Test)
Physikalisch, spannungsbasiert	✅ Ja	❌ Nein (logisch, modembasiert)
Auch ohne angeschaltetes Modem	✅ Ja	❌ Nein
Braucht aktiven DSL-Link	❌ Nein	✅ Ja
Misst Dämpfung, Kurzschluss etc.	✅ Ja	❌ Nur indirekt
Liefert Sync-Status?	❌ Nein	✅ Ja

**🧠 Fazit:**

**Ja, der Sync-Zustand ist integraler Bestandteil der DELT-Messung.**

Ohne Sync kein DELT – und DELT liefert u. a. Synchronisationsrate, Margin, Trägernutzung und Fehlerraten. Es ist damit ein zentrales Diagnoseinstrument bei bestehender Verbindung.

Wenn du magst, kann ich ein typisches DELT-Messprotokoll (als XML/JSON-Schema oder Beispielauszug) zeigen, wie es z. B. ein Huawei MSAN liefern würde.

**Du:**

Ja gerne

**ChatGPT:**

Hier ist ein **typisches Beispiel eines maschinenlesbaren DELT-Messprotokolls** im JSON-Stil, wie es im Rahmen von ITU-T G.996.2-basierten Systemen (z. B. von Huawei MSANs oder anderen DSLAM-Modellen) aussehen könnte:

**📄 Beispiel: DELT-Messprotokoll (JSON)**

```

{
  "timestamp": "2025-07-29T12:00:00Z",
  "line_id": "MSAN123-port45",
  "sync": {
    "status": "up",
    "down_kbps": 76200,
    "up_kbps": 28400,
    "profile": "17a",
    "snr_margin_down_dB": 6.5
  },
  "attainable": {
    "down_kbps": 89000,
    "up_kbps": 30000
  },
  "summary": {
    "snr_min_dB": 5.8,
    "snr_avg_dB": 11.2,
    "snr_max_dB": 18.4
  },
  "subcarriers": [
    { "id": 0, "freq_Hz": 0, "hlog_dB": 7.2, "qln_dB": -55.1, "snr_dB": 25.3 },
    { "id": 500, "freq_Hz": 2150000, "hlog_dB": 15.8, "qln_dB": -48.4, "snr_dB": 3.2 },
    { "id": 501, "freq_Hz": 2154312.5, "hlog_dB": 16.1, "qln_dB": -47.9, "snr_dB": 3.0 }
    // ...
  ],
  "notes": [
    {
      "type": "frequency_notch",
      "start_freq_Hz": 2150000,
      "end_freq_Hz": 2360000,
      "description": "SNR < 6 dB – Träger deaktiviert"
    }
  ]
}

```

#### Elemente im Detail:

- **sync** enthält den aktuellen **Synchronisationsstatus**: bestehende Verbindung, Sync-Rate, Profil und Margin.
- **attainable** spiegelt die maximal mögliche Rate wider – ideal zur Bewertung, wie weit die Verbindung unter den Möglichkeiten liegt.
- **summary** zeigt aggregierte SNR-Werte (Min, Max, Mittelwert) für eine schnelle Übersicht.
- Die **subcarriers**-Liste enthält pro Träger Daten wie Frequenz, Dämpfung (Hlog), Eigenrauschen (QLN) und SNR.
- **notes** markieren auffällige Bereiche, z. B. Frequenzlöcher, in denen der SNR unter die Grenzwelle gefallen ist.

Solch ein Format ist **typisch verarbeitet durch Netzwerkmanagement-Software (OSS/NMS)** oder **Monitoring-Systeme**, die G.996.2 via SNMP oder JSON API auswerten.

#### Hintergrund laut ITU-T und Whitepapers

Die Leitungsdiagnose mittels **Dual-Ended Line Testing (DELT)** liefert umfangreiche Parameter — darunter **Träger-SNR, Quiet-Line Noise, Hlog, Bitloading und attainable Rate** — und überträgt sie über eine nicht-interaktive Verwaltungsschnittstelle vom CPE zum DSLAM und zurück ins

NMS [itu.int+51library.net+5itu.int+5support.huawei.com+1patents.google.com+5assia-inc.com+5itu.int+5](https://itu.int+51library.net+5itu.int+5support.huawei.com+1patents.google.com+5assia-inc.com+5itu.int+5).

Ein DELT-Test setzt voraus, dass die Leitung **aktiv synchronisiert ist** („showtime“) und ermöglicht Messungen **während des Betriebs ohne Verbindungstrennung** [assia-inc.com](https://assia-inc.com).

---

### ✓ Praktische Hinweise

- Hersteller wie **Huawei (z. B. MA5600T MSAN)** integrieren typischerweise solche DELT-Reports in ihre Management-Software. Zwar liefert Huawei oft CLI oder Web-basierte Tools, aber intern können Daten über SNMP (G.996.2-MIB) oder REST/JSON exportiert werden, wenn entsprechend implementiert.
- Anwendungen wie **Assia-Linux-OSS oder Open-Source-NMS-Systeme** nutzen die strukturierte Daten ab diesem Format zur **automatisierten Störungserkennung und eskalationsfreier Analyse** [assia-inc.com](https://assia-inc.com).

---

Möchtest du ein **konkretes SNMP-Polling-Skript** (z. B. in Python mit PySNMP) oder ein **Template zur Integration** in Monitoring-Systeme wie LibreNMS oder Zabbix sehen?

### Du:

In dem Messprotokoll, der Wert "snr\_margin\_down\_dB", ist das ein Mittelwert? Oder was sonst genau?

### ChatGPT:

Gute Frage – der Parameter "snr\_margin\_down\_dB" ist einer der **zentralsten Werte in DSL-Messungen**, aber oft missverstanden. Hier kommt die präzise Erklärung:

---

### 🔗 Was ist snr\_margin\_down\_dB?

**SNR Margin Downstream (in dB)** ist:

Die **dynamische Sicherheitsreserve** zwischen der **tatsächlich gemessenen Signal-Rausch-Verhältnis (SNR)** pro Träger und dem **minimal erforderlichen SNR**, damit dieser Träger stabil übertragen werden kann.

Oder technisch formuliert:

$SNR\_margin = \text{aktueller SNR} - \text{benötigter SNR zum Halten der Bits pro Träger}$

---

### 🔍 Ist snr\_margin\_down\_dB ein Mittelwert?

► **In den meisten DSL-Modems / Protokollen: Ja.**

Es handelt sich um einen **aggregierten (meist mittleren) Wert** über alle aktiven Downstream-Träger, **gewichtet nach der Bitladung pro Träger**.

**Es ist nicht:**

- der minimale Trägerwert,
- und auch **kein echter RMS oder Median**.

Aber es ist:

- eine **repräsentative Kennzahl für die Stabilitätsreserve der DSL-Leitung** im Downstream.

### **Beispiel: So wird die SNR Margin berechnet**

Angenommen, ein Träger benötigt 6 dB SNR, um 4 Bits pro Symbol zu übertragen.  
Wenn das reale SNR bei 11 dB liegt:

$$\text{SNR Margin} = 11 \text{ dB} - 6 \text{ dB} = 5 \text{ dB}$$

Diese Rechnung wird **pro Träger durchgeführt**, und das Modem bildet daraus einen gewichteten Mittelwert für den Gesamtwert "snr\_margin\_down\_dB".

### **Warum ist dieser Wert wichtig?**

- **≥ 6 dB**: Leitung gilt als **stabil**.
- **< 3 dB**: **Kritisch** – Gefahr von Resyncs, starker Bitfehlerhäufung.
- **Fluktuationen > ±2 dB**: Hinweis auf Störer (PLC, EMV, Witterung etc.)

### **Sonderfälle:**

Situation	Typisches Verhalten
<b>DLM aktiv</b>	Margin kann absichtlich erhöht werden (z. B. Ziel-Margin = 9 dB)
<b>G.INP aktiviert</b>	Margin kann niedriger bleiben, da Fehler aktiv korrigiert werden
<b>Störungen (Impulse, Frequenzeinbrüche)</b>	Margin sinkt selektiv, Träger können deaktiviert werden
<b>Attainable Rate vs. Sync Rate</b>	Hohe Differenz → Margin ist künstlich hoch, Leitung „unterfordert“

### **Fazit:**

Der snr\_margin\_down\_dB ist in der Regel ein **gewichteter Mittelwert** über alle aktiven Downstream-Träger – und beschreibt die **Sicherheitsreserve gegen Bitfehler** im physikalischen DSL-Link.

Wenn du willst, kann ich dir auch ein Bitloading-Plot oder SNR-Margin-Diagramm generieren, das diesen Zusammenhang grafisch zeigt.

### **Du:**

Bei der summary hast du interessanterweise nicht zwischen us und ds unterschieden. Das sind also die Werte über alle Träger hinweg, egal ob für Down oder Up, richtig?

### **ChatGPT:**

Sehr gut aufgepasst – und du hast absolut recht, das gehört **klar getrennt**. Meine vorherige summary-Sektion im JSON-Beispiel war **vereinfacht und unpräzise** dargestellt.

**✓ Korrektur: SNR-Zusammenfassung muss getrennt werden**

In einem **sauberen DELT-Protokoll oder G.997.1/ITU-konformen Report** sollte die summary-Sektion **zwischen Upstream und Downstream unterscheiden**, z. B.:

```
"summary": {
  "downstream": {
    "snr_min_dB": 5.8,
    "snr_avg_dB": 11.2,
    "snr_max_dB": 18.4
  },
  "upstream": {
    "snr_min_dB": 6.4,
    "snr_avg_dB": 9.9,
    "snr_max_dB": 14.2
  }
}
```

**🔍 Warum ist die Unterscheidung so wichtig?**

- **Downstream und Upstream** verwenden unterschiedliche Frequenzbereiche (z. B. bei VDSL2/17a: US0–US3, DS1–DS3).
- Sie sind **asymmetrisch moduliert** und haben **unterschiedliche Trägeranzahlen und Leistungsbudgets**.
- **Störverhalten**, SNR-Margin-Ziele und Bitloading sind **sehr verschieden**.

Beispiel:

Bereich	Trägerbereich (Subcarriers)	Typisch SNR-Margin
<b>Downstream</b>	Subcarriers 33–4095 (je nach Profil)	6–15 dB
<b>Upstream</b>	Subcarriers 6–31 (US0) + weitere in US1–US3	5–10 dB

**🧠 In der Praxis**

Ein MSAN, DSLAM oder CPE, das ein korrektes DELT-Protokoll liefert (G.996.2 oder proprietär), trennt intern:

- **SNR pro Träger** → je Richtung
- **Aggregierte SNR-Statistiken** → je Richtung
- **Fehlerzähler (FEC/CRC)** → je Richtung

**✓ Fazit:**

Die summary-Werte für SNR (und auch für andere Messgrößen wie QL<sub>N</sub>, Hlog) **müssen getrennt für Upstream und Downstream** angegeben werden. Andernfalls ist die Aussagekraft begrenzt oder missverständlich.

Wenn du möchtest, kann ich dir ein komplettes, korrekt aufgebautes JSON-Schema für ein DELT-Protokoll entwerfen – mit allen typischen DSL-Messwerten nach Richtung, Träger und Zeit.

**Du:**

ja bitte

**ChatGPT:**

Hier ist ein vollständiges, **maschinenlesbares JSON-Schema** für ein realistisches **DELT-Messprotokoll** im Stil von ITU-T G.996.2 / G.997.1. Es trennt sauber zwischen **Downstream und Upstream**, enthält **aggregierte und trägerebene Messwerte**, und ist so strukturiert, dass es direkt von Monitoring-Tools oder Scripts verarbeitet werden könnte.

---

**Beispiel: DELT-Messprotokoll (strukturiertes JSON-Auszug)**

```
{
  "timestamp": "2025-07-29T12:00:00Z",
  "line_id": "MSAN123-port45",
  "sync_status": "up",
  "profile": "VDSL2_17a",
  "modem_vendor": "Broadcom",
  "attainable_rate": {
    "down_kbps": 91000,
    "up_kbps": 31000
  },
  "actual_rate": {
    "down_kbps": 76200,
    "up_kbps": 28400
  },
  "snr_margin": {
    "downstream": 6.8,
    "upstream": 7.2
  },
  "summary": {
    "downstream": {
      "snr_min_dB": 5.1,
      "snr_avg_dB": 11.6,
      "snr_max_dB": 19.8,
      "hlog_min_dB": 6.3,
      "hlog_avg_dB": 14.5,
      "qln_avg_dB": -47.2
    },
    "upstream": {
      "snr_min_dB": 6.5,
      "snr_avg_dB": 9.8,
      "snr_max_dB": 13.9,
      "hlog_min_dB": 8.4,
      "hlog_avg_dB": 12.2,
      "qln_avg_dB": -50.5
    }
  },
  "bitloading": {
    "downstream": [
      { "subcarrier": 33, "bits": 6 },
      { "subcarrier": 34, "bits": 6 },
      ...
      { "subcarrier": 511, "bits": 0 } // Notched or unstable
    ],
    "upstream": [
      { "subcarrier": 7, "bits": 2 },
      { "subcarrier": 8, "bits": 3 },
      ...
    ]
  }
}
```

```

},
"subcarrier_detail": {
  "downstream": [
    {
      "id": 200,
      "freq_Hz": 860000,
      "snr_dB": 10.5,
      "hlog_dB": 12.6,
      "qln_dB": -48.2
    },
    ...
  ],
  "upstream": [
    {
      "id": 20,
      "freq_Hz": 86000,
      "snr_dB": 9.3,
      "hlog_dB": 10.1,
      "qln_dB": -50.7
    },
    ...
  ]
},
"frequency_notches": [
  {
    "direction": "downstream",
    "start_freq_Hz": 2150000,
    "end_freq_Hz": 2360000,
    "reason": "SNR below threshold"
  }
],
"errors": {
  "downstream": {
    "crc": 2,
    "fec": 1234,
    "ses": 0
  },
  "upstream": {
    "crc": 0,
    "fec": 245,
    "ses": 0
  }
},
"g_inp": {
  "enabled": true,
  "direction": "bidirectional",
  "retransmit_ratio_ds": 0.04,
  "retransmit_ratio_us": 0.02
}
}

```

#### Hinweise zur Struktur:

Feld	Bedeutung
sync_status	„up“ oder „down“

Feld	Bedeutung
snr_margin	Durchschnittliche Margin (je Richtung), zentrale Stabilitätsgröße
summary	Aggregierte Statistik (SNR, Hlog, QLN) – getrennt nach Richtung
bitloading	Bits pro Träger – erlaubt Rückschluss auf Dämpfung & Störungen
subcarrier_detail	Optional: detaillierte Werte pro Subcarrier (z. B. für Visualisierung)
frequency_notches	Kennzeichnet Bereiche mit gesperrten Trägern (z. B. wegen PLC)
errors	Fehlerstatistik (CRC, FEC, SES) je Richtung
g_inp	Info zur G.INP-Aktivität und Effizienz

### ✓ Vorteile eines solchen Schemas

- Vollständig maschinenlesbar (JSON)
- Klar getrennte Down-/Upstream-Analyse
- Kompatibel mit Analyse-Tools oder Prometheus/Zabbix-Pipelines
- Gut erweiterbar um z. B.:
  - Leitungslänge
  - Impulse Noise (INP)
  - Reboot-Zähler
  - DLM-Profilinfos

Möchtest du ein **kleines Tool oder Script**, das so ein JSON erzeugt oder aus vorhandenen CLI-Ausgaben (z. B. von Fritzbox oder DSLAM) umwandelt? Oder lieber ein Diagramm-Plot (Bitloading oder SNR-Margin)?

### Du:

Ist jeder Eintrag in frequency notches [] genau ein Träger oder ein Bereich von mehreren Trägern? Habe schon mal gehört, dass es auch eine Anzahl deaktivierter Träger als Information gäbe?

### ChatGPT:

Gute Frage – und du hast recht:

Der Eintrag in frequency\_notches[] **kann entweder einen einzelnen Träger oder einen Bereich von mehreren Trägern** beschreiben – **je nach System und Exportformat**.

### 🔗 Erklärung: Was ist ein "Frequency Notch"?

Ein **Notch** ist ein Bereich im Frequenzspektrum (Down- oder Upstream), in dem **Träger deaktiviert** sind – typischerweise weil:

- das **SNR unter einen Schwellenwert gefallen** ist,
- es **intermittierende Störungen** gibt (PLC, Rundfunk, Powerline),
- der Bereich durch das DSL-Profil reserviert oder geschützt ist (z. B. Amateurfunkbänder),
- oder wegen **elektromagnetischer Störer** (VDSL neben Koax etc.).

**In der Praxis:****◆ Ein einzelner deaktivierter Träger:**

Das wäre ein Notch mit sehr kleinem Frequenzbereich – z. B.:

```
{
  "start_freq_Hz": 2410000,
  "end_freq_Hz": 2410000,
  "reason": "PLC-Störer"
}
```

**◆ Ein ganzer Trägerbereich (typisch):**

Deutlich praxisnäher ist die Darstellung **von zusammenhängenden, deaktivierten Trägerbereichen:**

```
{
  "start_freq_Hz": 2150000,
  "end_freq_Hz": 2360000,
  "reason": "SNR < 6 dB – Träger deaktiviert"
}
```

Das entspricht z. B. Träger 500–550 bei 4,3125 kHz Schrittweite.

**📊 Trägeranzahl aus Notches berechnen:**

Du kannst aus start\_freq\_Hz und end\_freq\_Hz leicht die Anzahl deaktivierter Träger ableiten:

step = 4.3125 kHz

anzahl = (end\_freq - start\_freq) / 4312.5 + 1

Beispiel:

$(2360000 - 2150000) / 4312.5 + 1 \approx 487$  Träger deaktiviert

**■ DSLAMs/Modems liefern oft:**

- **Explizit: Anzahl deaktivierter Träger**

"disabled\_subcarriers\_down": 487

- **Oder implizit über Bitloading = 0:**  
In bitloading.downstream[], wo "bits": 0, sind Träger ebenfalls inaktiv (nicht geladen).
- **Oder komprimiert als Liste deaktivierter Indizes:**

"disabled\_carriers": [512, 513, 514, 515, 516]

**✅ Fazit:**

Jeder frequency\_notch-Eintrag beschreibt **typischerweise einen Bereich deaktivierter Träger** – nicht nur einen einzelnen.

Die **Anzahl deaktivierter Träger** lässt sich daraus ableiten oder wird vom DSLAM/Modem manchmal direkt als separate Metrik geliefert.

Wenn du willst, kann ich dir ein kleines Python-Script schreiben, das aus JSON-Notches die Trägeranzahl oder betroffenen Frequenzbereiche ausgibt.

**Du:**

Nein danke, das ist ok für mich, das mit der Umrechnung über die step Variable ist ja einfach

**ChatGPT:**

Perfekt – freut mich, dass dir das weiterhilft! Ja, mit der 4.3125 kHz Schrittweite ist das wirklich gut berechenbar, und du kannst so direkt ableiten, wie groß der betroffene Frequenzbereich oder wie stark die Trägerbelegung eingeschränkt ist.

Wenn du später mal Interesse an weiteren Themen wie INP, ReTx-Raten, DLM-Eingriffe oder Visualisierung (Bitloading- oder SNR-Plots) hast – sag einfach Bescheid. Viel Erfolg bei deiner DSL-Analyse!

**Du:**

Jetzt die Unterscheidung der drei Begriffe PHY, MAC und LLC. Es geht um die Fehlerstatistik. Bezieht diese sich auf Level 1, also PHY? Oder auf MAC, wobei MAC wie auch LLC ein Teil von PHY sind? Oder nur auf LLC? Und was wäre die Statistik für Level 2, wenn der Container Fehlerstatistik sich tatsächlich auf Level 1 bezöge?

**ChatGPT:**

Das ist eine **exzellente und tiefgehende Frage** – du denkst hier genau entlang der OSI-Schichten, und das lohnt sich bei DSL (und Ethernet im Allgemeinen). Ich gehe systematisch auf die Begriffe ein und beantworte deine Frage zur Fehlerstatistik im OSI-Kontext.

### Grundbegriffe in Bezug auf OSI-Schicht 1 & 2

Begriff	OSI-Schicht	Funktion
<b>PHY (Physical Layer)</b>	Schicht 1	Modulation, Leitungscodierung, Synchronisation, SNR, Trägersteuerung
<b>MAC (Medium Access Control)</b>	Schicht 2 (untere Subschicht)	Frame-Übertragung, Adressierung, Zugriffskontrolle
<b>LLC (Logical Link Control)</b>	Schicht 2 (obere Subschicht)	Fehlererkennung auf Frame-Ebene, Verbindungssteuerung

Im DSL-Kontext (VDSL, ADSL) ist der MAC z. B. **Teil des ATM- oder PTM-Protokollstacks**, nicht Ethernet-MAC im klassischen Sinn.

### Was umfasst die Fehlerstatistik bei DSL?

Wenn man im DSL-Umfeld von *Fehlerstatistik* spricht – insbesondere in Messprotokollen (z. B. G.997.1) oder im DSLAM/Modem – meint man meist:

#### ► Layer 1 – PHY-Fehler

Typischer Zähler	Bedeutung	OSI-Schicht
<b>CRC</b>	Prüfsummenfehler auf physikalischer Blockebene	PHY
<b>FEC</b>	Fehler, die durch Vorwärtsfehlerkorrektur behoben wurden	PHY
<b>HEC</b>	Header Error Check bei ATM – auch PHY-nah	PHY
<b>LOS, LOF</b>	Loss of Signal / Loss of Framing	PHY

Typischer Zähler	Bedeutung	OSI-Schicht
SES	Severely Errored Seconds – häufig Layer-1-kritisch	PHY

Diese Fehler entstehen **auf der Leitung**, vor jeglicher Interpretation durch MAC oder LLC.

### Was ist MAC/LLC-Ebene in DSL?

- Bei **VDSL mit PTM** (Packet Transfer Mode): MAC/LLC sind **rudimentär**, fast transparent.
- Bei **ADSL/VDSL über ATM**: MAC ist mit ATM-Zellen assoziiert; LLC ggf. relevant bei PPPoE über ATM.

Aber: In **DSL-Messungen interessiert das selten direkt**. Die meisten DSL-Messsysteme (CPEs, MSANs) bieten **keine Statistik direkt auf MAC- oder LLC-Ebene** an, weil diese Fehler bei korrekter PHY-Schicht **gar nicht auftreten** oder vom OSI Layer 3+ behandelt werden (z. B. PPP, TCP).

### Wenn der Fehlerstatistik-Container Layer 1 ist – was wäre dann Layer 2?

Falls du eine Trennung brauchst:

#### Layer 1 (PHY):

- CRC, FEC, HEC, SES, LOS/LOF
- Bitfehler, SNR Margin, Trägerausfälle

#### Layer 2 (MAC/LLC):

- z. B. **PPPoE Frame-Drops**
- **ATM cell loss (bei ATM-basiertem DSL)**
- **PTM frame loss (bei PTM-basiertem DSL)**

Diese Statistiken sind aber **seltener in typischen DELT/DSLAM-Protokollen enthalten** – sie würden eher vom **Router/PPP-Daemon oder Ethernet-Stack** erfasst.

### Fazit:

Die **klassische DSL-Fehlerstatistik** bezieht sich fast ausschließlich auf OSI **Layer 1 (PHY)**. MAC/LLC gehören formell zu Layer 2, sind aber bei DSL oft „durchgeschleift“ bzw. statisch konfiguriert. Wenn du nach Layer-2-Fehlern suchst, brauchst du Auswertung **am PPPoE-Stack oder IP-Stack**, nicht in der reinen DSL-Messung.

Wenn du magst, kann ich dir eine Tabelle liefern, wie z. B. CRC, SES, LOS, RDI usw. in G.997.1 klassifiziert sind, samt OSI-Zuordnung.

### **Du:**

Ok, super. Das macht es einfach. Aber noch eine Verständnisfrage: Die Zähler laufen ja wahrscheinlich seit der letzten erfolgreichen Synchronisation (showtime). Werden sie also tatsächlich auf Null gestellt, wenn neu synchronisiert wurde. Was ist mit dem Zähler für Neusynchronisationen? Denn die Bewertung der Fehlermenge ist ja auch relativ zum Zeitraum, in denen sie gezählt werden, oder nicht?

### **ChatGPT:**

Ganz genau – du bringst hier **einen entscheidenden Punkt** zur Interpretation von Fehlerstatistiken auf den Tisch:

**Die Gültigkeit von Zählerwerten ist immer relativ zum Zeitraum**, und dieser Zeitraum wird in DSL-Systemen klar durch den **Beginn der letzten Synchronisation (Showtime)** markiert.

---

### Was passiert bei einer (Neu-)Synchronisation?

#### Zähler werden auf Null gesetzt (Reset bei Showtime)

Sobald eine DSL-Leitung **neu synchronisiert** (Showtime beginnt), wird bei praktisch allen DSL-Modems und MSANs:

- die **Fehlerstatistik (FEC, CRC, SES, LOS usw.) auf Null gesetzt**
- die **aktuelle Showtime-Periode neu gestartet**

Das bedeutet:

Alle Zähler (z. B. `crc_errors=134`, `fec_corrections=12345`) gelten **nur seit dem letzten Sync-Up-Zeitpunkt**.

---

### Was ist mit dem Zähler für die Anzahl der Re-Synchronisationen?

Viele Geräte (insbesondere DSLAMs und leistungsfähige CPEs) führen **einen separaten Zähler für Resyncs**:

```
"resync_count": 4
```

Oder auch:

```
"last_showtime_start": "2025-07-29T02:13:41Z"
```

```
"total_uptime": "5d 12h"
```

Diese Werte helfen dir, die **Fehlermenge in Relation zur Betriebszeit** zu sehen. Beispiel:

**FEC: 180.000 Fehler seit 5 Stunden Showtime = 10 Fehler/Sekunde = OK**

**FEC: 180.000 Fehler seit 10 Sekunden = massiv instabil**

---

### Warum ist das so wichtig?

Wenn du Fehlerstatistiken **vergleichst oder bewertest**, musst du immer fragen:

- **Seit wann läuft die Leitung synchron?** (→ Zeitraum)
  - **Wie viele Resyncs gab es?** (→ Instabilität erkennbar)
  - **Gab es manuelle Reboots?** (→ Zähler eventuell nicht sauber auswertbar)
  - **Wie verhält sich die Fehlerrate pro Stunde/Sekunde?**
- 

### Tipp zur Bewertung:

Wenn du die **Qualität einer Leitung** beurteilen willst, rechne die Zähler auf einen **Zeitwert herunter**, z. B.:

FEC: 12.400

Showtime: 6 Stunden → ~2.066 FEC/h → unkritisch

Oder:

CRC: 35 in 10 Minuten → 1 alle 17 Sekunden → kritisch

Viele Monitoring-Systeme (z. B. FRITZ!Box-Frontend, Zabbix-Plugins, Vectoring-Tools) machen genau das.

---

✅ **Fazit:**

Ja, die Fehlerzähler werden bei jeder neuen **DSL-Synchronisation auf Null zurückgesetzt**, und die Statistik gilt **immer ab Showtime**.

Ein separater Zähler oder Zeitstempel zeigt dir, **wie lange die Zähler gültig sind** – essenziell für jede korrekte Bewertung.

Wenn du willst, kann ich dir ein Bewertungsraster geben ("ab wie viel CRC/FEC pro Stunde kritisch?"), je nach VDSL-Profil und Störschutz.

**Du:**

Kannst du mir dann das Protokoll noch verlängern um all diese weiteren Werte?

**ChatGPT:**

Sehr gerne – hier ist ein erweitertes und maschinenlesbares **DSL-Diagnose-Protokoll** im JSON-Format. Es enthält jetzt:

- **Alle wichtigen Layer-1-Zähler** (CRC, FEC, LOS, SES usw.)
- **Resync-Zähler und Showtime-Zeitstempel**
- **Zusätzliche Metadaten** zur Bewertung (z. B. Leitungslänge, Profil)
- Klar getrennte Bereiche für **Downstream/Upstream**

---

📄 **Beispiel: DSL-Diagnoseprotokoll (VDSL2, G.997.1-orientiert)**

```
{
  "dsl_connection": {
    "profile": "VDSL2_17a",
    "vectoring": true,
    "g_inp": true,
    "modem_vendor": "Broadcom",
    "dslam_vendor": "Huawei",
    "line_uptime_seconds": 23456,
    "last_showtime_timestamp": "2025-07-29T02:13:41Z",
    "resync_count": 2,
    "line_length_m": 620,
    "attenuation_dB": {
      "downstream": 14.2,
      "upstream": 8.1
    }
  },
  "bitrates": {
    "attainable_rate_kbps": {
      "downstream": 96200,
      "upstream": 28600
    },
    "actual_rate_kbps": {
      "downstream": 87342,
      "upstream": 26879
    }
  }
}
```

```
}  
},  
  
"snr_margin_dB": {  
  "downstream": {  
    "min": 6.1,  
    "avg": 9.4,  
    "max": 12.3  
  },  
  "upstream": {  
    "min": 6.5,  
    "avg": 8.9,  
    "max": 10.7  
  }  
},  
  
"errors": {  
  "crc_errors": {  
    "downstream": 34,  
    "upstream": 0  
  },  
  "fec_corrections": {  
    "downstream": 34289,  
    "upstream": 124  
  },  
  "hec_errors": {  
    "downstream": 3,  
    "upstream": 0  
  },  
  "ses_seconds": {  
    "downstream": 0,  
    "upstream": 0  
  },  
  "los_count": 0,  
  "lof_count": 0,  
  "retrains": 2  
},  
  
"bitloading": {  
  "downstream": [  
    {"subcarrier": 512, "bits": 15},  
    {"subcarrier": 513, "bits": 14},  
    {"subcarrier": 514, "bits": 0},  
    ...  
  ],  
  "upstream": [  
    {"subcarrier": 32, "bits": 5},  
    ...  
  ]  
},  
  
"frequency_notches": [  
  {  
    "start_freq_Hz": 2410000,  
    "end_freq_Hz": 2560000,  
    "reason": "Impulse noise"  
  },  
  {
```

```

"start_freq_Hz": 3650000,
"end_freq_Hz": 3700000,
"reason": "Amateurfunk-Notch"
}
]
}

```

---

#### Hinweise:

- line\_uptime\_seconds zeigt, wie alt die Zähler sind.
- resync\_count zählt vollständige DSL-Neusynchronisationen.
- fec\_corrections zeigt, wie oft Fehler **korrigiert** werden mussten – nicht zwangsläufig problematisch, solange keine CRCs entstehen.
- crc\_errors sind **nicht korrigierte Fehler** → **kritisch**.
- bitloading zeigt, welche Subcarrier Trägerdaten führen (bits: 0 = deaktiviert).
- frequency\_notches geben explizit stille Frequenzbereiche an.

---

#### Optional erweiterbar um:

- INP (Impulse Noise Protection)
- G.INP retransmission stats (ReTx-Tiefe, Latenz)
- Interleaving-Tiefe
- DSLAM-Firmware, CPE-Firmware
- Error Seconds auf Zeitachse (z. B. crc\_per\_hour)

---

Wenn du möchtest, kann ich dir auch eine **Vorlage für Logging oder Monitoring-Tools** (Prometheus, Influx, JSON->CSV) erzeugen. Sag einfach Bescheid.

#### **Du:**

So ein Protokoll merkt sich das System doch sicher periodisch, sagen wir für alle 15 Minuten. Dann kann ich es ja z.B. für die letzten 24 Stunden bekommen. Wird es dann einen Wert geben, der in dem Protokoll nicht auftaucht?

#### **ChatGPT:**

Exakt – du denkst wie jemand, der DSL-Messungen **langfristig und korrekt auswerten** will. Der Mechanismus, den du beschreibst, gibt es tatsächlich in professionellen DSL-Systemen: **periodische Snapshot-Erfassung**, oft im 15-Minuten-Raster (sogenannte "**15-min Interval Counters**"), ergänzt durch Tageszähler (**24h-Buckets**).

---

#### Was wird in diesen 15-Minuten-Snapshots gespeichert?

In der Regel **alle Zähler, die inkrementell sind**, also:

- crc\_errors
- fec\_corrections
- ses\_seconds

- los, lof, retrans, bitswaps
- manchmal auch attainable\_rate und snr\_margin als Momentanwert

Diese Zähler **werden in jedem 15-Minuten-Intervall als Differenz gespeichert** – d. h.:

**Wie viele neue CRC-Fehler in den letzten 15 Minuten?**

---

### DSL-Standard: G.997.1 – „Performance Monitoring“

In G.997.1 (Annex B) ist klar geregelt:

- **48× 15-Minuten-Zähler** für die letzten 12 Stunden
- **30× Tageszähler (24h)** für die letzten 30 Tage
- Pro Richtung (up/down)

Ein DSLAM oder ein intelligentes CPE kann das liefern.

---

### Deine eigentliche Frage:

Gibt es einen Wert, der in diesen periodischen Protokollen **nicht enthalten ist**, obwohl er im Live-Snapshot da wäre?

### Typischerweise enthalten:

- Alle Zähler mit Zeitbezug (CRC, FEC, SES etc.)
- Momentanwerte wie actual\_rate, snr\_margin (teils nur im letzten Snapshot)

### Typischerweise nicht enthalten:

- **Bitloading-Diagramme**
- **Notches/Frequency Masks**
- **Impulse-Noise-Details oder Error-Vector-Tiefe**
- **Hlog, QLN, SNR pro Subcarrier**
- **Sync-Zeitstempel selbst**

Das sind alles **zustandsbezogene Parameter**, die **nicht in Zeitintervallen protokolliert** werden, sondern **nur als Momentaufnahme** im Live-Protokoll auftauchen.

---

### Beispiel: Was du in 15-min-Buckets hast

```
{
  "interval_start": "2025-07-29T14:00:00Z",
  "interval_duration_min": 15,
  "crc_errors": {
    "downstream": 4,
    "upstream": 0
  },
  "fec_corrections": {
    "downstream": 4230,
    "upstream": 28
  },
  "ses_seconds": 0,
  "attainable_rate_kbps": {
```

```

"downstream": 89400,
"upstream": 28400
},
"snr_margin_dB": {
  "downstream": 8.9,
  "upstream": 7.1
}
}

```

Wenn du dann 96 solcher Einträge für 24 Stunden hast, kannst du **Verläufe, Trends, Spitzenzeiten, Fehlerhäufungen** etc. analysieren.

### ✅ Fazit:

Die **allermeisten Zählerwerte sind in den 15-min-/24h-Intervallen enthalten**.

Was **nicht enthalten ist**, sind vor allem **strukturbezogene Daten** wie Bitloading, Notches, Hlog, QLN – die bekommst du nur im Momentzustand (Live-Protokoll).

Wenn du willst, kann ich dir auch ein Modell bauen, das **24h-Werte aggregiert, Fehler summiert, oder Schwellwerte kennzeichnet**. Sag einfach Bescheid.

### Du:

resync\_count gilt seit dem letzten showtime timestamp, richtig. Und der showtime timestamp wird neu gesetzt, wenn das Gerät neu gestartet wurde?

### ChatGPT:

Genau, deine Annahme ist richtig:

#### 📄 resync\_count

Dieser Zähler zählt, **wie oft eine neue DSL-Synchronisation (Resynchronisation)** stattgefunden hat – **seit dem letzten showtime**.

#### 🕒 showtime timestamp

Der sogenannte "**Showtime-Zeitstempel**" ist der Moment, zu dem die DSL-Leitung **erfolgreich synchronisiert wurde** und der Link „online“ ging.

Er wird **neu gesetzt**, wenn eine der folgenden Bedingungen eintritt:

1. **Neustart des Modems/Routers (CPE)**
2. **DSL-Neusynchronisation** nach:
  - Verlust des Syncs (z. B. Störung, Kabel ab)
  - Konfigurationsänderung am DSLAM/MSAN
  - Leitungsprofilwechsel (z. B. Vectoring aktiv/inaktiv)

#### 📄 Was passiert beim Showtime-Neustart?

- resync\_count wird **auf Null gesetzt**
- Fehlerzähler wie crc\_errors, fec\_errors etc. werden ebenfalls **zurückgesetzt**
- Ein neuer Zeitraum beginnt, über den Performance- und Fehlerstatistiken gesammelt werden

## Fazit

Ja – der showtime timestamp ist ein Ankerpunkt für alle Zähler, und wird **jedes Mal neu gesetzt**, wenn die Verbindung **neu synchronisiert** wird – ob durch Neustart oder Leitungseinflüsse. Du kannst ihn wie eine „Uhr-Nullstellung“ sehen, ab der die aktuellen Betriebsdaten zählen.

Der Wert line\_uptime\_seconds gibt die **Dauer in Sekunden an, seit die DSL-Leitung zuletzt erfolgreich synchronisiert wurde** – also seit dem aktuellen „Showtime“.

## Genauer gesagt:

- Er beginnt **bei Null**, sobald eine neue DSL-Synchronisation erfolgreich abgeschlossen wurde (also die Leitung **in Betrieb geht**).
- Er zählt dann **kontinuierlich hoch**, solange die DSL-Verbindung **stabil** ist und **kein Resync oder Neustart** erfolgt.
- Er ist also eine **Laufzeitangabe** für die **physikalische Leitung**, nicht für den Router oder das IP-Netzwerk.

## Beispiel:

Ereignis	line_uptime_seconds
DSL-Modem startet	0
DSL-Sync erfolgreich	beginnt zu zählen
Nach 5 Stunden	18 000
DSL verliert kurz Sync	zurück auf 0
Neue Synchronisation	zählt erneut hoch

## Unterschied zu system\_uptime:

- line\_uptime\_seconds → zählt **ab DSL-Sync (Showtime)**
- system\_uptime → zählt **ab Gerätestart oder Stromversorgung**

Wenn du also wissen willst, **wie lange deine aktuelle DSL-Verbindung schon stabil ist**, ist line\_uptime\_seconds genau der richtige Wert.

## **Du:**

Ok, nur zur Klarstellung: in deinem Beispiel, Nach 18000 Sekunden stellt sich line\_uptime\_seconds auf 0. Der showtime timestamp dann auch auf die neue Zeit? Und resync wird um einen erhöht? Mich interessiert allerdings so eine Kennzahl wie Resyncs der letzten 12 Stunden!

## **ChatGPT:**

Ganz genau, und ich kläre es gerne nochmal präzise auf:

## Was passiert bei einer Resynchronisation:

Wenn nach z. B. 18.000 Sekunden (5 Stunden) ein Resync auftritt:

- line\_uptime\_seconds → wird auf 0 gesetzt (neue Verbindung beginnt)
- showtime\_timestamp → wird auf den **neuen Zeitpunkt der erfolgreichen Synchronisation** gesetzt
- resync\_count → wird **auf 0 zurückgesetzt**, weil es immer **nur ab dem aktuellen Showtime** zählt

### **Das Problem:**

resync\_count zählt **nicht historisch**, sondern **nur seit dem letzten Sync**.

Du bekommst also *nicht direkt* eine Info wie:

„Wieviele Resyncs in den letzten 12 Stunden?“

### **Aber es gibt zwei Lösungsansätze, wenn du das wissen willst:**

#### **1. Resync-Statistik via 15-Minuten-Buckets (wenn unterstützt)**

- Manche DSL-Modems (z. B. AVM Fritzbox, Broadcom-basierte CPEs) führen **intern eine Statistik nach Zeitintervallen**.
- Nach **G.997.1 / TR-181i2** können folgende Infos enthalten sein:
  - Anzahl Resyncs im **aktuellen 15-Minuten-Fenster**
  - oder **kumulative Resyncs in den letzten X Intervallen** (z. B. 48 × 15 Min = 12 Std)

Diese Infos findest du manchmal in:

- "XTUR resync count" / "XTUC resync count"
- "15min performance counters"
- "event history" Tabellen

#### **2. Externe Lösung: Logging**

Wenn das Modem/Router es nicht liefert, kannst du alternativ:

- Per **Skript (z. B. SNMP oder TR-069)** regelmäßig (z. B. alle 15 Min) resync\_count abfragen
- Und lokal eine Statistik führen: Wenn resync\_count bei 0 ist, und du hattest vorher einen Wert → Resync erkannt
- Damit kannst du **Resyncs über beliebige Zeiträume zählen**

### **Fazit**

Kennzahl	Liefert Gerät direkt?	Gültig für Zeitraum
resync_count	✓ Ja	Seit letztem Sync
showtime_timestamp	✓ Ja	Zeitpunkt des Syncs
Resyncs der letzten 12 Stunden	✗ Nein, <b>nicht direkt</b> – nur über Statistikfunktion oder Logging möglich	

Wenn du mir sagst, welches Gerät du konkret nutzt (Hersteller/Modell), kann ich dir zeigen, ob und wo diese Infos ggf. zugänglich sind.

**Du:**

Was genau zählt dann der Resync count?

**ChatGPT:**

Der resync\_count (auch manchmal loss\_of\_frame\_count, retrain\_count oder ähnlich benannt) zählt **jede vollständige DSL-Neusynchronisation** – also **jedes Mal**, wenn die Leitung ihre Synchronisation **verliert und neu aufbaut**.

### Was genau ist ein „Resync“?

Ein **Resync** bedeutet:

- Die **physikalische Verbindung** zwischen dem DSL-Modem (CPE) und dem DSLAM (am Verteiler) **bricht ab**
- Das Modem verliert **Frame-, Bit- oder Signal-Synchronisation**
- Die Verbindung wird **komplett neu ausgehandelt** (Training, Showtime-Prozess)

Typische Ursachen:

- Kurzzeitige Leitungsstörungen (Stromspitzen, EMV)
- DSLAM-Profiländerung oder Reboot
- Fehlerhafte Hausverkabelung oder Dämpfungsspitzen
- Powerline-Geräte oder feuchte TAE-Dosen

### ✓ Der Zähler resync\_count ...

- Wird auf **Null zurückgesetzt**, sobald eine neue showtime-Phase beginnt
- Wird **inkrementiert**, wenn:
  - Eine bereits laufende DSL-Sitzung **abbricht**
  - Und **neu synchronisiert** wird (inkl. R-SYNC, O-SYNC, I-SYNC je nach DSL-Protokoll)

 **Wichtig:**

- **Verbindungsunterbrechung ≠ automatisch Resync:** Wenn nur PPPoE oder IP stirbt, zählt das **nicht**.
- **Nur Layer 1-Neuverhandlung** führt zu einem Resync-Count-Ereignis.

---

### **Beispiel**

Ein typischer Ablauf (bei VDSL2):

1. Leitung ist stabil → resync\_count = 0
2. Kurzschluss durch lose TAE → Leitung verliert Sync
3. Modem erkennt Verlust, beginnt neues Training
4. Nach erfolgreichem Training → neue Showtime
5. resync\_count = 1 (für die neue Session)

Wenn **dies mehrfach geschieht**, summiert sich der Zähler **während einer Showtime-Periode**.

---

### **Fazit**

- **Zählt nur Layer 1-Neusynchronisationen**
- **Wird bei jeder Showtime auf 0 zurückgesetzt**
- Aussagekräftig für die **Stabilität deiner Leitung in einer einzelnen Session**

Wenn du wissen willst, **wie stabil deine Leitung über längere Zeiträume ist**, brauchst du zusätzlich:

- **15-Minuten-Zeitfensterzählungen**, oder
- **externes Logging** über z. B. SNMP/Script.

### **Du:**

Kann ich ohne Monitoring davon ausgehen, dass ein Resync von sagen wir einmal jede Stunde nicht in Ordnung wäre, also eine gestörte Leitung anzeigt?

### **ChatGPT:**

Ja, deine Einschätzung ist absolut richtig: **Ein Resync pro Stunde ist *nicht* normal** – das weist in aller Regel auf eine **gestörte oder instabile Leitung** hin.

---

### **Was ist ein „gesundes“ Maß?**

#### **Gesunde DSL-Leitung:**

- **0 Resyncs** über viele Tage oder Wochen
- Selbst bei sporadischen äußeren Einflüssen (z. B. Gewitter) selten mehr als **1 Resync pro Woche**

#### **Auffällig / kritisch:**

##### **Häufigkeit**

1× pro Tag

1× pro Stunde

##### **Bewertung**

Grenzwertig, sollte beobachtet werden

**Definitiv gestört**

**Häufigkeit**

Mehrere Resyncs pro Stunde

**Bewertung**

**Massiv instabil**, wahrscheinlich Fehler in Hausverkabelung oder Portprofil

---

**💡 Ursachen für häufige Resyncs:**

- **Störquellen** (Powerline-Adapter, LED-Netzteile, DECT-Basisstationen)
- **Feuchtigkeit** in TAE-Dosen oder Verteilern
- **Korrodierte Adern oder schlechte Klemmverbindungen**
- **Probleme auf der Netzbetreiberseite** (z. B. Port-Fehlkonfiguration, DSLAM instabil)
- **Falsches oder zu aggressives DSL-Profil** (z. B. zu geringe SNR-Marge)

---

**📌 Ohne Monitoring: Was tun?**

Auch ohne dauerhafte Überwachung kannst du:

- In der Weboberfläche deines Routers (z. B. Fritzbox, Zyxel, Draytek) **resync\_count** oder **DSL uptime** regelmäßig ablesen
- Falls dein Gerät es erlaubt: **DSL-Fehlerhistorie einsehen** (z. B. „Synchronisation war abgebrochen“ in Ereignisprotokoll)

---

**🔧 Empfehlung:**

Wenn du **mehr als 1 Resync pro Tag** bemerkst:

- 📞 Kontakt zum Provider → Leitung prüfen lassen
- 🏠 Hausverkabelung prüfen (TAE-Dose, Innenkabel, Überspannungsschutz)
- 📡 Störquellen im Haushalt testweise ausschalten

---

**Fazit:**

**Ja – ein Resync pro Stunde ist ein deutliches Anzeichen für eine gestörte Leitung** und sollte **nicht als normaler Betriebszustand** betrachtet werden. Selbst günstige DSL-Verbindungen sollten **tage- oder wochenlang ohne Resync stabil** laufen.

**Du:**

Und wenn der Kunde gerne seinen Router neu startet per Ein-/Aus-Schalter, dann stellt sich Resync ja jedes mal auf 0

**ChatGPT:**

Ganz genau – und das ist ein wichtiger Punkt bei der Interpretation von resync\_count.

---

**🧠 Wenn der Kunde seinen Router manuell neu startet (z. B. per Ein-/Aus-Schalter):**

- **Die DSL-Verbindung wird getrennt** → Sync geht verloren
- **Ein neuer Sync-Vorgang beginnt** → neue showtime

- Der Zähler **resync\_count** wird auf 0 zurückgesetzt
- Auch **Fehlerzähler (CRC, FEC, SES usw.)** starten bei Null
- Der **line\_uptime\_seconds** zählt wieder ab 0

---

### **Bedeutung:**

Wenn jemand regelmäßig den Router **per Hand neustartet**, sieht man im aktuellen Status:

- resync\_count = 0
- line\_uptime\_seconds = kurze Zeit
- crc\_errors = 0
- u. s. w.

Das **wirkt sauber**, obwohl vorher vielleicht ständige Resyncs oder Fehler auftraten.

---

### **Fazit:**

**Ja – manuelles Aus-/Einschalten des Routers „versteckt“ alle bisherigen Zählerstände.**  
resync\_count = 0 bedeutet **nicht**, dass es keine Verbindungsabbrüche gab – es heißt nur, dass **seit dem letzten Sync keine weiteren** aufgetreten sind.

---

### **Empfehlung für saubere Diagnose:**

- **Kunden explizit fragen**, ob sie den Router kürzlich neugestartet haben
- **Monitoring oder Protokolle (z. B. Syslog, Eventlog, DSL-History)** nutzen, wenn verfügbar
- Wenn möglich: **DSL-Zeitfensterstatistik auslesen** (z. B. 15-Minuten-Zähler oder Tageszähler)

So lassen sich unauffällige Neustarts erkennen – und **versteckte Instabilitäten kommen ans Licht**.

### **Du:**

Weiter oben hast du das Feld "attenuation\_dB" erwähnt (Container). Ist das die klassische Ausmessung bei sagen wir 1 MHz, oder ist das der Mittelwert über alle Träger?

### **ChatGPT:**

Gute und wichtige Frage – die Bedeutung von attenuation\_dB hängt vom Kontext ab, aber ich erkläre dir die typische DSL-Interpretation anhand deines Beispiels (VDSL2, Broadcom, G.997.1-konform):

---

### **attenuation\_dB – was wird da genau gemessen?**

Das Feld attenuation\_dB in deinem JSON (z. B. downstream: 14.2 dB) ist **nicht** nur ein Wert bei 1 MHz, sondern:

**Ein gewichteter Mittelwert über alle genutzten Träger**, berechnet aus dem HLOG-Wert (Channel Transfer Function in dB) pro Subcarrier.

### **Genauer gesagt:**

- HLOG(f) misst die Dämpfung (in dB) pro Frequenz (Subcarrier)
- Die Dämpfung ist frequenzabhängig – je höher die Frequenz, desto stärker normalerweise die Dämpfung
- Das Modem oder DSLAM **berechnet einen Mittelwert**, meist:
  - **Träger-gewichtet** (also unter Einbezug, wie viele Bits pro Subcarrier transportiert werden)
  - ggf. **über bestimmte Frequenzbereiche gemittelt**, je nach Profil (z. B. 17a → 0–17.6 MHz)

### **Technisch gesehen:**

Die DSL-Standards (insbesondere **G.997.1**) lassen dem Hersteller **gewissen Spielraum**, aber die meisten Geräte halten sich an:

- Für VDSL2: Mittelwert über den **genutzten Frequenzbereich**
- Für ADSL: Spezieller Messpunkt bei 300 kHz oder 1 MHz (oft „loop attenuation“)

### **Kurzform:**

<b>Wert</b>	<b>Beschreibung</b>
attenuation_dB	Mittelwert der Dämpfung über alle belegten Subcarrier

**Nicht** bei fester Frequenz (z. B. 1 MHz)

Stützt sich auf HLOG(f) über DSL-Bandbreite (z. B. 0–17.6 MHz bei 17a)

### **Warum ist das relevant?**

- Der Dämpfungswert ist **ein guter Indikator für Leitungslänge und Qualität**
- Aber: **Kein exakter physikalischer Messwert**, sondern ein **abgeleiteter Rechenwert**
- Für echte physikalische Leitungsdiagnose verwendet man stattdessen **MELT**-Messungen mit speziellem Testequipment

Wenn du möchtest, kann ich dir auch ein Beispiel zeigen, wie HLOG über Frequenz aussieht und wie daraus dieser Mittelwert entsteht.

### **Du:**

jetzt gibt es ja auch schon diese margin Messwerte. Die indizieren ja auch eine Reserve für den Bistrom. Ist also attenuation\_dB nicht redundant? Reicht es aus, sich an den Wert für Margin zu halten, um die Frequenz-Fähigkeit der Leitung zu beurteilen?

### **ChatGPT:**

Exzellente Überlegung – du denkst da genau in die richtige Richtung. Die Frage, ob attenuation\_dB redundant ist, wenn bereits snr\_margin\_dB (Signal-to-Noise-Ratio Margin)

vorhanden ist, führt direkt zur Unterscheidung zwischen **statischer Leitungsqualität** und **aktueller Betriebsituation**.

### 🧩 Was misst attenuation\_dB vs. snr\_margin\_dB?

Begriff	Was es ist	Bedeutung
attenuation_dB	<b>Statische Eigenschaft</b> der Leitung	Physikalische Dämpfung der Kupferleitung – z. B. wegen Länge, Querschnitt, Alter
snr_margin_dB	<b>Dynamische Betriebsgröße</b>	Reserve zur minimalen SNR für fehlerfreien Betrieb unter aktuellen Bedingungen (Störungen, Bitrate, Profil etc.)

### 🚫 attenuation\_dB: Konstant bei gegebener Leitung

- Hängt im Wesentlichen von:
  - **Kabellänge**
  - **Leitungsquerschnitt**
  - **Anzahl und Qualität der Verbindungsstellen**
- Verändert sich **kaum**, es sei denn:
  - Leitung wird umgeklemmt
  - Feuchtigkeit / Korrosion tritt auf
  - Profilwechsel (z. B. von 17a auf 35b → anderes Dämpfungsverhalten)
- Gibt eine **grobe Abschätzung**, wie gut eine Leitung grundsätzlich "tragen" kann

### 📊 snr\_margin\_dB: Reaktive Größe im Betrieb

- Verändert sich:
  - Mit **Störpegeln** (z. B. Powerline-Störer, Amateurfunk)
  - Mit **aktuell gewähltem Datenprofil**
  - Mit **Zeitpunkt** (nachts mehr Störungen → Margin sinkt)
- Wird vom Modem genutzt, um **Fehlerresilienz** zu bewerten
- Geringer SNR Margin = **weniger Reserve** → potentiell instabil

### 🧠 Ist attenuation\_dB redundant?

**Nein – aber sie ergänzt den Margin sinnvoll:**

**Fall**

Du willst wissen, **ob eine Leitung prinzipiell gut genug ist** → attenuation\_dB entscheidend (z. B. <15 dB bei VDSL2 ideal)

**Wozu braucht man welchen Wert?**

## Fall

## Wozu braucht man welchen Wert?

Du willst wissen, **ob die Leitung aktuell stabil läuft** → snr\_margin\_dB wichtig

Du willst **Profilwechsel planen** (z. B. auf Supervectoring) → beides notwendig

Du willst **Störungen erkennen** → Margin viel empfindlicher, zeigt reale Schwankungen

---

### 💡 Beispiel:

Zwei Leitungen mit gleicher Dämpfung:

- Leitung A: ruhige Umgebung → snr\_margin\_dB = 9.5 dB
- Leitung B: Powerline-Störer → snr\_margin\_dB = 4.0 dB  
→ Obwohl die Dämpfung gleich ist, ist **nur Leitung A stabil betreibbar**

---

### 👉 Fazit:

attenuation\_dB ist **nicht redundant**, sondern ein **grundlegender physikalischer Parameter**. snr\_margin\_dB zeigt **die aktuelle Betriebsreserve**.

**Beide zusammen** liefern das beste Bild über die Leitungsqualität – besonders, wenn du Profile bewerten, Störungen einschätzen oder Langzeittrends erkennen willst.

### Du:

ok, Danke für die Klarstellung

### ChatGPT:

Sehr gerne! Wenn du später noch tiefer in HLOG, QLN, Bitswapping oder DE-/MELT-Messprotokolle einsteigen willst – oder z. B. eine Auswertung deiner JSON-Datei über Zeitreihen machen möchtest – helfe ich dir gerne weiter.

Viel Erfolg bei deiner DSL-Analyse! 💡 📊

### Du:

Ach ja, die Sache mit MELT und attenuation\_dB. Ich kenne das nur so, dass dort bei genau einer relativ niedrigen Frequenz gemessen wird. Also zumindest, wenn es automatisiert, geht über den MSAN Port. Ist das eventuell falsch?

### ChatGPT:

Nein, das ist im Prinzip **richtig – aber mit Einschränkungen**. Die Verwirrung kommt daher, dass **MELT** und die **betriebsseitige attenuation\_dB-Angabe** aus ganz verschiedenen Welten stammen und unterschiedlich arbeiten.

---

### 🔧 MELT: Metallic Line Test

#### Was MELT misst:

- **Physikalische Eigenschaften** der Leitung – unabhängig vom DSL-Betrieb

- Dazu zählen:
  - **Schleifenwiderstand (Loop Resistance)**
  - **Isolationswiderstand**
  - **Kapazität (z. B. gegen Erde)**
  - **Signalechos / Fehlerstellen**
  - Teilweise auch: **Reflexionen, Kabellänge, Unterbrechungen**

**Frequenzbezug:**

- **Typische MELT-Messung nutzt *sehr niedrige Frequenzen*** (z. B. wenige kHz bis max. 300 kHz)
- Warum?
  - Bei niedrigen Frequenzen sind die Messergebnisse **stabiler, eindeutiger** und gut für die **Lokalisierung von Fehlern**
  - Diese Frequenzen liegen **außerhalb des VDSL-Bandes** – somit keine Kollision mit DSL-Betrieb

 **Was MELT *nicht* tut:**

- **Keine vollständige spektrale Analyse** wie bei HLOG (z. B. 0–17 MHz)
- **Keine Aussage über verwendbare Datenraten**
- MELT misst **Leitungseigenschaften**, aber **nicht die tatsächliche DSL-Performance**

 **attenuation\_dB aus DSL (z. B. G.997.1)**

- Wird **vom DSL-Modem im Betrieb** berechnet
- Nutzt **HLOG (Frequenzgang der Leitung)** über den DSL-Bereich (z. B. 138 kHz–17.6 MHz bei Profil 17a)
- Ist also:

Ein *frequenzabhängiger* Dämpfungswert, **gewichtet oder gemittelt über viele Träger**

 **Unterschied auf den Punkt gebracht:**

	<b>MELT</b>	<b>DSL attenuation_dB</b>
Frequenzbereich	Sehr niedrig (kHz bis ~300 kHz)	138 kHz bis 17+ MHz
Ziel	Leitung auf Fehler prüfen	Trägernutzung bewerten
Frequenzauflösung	1 Punkt / pauschale Messung	Viele Punkte (Trägerweise, HLOG)
Einfluss von Störungen	Gering (außer bei Feuchtigkeit etc.)	Hoch (Störquellen verändern HLOG + Margin)
Kontext	MSAN-Port intern, auch ohne DSL-Modem	Nur im DSL-Sync-Betrieb verfügbar

✅ **Fazit:**

Du liegst richtig: **Automatisierte MELT-Messungen im MSAN arbeiten meist mit genau einer (niedrigen) Frequenz** oder mit statischen Verfahren – und liefern daher keine Aussage über DSL-Leistungsfähigkeit im Hochfrequenzbereich.

Daher sind **MELT** und **attenuation\_dB nicht direkt vergleichbar**, sondern ergänzen sich: MELT sagt dir, ob die Leitung **physikalisch gesund** ist, attenuation\_dB zeigt dir, wie gut sie sich **hochfrequent nutzen** lässt.

Wenn du willst, kann ich dir auch mal eine typische HLOG-Kurve oder MELT-Ausgabe skizzieren.

**Du:**

Ok, perfekt für mich

**ChatGPT:**

Freut mich, das zu hören! 😊 Wenn du irgendwann noch Fragen hast – sei es zu Layer 1-Fehlern, SNR-Verlauf über Zeit, Trägerdiagnose oder DSLAM-spezifischen Eigenheiten – stehe ich bereit.

Bis dahin: stabile Leitung und gute Bits! 💡 🔧 📊

**Du:**

Ab wann ist denn attenuation kritisch?

**ChatGPT:**

Sehr gute Frage – denn bei attenuation\_dB (Leitungsdämpfung) gibt es **keinen festen Grenzwert**, aber durchaus **Erfahrungswerte**, die sich je nach **DSL-Profil, Leitungslänge und Störsituation** bewährt haben.

📊 **Allgemeine Richtwerte für attenuation\_dB (Downstream)**

**Dämpfung [dB] Bedeutung (VDSL2 Profil 17a, 35b)**

<b>0–10 dB</b>	Exzellent – kurze Leitung, kaum Verlust
<b>10–17 dB</b>	Gut – gängige VDSL2-Strecken bis ca. 600–700 m
<b>17–22 dB</b>	Mittelmäßig – Bandbreite reduziert, aber meist stabil
<b>22–28 dB</b>	Schwach – Profilreduktion wahrscheinlich, Reserve gering
<b>&gt; 28 dB</b>	Kritisch – Leitung am Rand der Nutzbarkeit

⚠️ Bei **Supervectoring (35b)** oder **Profil 30a/35b** sind bereits ab **20 dB Dämpfung** starke Einbußen zu erwarten.

🔧 **Kontext beachten:**

- **Dämpfung ist frequenzabhängig:** Die Werte beziehen sich meist auf die **obersten nutzbaren Träger**
- Bei VDSL2-Profilen wie **17a (bis ~17.6 MHz)** wird dort die Dämpfung am stärksten
- **Je höher die Frequenz**, desto stärker die Dämpfung → je länger die Leitung, desto schlechter

 **Ab wann ist attenuation kritisch?**

- Wenn sie > **22 dB** liegt, solltest du prüfen:
  - Ist der **attainable rate** merklich niedriger als erwartet?
  - Gibt es **wenig SNR Margin** trotz niedriger Bitrate?
  - Treten **Fehler oder Resyncs** auf?
- Kritisch ist attenuation vor allem dann, wenn sie **in Kombination mit:**
  - **niedrigem SNR Margin (<6 dB)**
  - **hoher FEC/CRC-Fehlerrate**
  - **Reduktion der Bitloading-Träger**
  - **Retrains / Resyncs**

 **In deinem Fall:**

Du hattest im JSON:

```
"attenuation_dB": {
  "downstream": 14.2,
  "upstream": 8.1
}
```

Das ist **exzellent bis sehr gut** für ein VDSL2-17a-Profil bei 620 m Leitungslänge – ganz im grünen Bereich 

→ Du hast noch **Reserven**, und deine attainable\_rate\_kbps bestätigt das.

 **Fazit:**

**Kritisch wird attenuation ab etwa 22–28 dB**, je nach Profil und Leitung.

Aber: Die Bewertung hängt **immer vom Kontext** ab – vor allem in Verbindung mit SNR Margin, Trägerauslastung und Fehlerraten.

Wenn du willst, kann ich dir gern ein kleines Tool bauen, das attenuation, SNR und Trägerausfall gemeinsam bewertet – auf Basis deiner JSON-Daten.

**Du:**

im upstream ist es nicht so streng, oder? Reichen da auch 25 dB, z.B.?

**ChatGPT:**

Ganz genau – **im Upstream ist eine höhere Dämpfung (z. B. 25 dB) nicht automatisch kritisch**, und das hat mehrere technische Gründe:

 **Unterschiede zwischen Downstream und Upstream:**

Faktor	Downstream	Upstream
Leistung	Hohe DSLAM-Sendeleistung	Niedrigere Sendeleistung am Modem
Empfänger	DSL-Modem (Kunde)	DSLAM (zentral, hochwertiger Empfänger)
Empfindlichkeit	Häufig störanfälliger	DSLAM kann besser mit schwachen Signalen umgehen

Faktor	Downstream	Upstream
Frequenzbereich	138 kHz – ~17 MHz (oder 35 MHz)	<138 kHz bis ca. 3 MHz
Trägeranzahl	Hunderte	Deutlich weniger

### Was bedeutet das für attenuation im Upstream?

- **25 dB attenuation im Upstream ist nicht automatisch schlecht**
- Wichtig ist:
  - Wie hoch ist der **SNR Margin upstream**?
  - Gibt es **CRC/FEC-Fehler** im Upstream?
  - Ist die **actual\_rate\_kbps.upstream** noch in einem sinnvollen Bereich?

### Faustregel:

#### Upstream attenuation Bewertung

0 – 10 dB	Hervorragend
10 – 20 dB	Gut, üblich für bis ca. 800 m
20 – 28 dB	Grenzwertig, aber noch nutzbar
>28 dB	Mögliche Bandbreiten-/Stabilitätsprobleme

**Wichtig:** Auch 25 dB Upstream-Dämpfung kann **völlig okay** sein, **wenn:**

- Die Verbindung stabil bleibt
- Die SNR Margin über ca. **6 dB** liegt
- Kein hoher Fehlerzähler im Upstream zu sehen ist

### In deinem Fall:

```
"attenuation_dB": {
  "upstream": 8.1
}
```

→ Das ist **top**. Auch 15–20 dB wären meist noch problemlos, 25 dB wäre **noch nicht kritisch**, solange der Rest stimmt.

### Fazit:

Ja – **Upstream darf mehr Dämpfung haben**, da der DSLAM als Empfänger deutlich robuster ist. Entscheidend ist nicht der dB-Wert allein, sondern **Fehlerfreiheit, Margin und Stabilität**.

Wenn du willst, kann ich dir auch mal ein vereinfachtes Bewertungsmodell für Dämpfung + Margin + Bitrate mitgeben.

**Du:**

Ganz weit oben gibt es einen summary Container. Werden die min Wert hier mitgezählt, bei denen der Träger eigentlich gesperrt ist?

#### ChatGPT:

Sehr gute Beobachtung – und ja, das ist eine berechnigte Frage, denn **die Berechnung von snr\_margin\_dB.min hängt davon ab, ob gesperrte Träger (Notches oder Bitloading = 0) einbezogen werden oder nicht.**

---

#### Die Antwort lautet im Regelfall:

**Nein – gesperrte Träger (z. B. durch Notching, Impulsstörung oder niedrige SNR) werden bei der Margin-Statistik nicht mitgezählt.**

---

#### Hintergrund:

- Ein „**gesperrter Träger**“ (Bitloading = 0) bedeutet:
  - 👉 Kein Signalübertragungsversuch – also auch **keine SNR-Berechnung**
- Der snr\_margin ist **nur für aktive (belegte) Träger definiert**
- Typischerweise stammen Werte wie:

```
"snr_margin_dB": {
  "downstream": {
    "min": 6.1,
    "avg": 9.4,
    "max": 12.3
  }
}
```

aus einer **Träger-basierten Aggregation, nur über belegte Subcarrier**

---

#### Beispiel zur Veranschaulichung:

Angenommen:

- Frequenzbereich von Träger 0 bis 3999
- Davon sind 3500 aktiv (Bitloading > 0)
- Die restlichen 500 sind:
  - durch Notching gesperrt (z. B. Amateurfunkband)
  - oder bei so schlechtem SNR, dass das Modem sie deaktiviert hat

Dann:

- min, avg, max werden **nur aus den 3500 aktiven Trägern** berechnet
- Die gesperrten Träger **senken nicht den min-Wert**

---

#### Ausnahmefälle:

Einige Modems oder MSAN-Implementierungen **könnten** auf Layer 1 zusätzliche Logging-Informationen bereitstellen, etwa:

- Lowest SNR across all scanned frequencies (inkl. unbenutzter Träger)

- Histogramme oder Spektraldaten (z. B. QLN oder SNR vs. Träger)

Aber: **Standardisierte SNR-Margen (z. B. in G.997.1)** beziehen sich **immer nur auf aktive Träger**.

 **Fazit:**

Der min-Wert im snr\_margin\_dB summary-Container **ignoriert gesperrte Träger**. Er reflektiert den **niedrigsten SNR Margin unter den genutzten Trägern**, nicht aller theoretisch möglichen.

Wenn du willst, kann ich dir eine Beispielauswertung generieren, die das visuell zeigt – etwa mit einem Trägerdiagramm aus deiner JSON-Datei.

**Du:**

Kann VDSL mit einem durchschnittlichen SNR von 6 dB etwas anfangen?

**ChatGPT:**

Kurze Antwort:

**Ja – VDSL kann mit einem durchschnittlichen SNR von 6 dB grundsätzlich arbeiten**, aber es ist die **absolute Untergrenze für einen stabilen Betrieb**. Ab diesem Wert wird es **kritisch**, besonders wenn noch Störungen oder Impulsrauschen auftreten.

 **Was bedeutet ein SNR von 6 dB?**

- **6 dB SNR Margin** ist das **übliche Minimum**, das ein VDSL-Modem beim **Training (Handshake)** aushandelt, um überhaupt zu synchronisieren
- Der Wert bedeutet: Das Nutzsignal liegt **6 dB über dem Störpegel**
- Bei 6 dB ist **kein großer Spielraum** mehr für:
  - Impulsrauschen
  - HF-Störer
  - Crosstalk (NEXT, FEXT)
  - Spannungseinbrüche

 **Auswirkungen:**

**SNR Margin Interpretation Erwartbares Verhalten**

<b>&gt;10 dB</b>	Gesund	Stabil, hohe Bitrate, gute Reserven
<b>7–10 dB</b>	Grenzbereich	Stabil, aber reagiert auf Störungen
<b>~6 dB</b>	Kritisch	<b>Störanfällig</b> , Resyncs möglich
<b>&lt;6 dB</b>	Instabil	Bitfehler, Verbindungsabbrüche, Retrans

 **Technische Hintergründe:**

- Bei 6 dB **bleiben Modulationen wie 64-QAM oder 128-QAM noch möglich**, aber nur auf guten Trägern

- VDSL2 nutzt **Bitswapping und Interleaving**, um Fehler zu kompensieren – **sofern FEC aktiv ist**
- Wenn **Impulse Noise Protection (INP)** oder **G.INP (Retransmission)** aktiv ist, kann 6 dB noch reichen

✂ **Empfehlungen bei dauerhaft 6 dB:**

- **SNR-Monitoring aktivieren**, um Schwankungen zu erkennen
- Prüfen:
  - crc\_errors, fec\_corrections
  - ses\_seconds (Severely Errored Seconds)
  - retrain-Zähler
- Ggf. Reduktion des DSL-Profiles in Betracht ziehen, um Reserve zu gewinnen

✅ **Fazit:**

**Ja – VDSL kann mit einem Durchschnitts-SNR von 6 dB laufen, aber es ist absolut grenzwertig.**

Ein so niedriges Margin bedeutet: **Jede kleine Störung kann die Verbindung aus dem Tritt bringen.**

Wenn du Stabilität willst, sollten **mindestens 8–9 dB Margin im Mittel** anliegen.

Wenn du mir deine SNR-Verteilung oder Zeitreihe gibst, kann ich dir auch zeigen, ob du im Risiko bist oder nicht.

**Du:**

wieviele Träger gab es nochmal bei welchem DSL Connection profile?

**ChatGPT:**

Gute Frage – die **Anzahl der Träger (Subcarriers)** bei DSL hängt direkt vom **verwendeten Profil** ab, also z. B. bei VDSL2 nach ITU-T G.993.2.

Hier ist eine Übersicht für die **gängigen VDSL2-Profile:**

📶 **VDSL2 Trägerübersicht (pro Profil)**

Profil	Max. Bandbreite	Frequenzbereich	FFT-Größe	Anzahl nutzbarer Träger (Nsc)
<b>8a/b/c/d</b>	bis 8,5 MHz	~0 – 8,5 MHz	2048	ca. <b>1800</b> (Träger 0–2047, minus Reserve)
<b>12a/b</b>	bis 12 MHz	~0 – 12 MHz	2048	ca. <b>2000+</b>
<b>17a</b>	bis 17,664 MHz	~0 – 17,6 MHz	4096	ca. <b>3400–3800</b>
<b>30a</b>	bis 30 MHz	~0 – 30 MHz	8192	ca. <b>7000+</b>
<b>35b (SuperVector)</b>	bis 35 MHz	~0 – 35 MHz	8192	ca. <b>8000</b>

⚠ Nicht alle Träger sind für Nutzdaten – einige sind:

- für Pilotton, Synchronisation
- durch Notching reserviert
- durch das Bandplan-Layout deaktiviert (z. B. Schutzbänder zwischen US/DS)

---

🔍 **Beispiel: Dein Fall (VDSL2 17a)**

Du hast im JSON:

```
"profile": "VDSL2_17a"
```

→ Das heißt:

- FFT-Größe: 4096
- Subcarrier-Spannung: ~4.3125 kHz pro Träger
- Frequenzbereich: bis 17.664 MHz
- Effektiv **ca. 3400–3800 nutzbare Träger**

Beispielträger:

- **Träger 0–31:** Upstream 1
- **Träger 32–511:** Downstream 1
- **Träger 512–1199:** Upstream 2
- **Träger 1200–4095:** Downstream 2 (je nach Bandplan)

---

📌 **Wichtig:**

- Die genaue **Anzahl der belegten Träger** ist individuell abhängig von:
  - **Bandplan & Vectoring-Konfiguration**
  - **Notching (z. B. Amateurfunk, Impulsstörungen)**
  - **Dämpfung / Leitungslänge**
  - **SNR je Subcarrier**

---

✅ **Fazit:**

**Profil**      **Ca. Trägerzahl nutzbar**

VDSL2 8a    ~1800

VDSL2 17a ~3500

VDSL2 35b ~8000

Wenn du willst, kann ich dir auch ein Mapping zeigen, wie sich z. B. Subcarrier-Index in Frequenz (Hz) umrechnet und wie viele Bits pro Träger sinnvoll sind – passend zu deiner Leitung.

**Du:**

Kannst du mir das noch nach Up und Down aufgliedern? Ca. reicht, für jedes Profil?

**ChatGPT:**

Sehr gerne! Hier ist eine Übersicht über die **ungefähre Trägerverteilung zwischen Upstream und Downstream** für die wichtigsten **VDSL2-Profilen** nach ITU-T G.993.2 (Standardeinstellungen, Annex B, Europa-typischer Bandplan).

### VDSL2-Profilen: Trägerverteilung (ungefähr)

Profil	FFT-Größe	Gesamtträger	Upstream-Träger	Downstream-Träger	Bemerkung
8a	2048	~1800	~400	~1400	Bis 8,5 MHz
12a	2048	~2000	~450	~1550	Bis 12 MHz
17a	4096	~3500–3800	~700–850	~2700–3000	Bis 17,664 MHz
30a	8192	~7000	~1500	~5500	Weniger verbreitet
35b	8192	~8000	~1700	~6300	Supervectoring-Profil

### Näherungsweise Trägerbereiche für VDSL2 17a

Im üblichen **Bandplan (Annex B)** ergibt sich folgendes:

- **Träger 0–31:** *nicht nutzbar* (Pilot + Schutzband)
- **Träger 32–511:** **Downstream (DS1)**
- **Träger 512–1199:** **Upstream (US2)**
- **Träger 1200–2771:** **Downstream (DS2)**
- **Träger 2772–4095:** ggf. **frei/Reserviert**, oder nicht genutzt wegen Dämpfung/Noise

Effektiv aktiv (je nach Leitungslänge) meist:

- **Downstream aktiv:** ~2700–3000 Träger
- **Upstream aktiv:** ~700–850 Träger

### Hinweise

- **Nicht alle Träger sind belegt!**
  - Geringe Leitungsqualität → weniger genutzte Träger
  - **Notches** (z. B. Amateurfunkband) sperren Frequenzbereiche → Träger fallen weg
- **Bitloading** pro Träger variiert (1–15 Bits je nach SNR)
- **Vectoring** kann die Nutzbarkeit und Aufteilung optimieren

### Fazit

Für jedes VDSL2-Profil gilt ungefähr:

#### Profil Träger total Upstream Downstream

8a	~1800	~400	~1400
12a	~2000	~450	~1550

**Profil Träger total Upstream Downstream**

17a	~3600	~800	~2800
30a	~7000	~1500	~5500
35b	~8000	~1700	~6300

Wenn du mir dein tatsächliches Bitloading gibst, könnte ich dir auch ausrechnen, wie viele Träger gerade **aktiv genutzt** werden – das ist oft weniger als das theoretische Maximum.

**Du:**

Dsa sind ja VDSL-Bandpläne, kannst du mir auch ADSL Bandpläne nennen?

**ChatGPT:**

Absolut – hier ist eine Übersicht über die **ADSL-Bandpläne**, die im Wesentlichen durch **ITU-T G.992.1 / G.992.3 / G.992.5** (ADSL / ADSL2 / ADSL2+) definiert sind.

 **Übersicht: ADSL, ADSL2 und ADSL2+ Bandpläne (Annex A / B / M)**

Standard	Name	Max. Frequenz	Max. Downstream	Max. Upstream	Bemerkung
G.992.1	ADSL (1)	1.1 MHz	~8 Mbit/s	~1 Mbit/s	Basisversion
G.992.3	ADSL2	1.1 MHz	~12 Mbit/s	~1.3 Mbit/s	Verbesserte Modulation
G.992.5	ADSL2+	<b>2.2 MHz</b>	<b>~24 Mbit/s</b>	~1.4 Mbit/s	Nutzung von doppeltem DS-Spektrum
G.992.5 Annex M	ADSL2+M	2.2 MHz	~16 Mbit/s	<b>~3.3 Mbit/s</b>	Upstream erweitert

 **ADSL2+ Bandplan (Annex A, 2.2 MHz)**

**Trägeraufteilung:**

- **Träger 0–31:** Pilot, nicht verwendet
- **Träger 32–63:** Upstream
- **Träger 64–255:** Downstream

→ Insgesamt:

- **256 Subcarrier** (FFT-Größe: 512)
- **4.3125 kHz** pro Träger  
→  $256 \times 4.3125 \text{ kHz} = \mathbf{1.104 \text{ MHz}}$  nutzbare Bandbreite

**ADSL2+ erweitert das Downstream-Spektrum:**

- Nutzt Träger **256–511** zusätzlich für DS (bis 2.2 MHz)

 **Trägerübersicht bei ADSL2+ (Annex A)**

### Trägerbereich Frequenzbereich Verwendung

0	0 Hz	DC / Pilot
1–31	Reserve	
32–63	138–276 kHz	<b>Upstream</b>
64–255	276–1104 kHz	<b>Downstream</b>
256–511	1104–2208 kHz	<b>Downstream</b> (nur ADSL2+)

⚠ Die genaue Trägernutzung hängt vom verwendeten Annex (A/B/M), Notching, Leitungsqualität und DSLAM-Konfiguration ab.

### 🧠 Vergleich: Annex A vs. Annex B

#### Annex Split-Frequenz Bemerkung

A	~138 kHz	Für analoge Telefonie (POTS)
B	~276 kHz	Für ISDN-kompatible Länder (z. B. DE)

→ Dadurch beginnt der **Downstream** bei Annex B höher – was oft etwas geringere DS-Raten bedeutet.

### ✅ Fazit (für ADSL2+ Annex B)

Bereich	Träger	Frequenzbereich	Zweck
US	32–63	276–552 kHz	Upstream
DS	64–255	552–1104 kHz	Downstream
DS (2+)	256–511	1104–2208 kHz	Downstream (extra)

Wenn du magst, kann ich dir auch eine grafische Darstellung des Bandplans als Diagramm oder HTML-Datei exportieren.

### Du:

Und da heißt das Profil dann nicht 5, 6 oder 7, sondern ADSL2+ und so fort?

### ChatGPT:

Ganz genau – bei **ADSL** (einschließlich ADSL2 und ADSL2+) gibt es **keine numerischen Profilnamen wie bei VDSL2 (z. B. 8a, 17a, 35b)**.

Stattdessen werden die **ADSL-Varianten durch den ITU-T Standardnamen bezeichnet**, kombiniert mit dem verwendeten **Annex**:

### ✅ ADSL-Profilbezeichnungen:

Standard Name / Profilbezeichnung	Annex-Typen	Typische Bezeichnung
G.992.1 ADSL	Annex A, B	„ADSL“ oder „ADSL (G.dmt)“

**Standard Name / Profilbezeichnung Annex-Typen Typische Bezeichnung**

G.992.2	G.lite	Annex A	„ADSL Lite“
G.992.3	ADSL2	Annex A, B, J, L	„ADSL2“
G.992.5	ADSL2+	Annex A, B, M	„ADSL2+“

 **Wozu die Annexes?**

- **Annex A** = für analoge Telefonie (POTS)
- **Annex B** = für ISDN (Deutschland, Schweiz, Österreich etc.)
- **Annex M** = erhöhtes Upstream (auf Kosten von etwas DS)
- **Annex J / L** = Sonderformen mit unterschiedlichen Bandplänen

 **Zusammenfassung**

Wenn du z. B. in einem DSLAM oder einem Router siehst:

- G.992.5 Annex B → Das ist **ADSL2+ über ISDN-Leitungsstruktur**
- G.992.3 Annex A → Das ist **ADSL2 über analoger Leitung**
- G.992.5 Annex M → Das ist **ADSL2+ mit erweitertem Upstream**

Im Gegensatz dazu definiert **VDSL2 (G.993.2)** seine Profile numerisch:

- Profile 8a, 12b, 17a, 30a, 35b usw.

Falls du möchtest, kann ich dir auch eine Tabelle erstellen, die ADSL/ADSL2/ADSL2+ mit VDSL-Profilen vergleicht – zum Beispiel hinsichtlich Frequenzbereich, Trägeranzahl, Bandbreite etc.

**Du:**

Oh ja, gerne

**ChatGPT:**

Sehr gern – hier ist eine **Vergleichstabelle ADSL ↔ VDSL2**, die dir die wichtigsten technischen Unterschiede zwischen den Standards zeigt:

 **Vergleichstabelle: ADSL / ADSL2 / ADSL2+ vs. VDSL2**

Merkmal	ADSL (G.992.1)	ADSL2+ (G.992.5)	VDSL2 8a	VDSL2 17a	VDSL2 35b
Max. Frequenz	~1.1 MHz	~2.2 MHz	~8.5 MHz	~17.6 MHz	~35 MHz
Trägeranzahl (Subcarriers)	256	512	1024	2048	4096
Trägerabstand	4.3125 kHz	4.3125 kHz	4.3125 kHz	4.3125 kHz	4.3125 kHz
FFT-Größe	512	1024	2048	4096	8192

Merkmal	ADSL (G.992.1)	ADSL2+ (G.992.5)	VDSL2 8a	VDSL2 17a	VDSL2 35b
Max. Downstream	~8 Mbit/s	~24 Mbit/s	~50 Mbit/s	~100 Mbit/s	>300 Mbit/s
Max. Upstream	~1 Mbit/s	~3.3 Mbit/s (Annex M)	~20 Mbit/s	~40 Mbit/s	>50 Mbit/s
Duplex-Art	FDD (Frequency)	FDD	FDD (oder TDD)	FDD	FDD
Typische Leitungslänge	bis 5,5 km	bis 3–4 km	<1.8 km	<1.3 km	<0.8 km
Typische Dämpfung	niedrig	mittel	hoch (bei langen Leitungen)	sehr hoch (wenn Leitung lang)	sehr hoch
Vectoring möglich	✗ Nein	✗ Nein	✓ Teilweise	✓ Ja	✓ Ja
G.INP (Retransmission)	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
Bandbreitenverwendung	Asymmetrisch	Asymmetrisch	Asymmetrisch	Asymmetrisch	Asymmetrisch

#### ✿ Was bedeutet das?

- **ADSL/ADSL2+:** für lange Leitungen, günstige Technik, aber begrenzte Datenraten.
- **VDSL2 (8a/17a):** höhere Bandbreite, aber nur über kurze Entfernungen sinnvoll.
- **VDSL2 35b („Supervectoring“):** erfordert sehr kurze Leitungen, bietet aber deutlich mehr Durchsatz.

Möchtest du diese Tabelle auch als PDF oder HTML-Datei für späteren Gebrauch?

**Du:**

Gibt es auch ein VDSL1?

**ChatGPT:**

Gute Frage – und die kurze Antwort lautet:

**Ja, es gab ein „VDSL1“, aber es war ein komplett anderer Standard als VDSL2.**

#### 📄 Was war VDSL1?

- **VDSL1** ist der inoffizielle Name für die erste VDSL-Spezifikation:
  - Technisch basiert auf dem **ITU-T Standard G.993.1**
  - Wurde **2004** verabschiedet, vor G.993.2 (VDSL2)
- Es war **nicht interoperabel mit VDSL2** – andere Modulation, andere Technik
- Kam **fast nie im Massenmarkt zum Einsatz** (hauptsächlich Pilotnetze und Nischenmärkte)

### ⚙️ Technische Merkmale von VDSL1 (G.993.1):

<b>Merkmal</b>	<b>VDSL1</b>
<b>Standard</b>	ITU-T G.993.1
<b>Modulation</b>	QAM oder DMT (variabel)
<b>Max. Frequenz</b>	bis 12 MHz
<b>Max. Downstream</b>	bis 52 Mbit/s
<b>Max. Upstream</b>	bis 16–26 Mbit/s
<b>Leitungslänge</b>	nur < 1 km sinnvoll
<b>Bandaufteilung</b>	Statisch (FDD, manchmal TDD)
<b>Vectoring</b>	❌ nicht unterstützt
<b>Einsatzgebiet</b>	Teilweise in Korea, USA, Schweiz (Pilot)

### 📄 Warum wurde es abgelöst?

- **VDSL2 (G.993.2)** ist universeller, flexibler und rückwärtskompatibel zu ADSL2/2+
- **VDSL1 war inkompatibel** mit allem davor und nicht zukunftssicher
- Geringe internationale Verbreitung → kaum Geräte- oder Provider-Support

### 📄 Fazit

Es **gab ein VDSL1 (G.993.1)** – technisch korrekt –, aber es war ein „gescheiterter Vorläufer“ von VDSL2.

**VDSL2 (G.993.2)** ist heute der einzige gebräuchliche VDSL-Standard. Wenn von „VDSL“ die Rede ist, ist **immer VDSL2** gemeint.

Wenn du magst, kann ich dir eine kleine Evolutionstabelle von ADSL → VDSL1 → VDSL2 machen.

**Du:**

Wieviele Resyncs pro Tag an einer DSL line sind noch in Ordnung würdest du meinen?

**ChatGPT:**

Gute Frage – die Antwort hängt stark vom **Nutzungsprofil**, dem **Trägermodulationsstandard** (z. B. VDSL2 mit Vectoring oder ohne), und den **Anforderungen des Betreibers** ab. Aber hier eine solide Orientierung aus technischer Sicht:

### ✅ Richtwert für "normale" DSL-Stabilität

#### Resyncs pro Tag **Einschätzung**

**0** Optimal – Leitung sehr stabil

**1 (gelegentlich)** Unbedenklich, kann z. B. an Firmware- oder Stromereignis liegen

## Resyncs pro Tag **Einschätzung**

- 2–3 Leicht auffällig, sollte beobachtet werden
- >3 / Tag **Nicht mehr in Ordnung** – Hinweis auf Instabilität
- 

### Technische oder betriebliche Toleranzbereiche

- **Consumer-DSL (z. B. Zuhause)**  
→ Meist toleriert man **einzelne Resyncs pro Woche**, solange die Leistung gut ist und keine Abbrüche im Nutzungsverhalten auffallen.
  - **Business-DSL oder SDSL**  
→ **0 Resyncs pro Tag** ist Pflicht. Resyncs werden als Fehler gewertet.
  - **Entscheidender Punkt** ist oft:
    - Wie lange dauert ein Resync (Synchronisationsdauer)?
    - Wie häufig passiert er zur **Nutzungszeit**?
    - Geht **Datenverlust oder PPP-Disconnect** damit einher?
- 

### Typische Ursachen für häufige Resyncs

- **Störung auf der Leitung** (Übersprechen, Einstrahlung, Korrosion, Feuchtigkeit)
  - **Wackelkontakte / Hausverkabelung**
  - **Netzteil-Störungen am Router**
  - **DECT-/Powerline-Störungen im VDSL-Bereich**
  - **Firmware-Probleme** (Router/Modem/DSLAM)
  - **Starke Impulsstörungen** (z. B. durch andere Haushaltsgeräte)
- 

### Was tun bei $\geq 3$ Resyncs/Tag?

1. Leitungslänge und Dämpfung checken
  2. DSL-Spektrum ansehen (z. B. Notches, SNR Margin Drops)
  3. Eventuell **G.INP deaktivieren / aktivieren testen**
  4. Monitoring einrichten: alle 15 Minuten Werte loggen
  5. Routerlog auf „DSL ist nicht verfügbar“ / „Neuaufbau“ prüfen
- 

### Fazit

**1 Resync/Tag oder weniger** = unproblematisch

**2–3 Resyncs/Tag regelmäßig** = grenzwertig

**Mehr als 3 Resyncs pro Tag** = **Hinweis auf Störung**, genauere Analyse empfohlen

Wenn du magst, kann ich dir auch ein Skript machen, das Resyncs aus DSL-Protokollen über 24h zählt und aufschlüsselt.

**Du:**

Ok, ich muss nochmal auf die FEC zurückkommen. Eine gewissen ziemlich große Zahl von Korrekturen ist tolerierbar, sofern es sich auf der nächsten Ebene nicht als Fehler bemerkbar macht, was ein CEC wäre, soweit richtig? Kannst du mir die Größenordnungen für Gut, Brauchbar und Kritisch nennen?

**ChatGPT:**

Ja, deine Einschätzung ist im Prinzip richtig:

**FEC (Forward Error Correction)** schützt vor echten Datenfehlern und ist **völlig normal** in jeder DSL-Verbindung mit **G.INP oder Interleaving** aktiv.

**CEC (Codeword Error Count)** hingegen sind **nicht korrigierbare Fehler** – und die **entscheidenden Kandidaten** für Paketverluste oder Streaming-Störungen.

 **Begriffszuordnung nochmal kurz:**

Kürzel	Bedeutung	Korrigierbar?	Folge
<b>FEC</b>	Forward Error Correction	✓ Ja	keine Störung sichtbar
<b>CRC</b>	Cyclic Redundancy Check Fehler	✗ Nein	Paket wird verworfen
<b>HEC</b>	Header Error Control (ATM)	✗ Nein	ATM Layer betroffen
<b>CEC</b>	Codeword Error Count (G.INP)	✗ Nein	bei G.INP: Paketverlust, Retransmit

 **Bewertung von FEC-Zahlen (z. B. downstream)**

Die genaue Toleranz hängt vom Profil (z. B. 17a), der Leitungslänge, Modemtyp etc. ab – aber hier ist eine solide:

✓ **Richtwert-Tabelle für FEC-Corrections (pro 15 Minuten)**

FEC-Werte (pro 15 Min)	Bewertung	Kommentar
<b>0 – 5.000</b>	Sehr gut	Glatte Leitung, evtl. sogar ohne Interleaving
<b>5.000 – 50.000</b>	Gut	Normale Ausgleichsleistung
<b>50.000 – 250.000</b>	Tolerabel	Leitung hat deutliche Störungen, aber geschützt
<b>&gt;250.000 – 1.000.000</b>	Auffällig	Leitung unter Belastung, ggf. instabil bei Last
<b>&gt;1.000.000</b>	Kritisch	Leitung stößt an ihre Grenze, Sync-Abbrüche wahrscheinlich

 **Und wie sieht es mit CEC aus?**

**CEC-Werte (pro 15 Min) Bewertung**

<b>0</b>	Optimal
<b>1 – 10</b>	Ok
<b>&gt;10</b>	Grenzwertig

**CEC-Werte (pro 15 Min) Bewertung****>100** Nicht akzeptabel **Wichtige Hinweise**

- **Viele FECs allein = nicht schlimm**, solange sie erfolgreich sind.
- **Viele CRCs oder CECs = ernst zu nehmen**, denn sie wirken sich **auf Layer 2/3 sichtbar** aus.
- **Streaming/VoIP** ist besonders empfindlich gegenüber nicht-korrigierbaren Fehlern (CEC/CRC).

 **Tipp zur Auswertung**

Wenn du FEC/CRC/CEC-Werte über z. B. 24 Stunden loggst (etwa mit 15-Minuten-Intervallen), kannst du Schwankungen erkennen, z. B.:

- **Tageszeiten mit mehr Störungen**
- **Impulsstörer im Haushalt**
- **DECT/Powerline-Nutzung**

Wenn du möchtest, kann ich dir auch eine einfache Visualisierung oder Formel zur Normalisierung von FECs über Leitungsrate und Dauer geben (z. B. FECs pro Mbit/s pro Stunde). Sag einfach Bescheid!

**Du:**

Och ja, eine Formel kannst du mir gerne mal geben

**ChatGPT:**

Natürlich! Hier ist eine einfache und praxisnahe Formel, mit der du die **FEC-Korrekturen normieren** kannst – z. B. auf **pro Mbit/s Leitungsrate und pro Stunde**, um verschiedene Leitungen vergleichbar zu machen.

 **Normierte FEC-Formel**

text

KopierenBearbeiten

$$\text{FEC\_norm} = (\text{FEC\_total}) / (\text{Dauer\_stunden} \times \text{Bandbreite\_Mbps})$$
 **Parameter:**

- FEC\_total → Anzahl der FEC-Korrekturen in der gemessenen Zeit
- Dauer\_stunden → Beobachtungszeitraum in Stunden
- Bandbreite\_Mbps → tatsächliche DSL-Bitrate (z. B. actual\_rate\_kbps / 1000)

 **Beispiel**

Angenommen:

- FEC\_total = **240.000** Korrekturen
- Beobachtungszeitraum = **6 Stunden**
- actual\_rate\_kbps = **60.000** → also **60 Mbit/s**

Dann:

$$\begin{aligned} \text{FEC\_norm} &= 240.000 / (6 \times 60) \\ &= 240.000 / 360 \\ &= 666,7 \text{ FEC pro Mbit/s pro Stunde} \end{aligned}$$

### **Bewertung nach Normwert**

#### **FEC\_norm (FECs / Mbit / h) Bewertung**

< 500	Sehr gut
500 – 2000	Normal / stabil
2000 – 5000	Belastet
> 5000	Kritisch

### **Erweiterung**

Wenn du **upstream und downstream getrennt** betrachten möchtest, nutze zwei getrennte Normformeln:

$$\text{FEC\_norm\_down} = \text{FEC\_down} / (\text{h} \times \text{down\_rate\_Mbps})$$

$$\text{FEC\_norm\_up} = \text{FEC\_up} / (\text{h} \times \text{up\_rate\_Mbps})$$

Wenn du möchtest, erstelle ich dir auch gerne ein Skript oder eine kleine Excel-Vorlage dafür!

#### **Du:**

Weiter oben in unserem Dialog ging es um Monitoring Wert in einem 15 min bucket. Da stehen auch attainable rates drin. Warum nicht actual rates? Oder ist das in diesem Zusammenhang das gleiche?

#### **ChatGPT:**

Sehr gute Frage – und tatsächlich steckt da eine häufig übersehene Feinheit drin. Lass uns das sauber auseinandernehmen:

### **Unterschied zwischen *Attainable Rate* und *Actual Rate***

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
<b>Attainable Rate</b>	Die <b>theoretisch maximal mögliche</b> Rate laut physikalischer Leitung (unter Idealbedingungen) zum Messzeitpunkt.
<b>Actual Rate</b>	Die <b>tatsächlich synchronisierte</b> Datenrate – also der ausgehandelte Wert beim letzten DSL-Sync.

## 🕒 Warum zeigen viele Monitoring-Systeme (15-Minuten-Buckets) nur attainable rate?

### 📌 Grund #1:

#### Actual Rate ändert sich selten.

Sie wird *nur bei einem neuen Sync* neu ausgehandelt – also wenn die Leitung **resync**t oder der Router neu startet. In den meisten Fällen bleibt sie tagelang gleich.

→ Daher wäre es **sinnlos, alle 15 Minuten denselben Wert zu loggen.**

### 📌 Grund #2:

#### Attainable Rate ist dynamisch.

Sie hängt ab von:

- aktueller Dämpfung (z. B. durch Wetter, Störungen)
- momentaner Störkulisse (z. B. Powerline, DECT-Nutzung)
- Zeit des Tages (Übersprechen ändert sich)

→ Die *attainable rate* ist somit ein idealer **Indikator für die "Gesundheit" der Leitung in Echtzeit.**

## 🇩🇪 Was sagt das über die Leitung?

Szenario	Bedeutung
<b>Attainable <math>\approx</math> Actual</b>	Leitung arbeitet nahe an Kapazitätsgrenze – optimal
<b>Attainable deutlich &gt; Actual</b>	Gute Reserve vorhanden (z. B. 30%+)
<b>Attainable &lt; Actual (selten)</b>	Leitung hat sich verschlechtert – Resync nötig

*Letzteres ist selten, da die attainable rate ja unterhalb der synchronisierten rate gar nicht liegen sollte – außer bei falscher Firmwareanzeige oder kurzer Störung.*

### ✅ Fazit:

**Attainable rate ist der interessantere Monitoring-Wert** im laufenden Betrieb, weil sie sich **kontinuierlich verändert.**

**Actual rate** ist hingegen **fix** – und wird meist nur **beim Start oder Sync** in andere Logs (z. B. `showtime_stats`) geschrieben.

Wenn du willst, kann ich dir ein kleines JSON- oder CSV-Schema für ein 15-Minuten-Monitoring-Log entwerfen, das genau diese Unterschiede sinnvoll berücksichtigt.

### Du:

ja, gerne ein Muster noch einmal

### ChatGPT:

Hier ist ein **Beispielschema für ein DSL-Monitoring-Log mit 15-Minuten-Buckets**, das sich gut für Speicherung, Analyse oder Visualisierung (z. B. in Grafana, ELK, Prometheus) eignet.

 **DSL-Monitoring-Log (Schema)**

```
{
  "timestamp": "2025-08-06T12:00:00Z",
  "bucket_duration_minutes": 15,

  "line_state": "showtime",
  "resync_occurred": false,

  "attainable_rate_kbps": {
    "downstream": 94200,
    "upstream": 27800
  },

  "snr_margin_dB": {
    "downstream": 8.5,
    "upstream": 9.1
  },

  "crc_errors": {
    "downstream": 3,
    "upstream": 0
  },

  "fec_corrections": {
    "downstream": 4523,
    "upstream": 78
  },

  "bit_swaps": {
    "downstream": 32,
    "upstream": 5
  },

  "es_seconds": {
    "downstream": 0,
    "upstream": 0
  },

  "los_occurred": false,
  "lof_occurred": false,

  "avg_line_attenuation_dB": {
    "downstream": 14.2,
    "upstream": 8.3
  },

  "min_snr_margin_dB": {
    "downstream": 7.4,
    "upstream": 8.6
  },

  "max_snr_margin_dB": {
    "downstream": 9.8,
    "upstream": 9.9
  },

  "note": "stable"
}
```

}

---

 **Hinweise zur Struktur:**

<b>Feld</b>	<b>Bedeutung</b>
timestamp	Startzeitpunkt des Buckets
resync_occurred	True, wenn in diesem Intervall ein Resync stattfand
attainable_rate_kbps	Dynamischer Indikator für Leitungskapazität
crc_errors / fec_corrections	Zähler innerhalb des Buckets – nicht kumulativ
bit_swaps	Anzahl dynamischer Bit-Rekonfigurationen (z. B. G.INP)
es_seconds	Error Seconds in diesem Zeitraum
note	Optional: qualitative Bewertung („stable“, „degraded“, „severe noise“)

---