

Netzwerkadministrator zum Mitreisen gesucht!



Was AVB-Audionetzwerken
für die professionelle
Musikproduktion noch fehlt

Marc Schettke
ton@schettke.com

Aristotelis Hadjakos
hadjakos@hfm-detmold.de

AVB - Technologieüberblick - IEEE-Standards

Audio Video Bridging - AVB (802.1BA)

Flussregelung (802.1Qav)

Bandbreitenreservierung (802.1Qat)

} 802.1Q-2011

Zeitsynchronisation (802.1AS)

Konfiguration und Steuerung (1722.1)

Media Clock, Mediendaten-Kapselung (1722)

Audio-Kapselung (IEC 61883-6)

AVB - Technologieüberblick

- Bandbreitenreservierung (MSRP)
 - Stream: Transportmittel für zeitsensitive Daten
 - Bandbreite kann garantiert werden!
- Zeitsynchronisierung (gPTP)
 - gemeinsame Vorstellung von Zeit
 - Knotenpunkte im Netz (Switches, AV-Bridges) am Protokoll beteiligt
 - Präzision im ns-Bereich, max. 1 μ s über 7 Stationen (Hops)

AVB - Technologieüberblick

- AVDECC
 - Entdeckung, Verbindungsverwaltung, Steuerung
 - Benennung von Streams und Kanälen, etc
 - Firmware-Updates aus der Ferne

AVB - Einsatzgebiete

- Home Entertainment
- Automobilindustrie und Luftfahrt (Boardkommunikation, Entertainment)
- Fabriken/Fertigungstechnik/Robotik
- Pro Audio
 - Installationen (Konferenzsysteme, PA und Intercom in Kongresshallen, Flughäfen, Kirchen, Veranstaltungshallen...)
 - Beschallung
 - Musikproduktion

AVB & Musikproduktion



- Anforderungen -

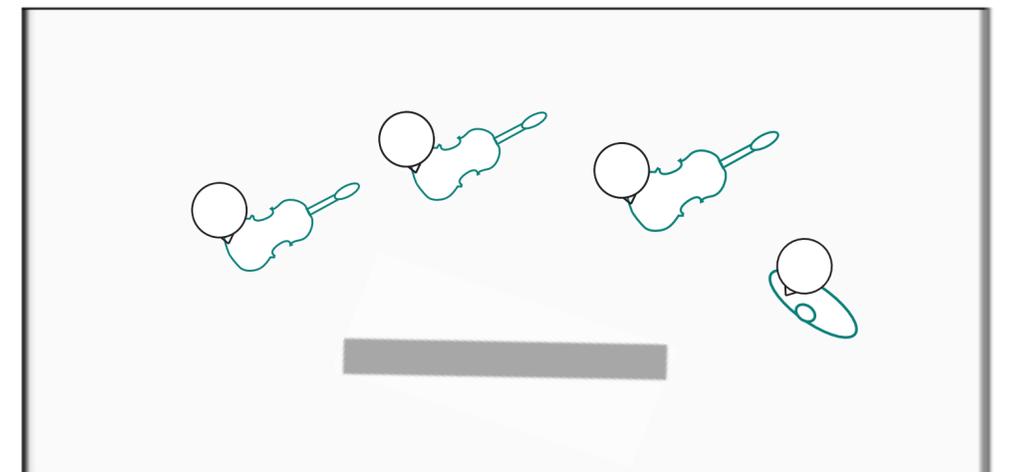
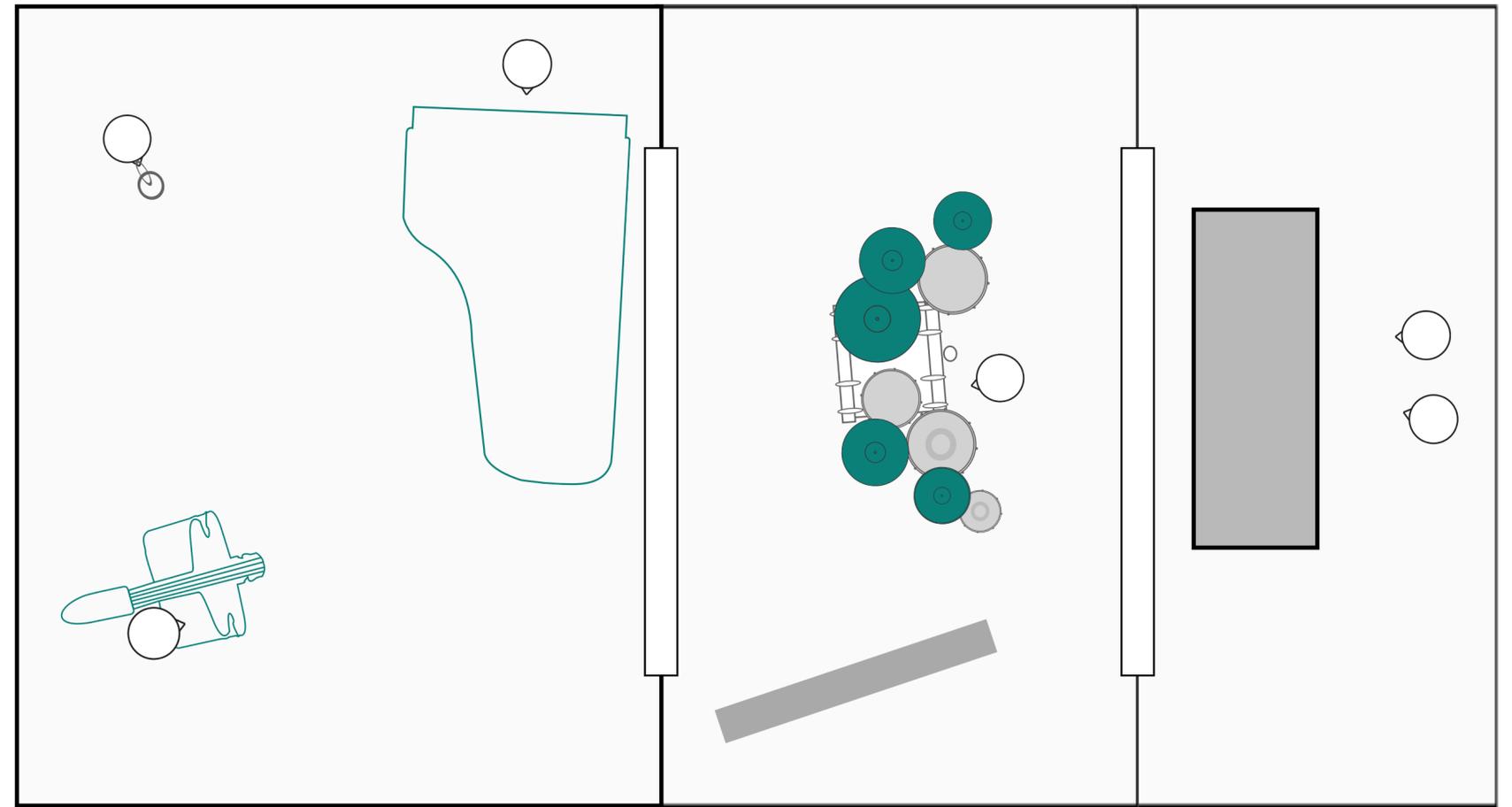
AVB & Musikproduktion - Szenario I

Orchesterproduktion (Lieder)

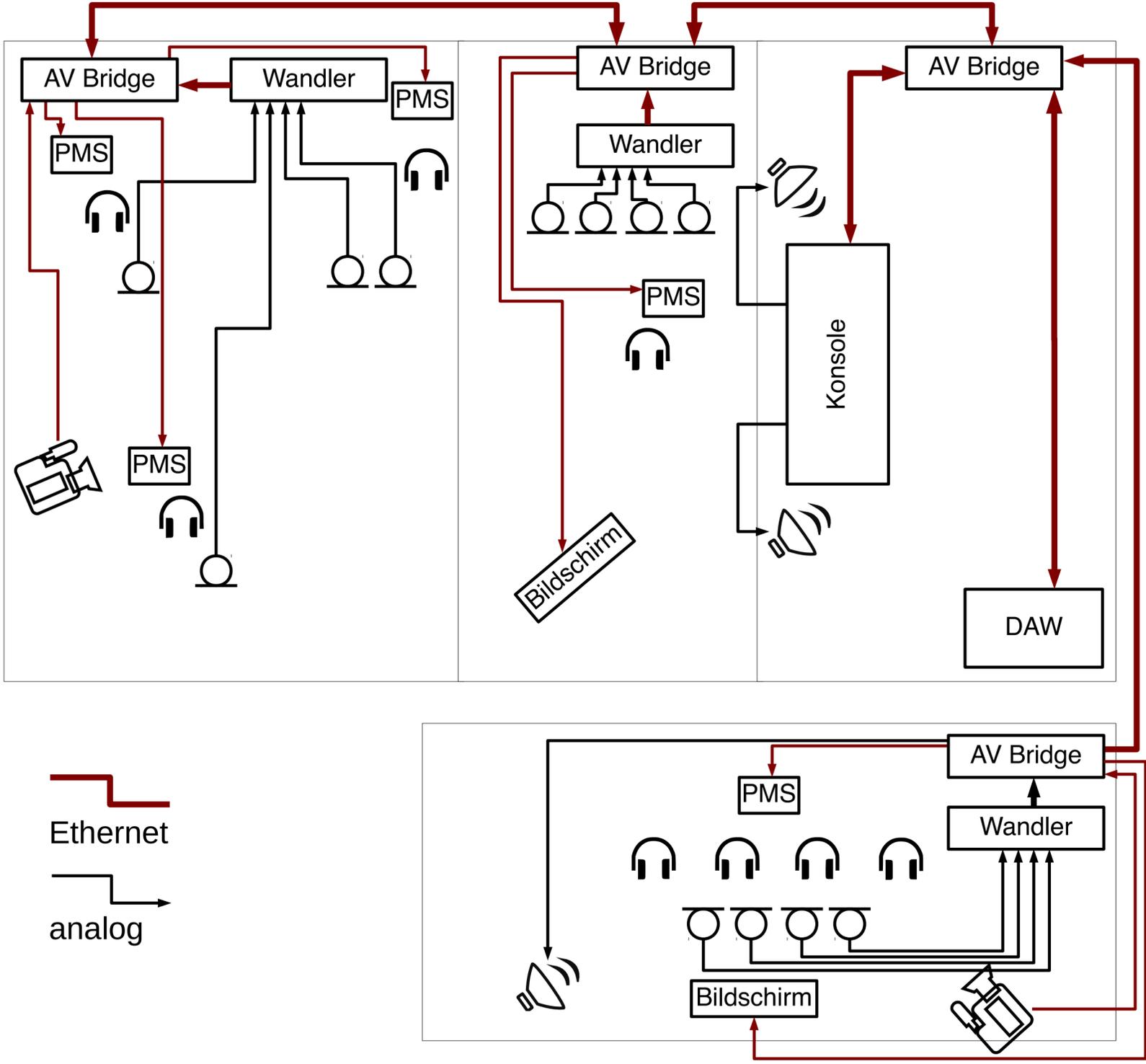
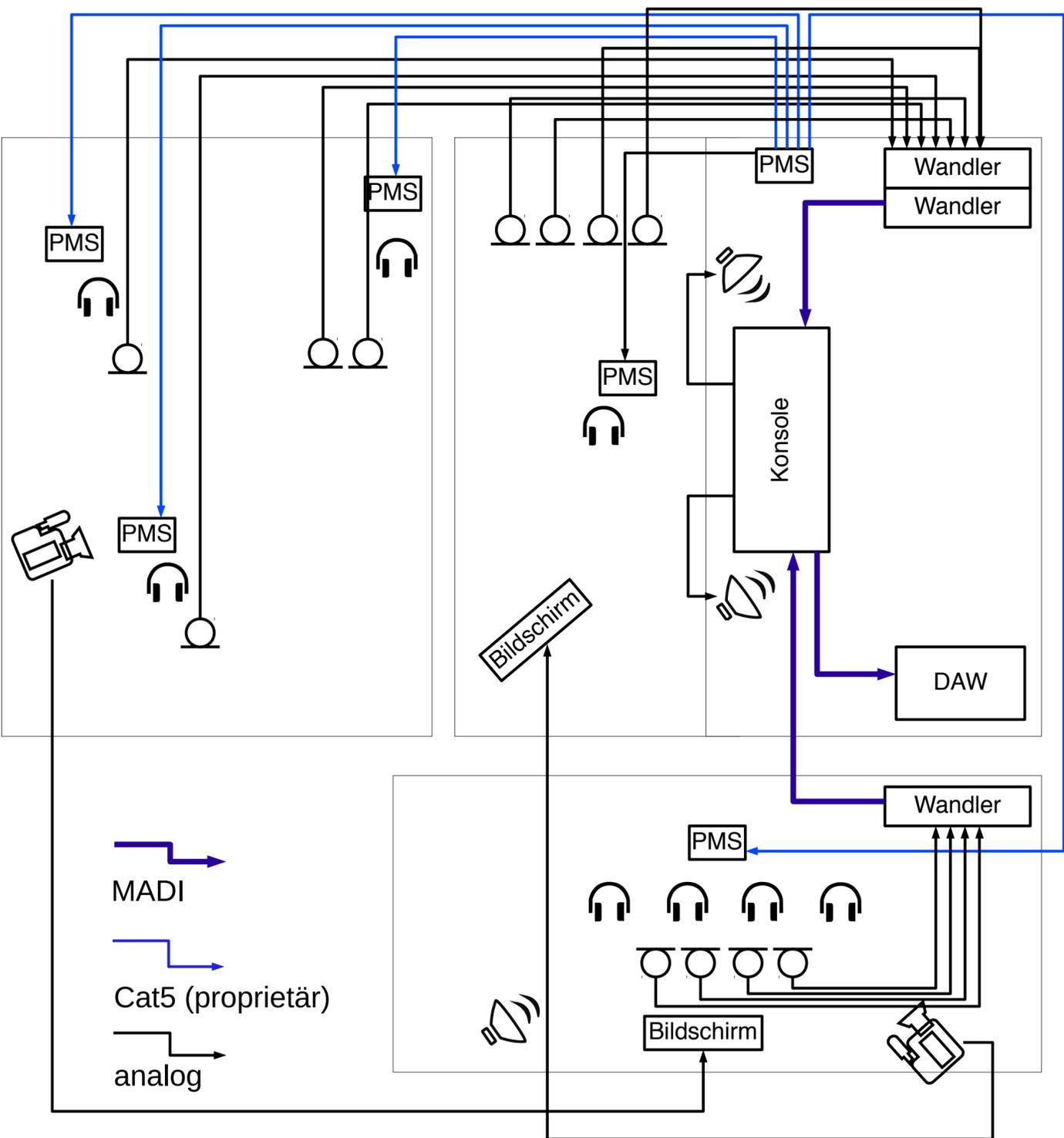


AVB & Musikproduktion - Szenario II

Jazz-Oktett (Quartett + Streichquartett)



AVB & Musikproduktion - Szenario II



AVB & Musikproduktion - Abgleich

100 Kanäle Audio → ab Gigabit-Ethernet unproblematisch*

Latenz \ll 6 ms → \leq 2 ms

hohe Anforderungen an Jitter/
Wander, v.a. an Wandlern → unterhalb 500 ps (Spitze-Spitze), aber
noch keine belastbaren Daten

keine Paketverluste / Dropouts → ausgeschlossen durch
Bandbreitenreservierung/Flussregelung

*Bandwidth Calculator: abc.statusbar.com

AVB & Musikproduktion - Abgleich

- schnelle Inbetriebnahme und Fehlervermeidung → AVDECC:
 - Einfache Inbetriebnahme: zentrale Entdeckung und Konfiguration aller angeschlossenen Geräte
 - Steuerung (Rotlicht, Pegel, Phantomspeisung, ...)
 - „semantische“ Signale

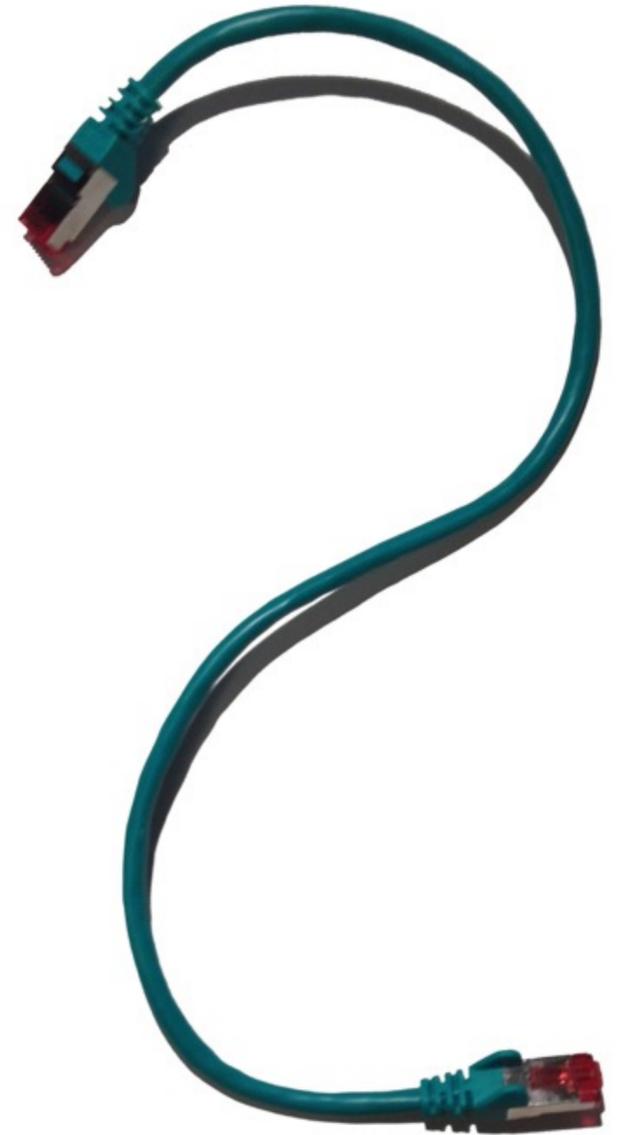
AVB & Musikproduktion - Abgleich

- Information über auftretende Fehler
 - schnelle, einfache und effiziente Fehlerbehebung
-
- Fehlerhafter Systemaufbau wird automatisch erkannt
 - AVDECC meldet Fehler an Controller
 - MSRP meldet Fehlercodes an den anfragenden Endpunkt

AVB - heile Welt



Oder



AVB & Musikproduktion: Was fehlt?

Geräte!



Quelle: [http://www.avnu.org/about us/our members](http://www.avnu.org/about_us/our_members)

AVB & Musikproduktion: Was fehlt?

Geräte!



AVB & Musikproduktion: Was fehlt?

Geräte!



Quelle: [http://www.avnu.org/about us/our members](http://www.avnu.org/about_us/our_members)

Quelle: http://www.motu.com/marketing/motu_logos/motu_corporate_logo/motu_logo_120.png/view

AVB & Musikproduktion: Was fehlt?

- verfügbare Geräteklassen
 - Mikrofonvorverstärker
 - Interfaces (PCIe, Thunderbolt, USB)
 - MY-Einschubkarte
 - Converter (MADI/ADAT/Analog)
 - Kopfhörerverstärker / PMS
 - Konsole
- (noch) nicht auf dem Markt
 - Bildschirme
 - Kameras
 - Telefone
 - Rotlicht
 - DAWs

AVB & Musikproduktion: Was fehlt?

Redundanz

- Bestandteil von AVB Gen 2 (umbenannt: TSN)

Sicherheit (Authentifizierung)

- bereits Bestandteil von AVDECC
- nicht flächendeckend implementiert

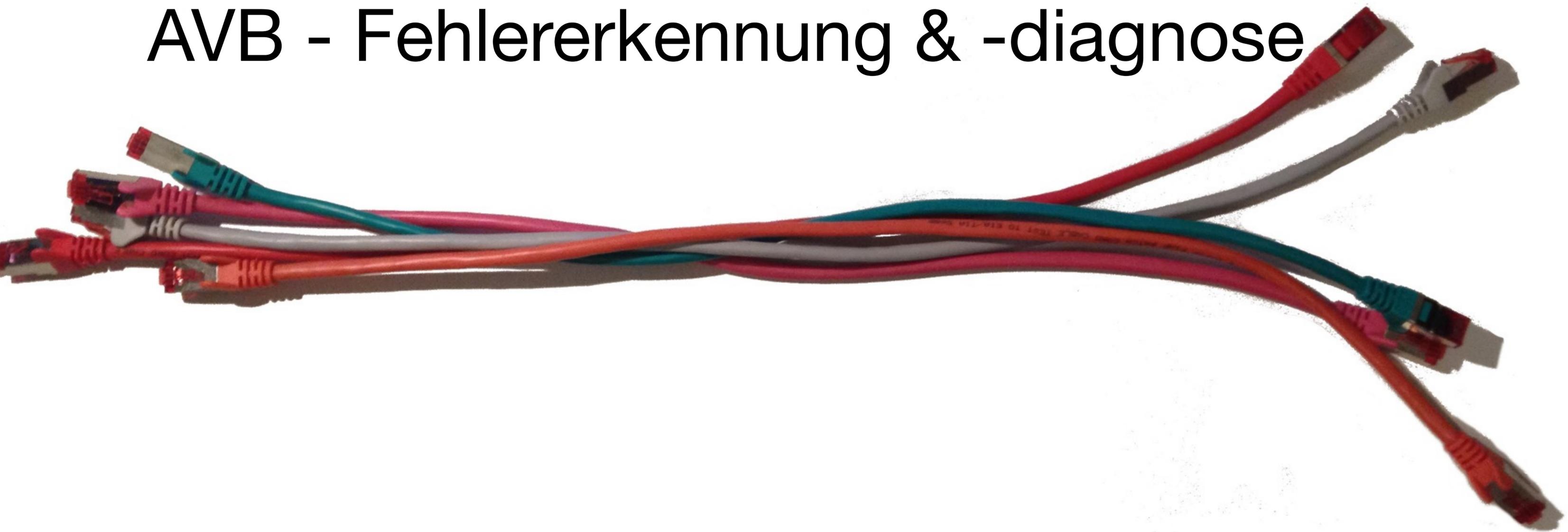
AVB & Musikproduktion: Was fehlt?

Controller Software

- herstelleragnostisch
- intuitiv und einfach bedienbar
- automatischer Check bei Inbetriebnahme
- Anzeige von Fehlerzuständen, aufbereitet, verständlich und ggf. mit Lösungshinweisen

Failure Code	Description of cause
1	Insufficient bandwidth
2	Insufficient Bridge resources
3	Insufficient bandwidth for Traffic Class
4	StreamID in use by another Talker
5	Stream destination_address already in use
6	Stream preempted by higher rank
7	Reported latency has changed
8	Egress port is not AVB capable ^a

AVB - Fehlererkennung & -diagnose



AVB & Musikproduktion: Fehlererkennung und -diagnose

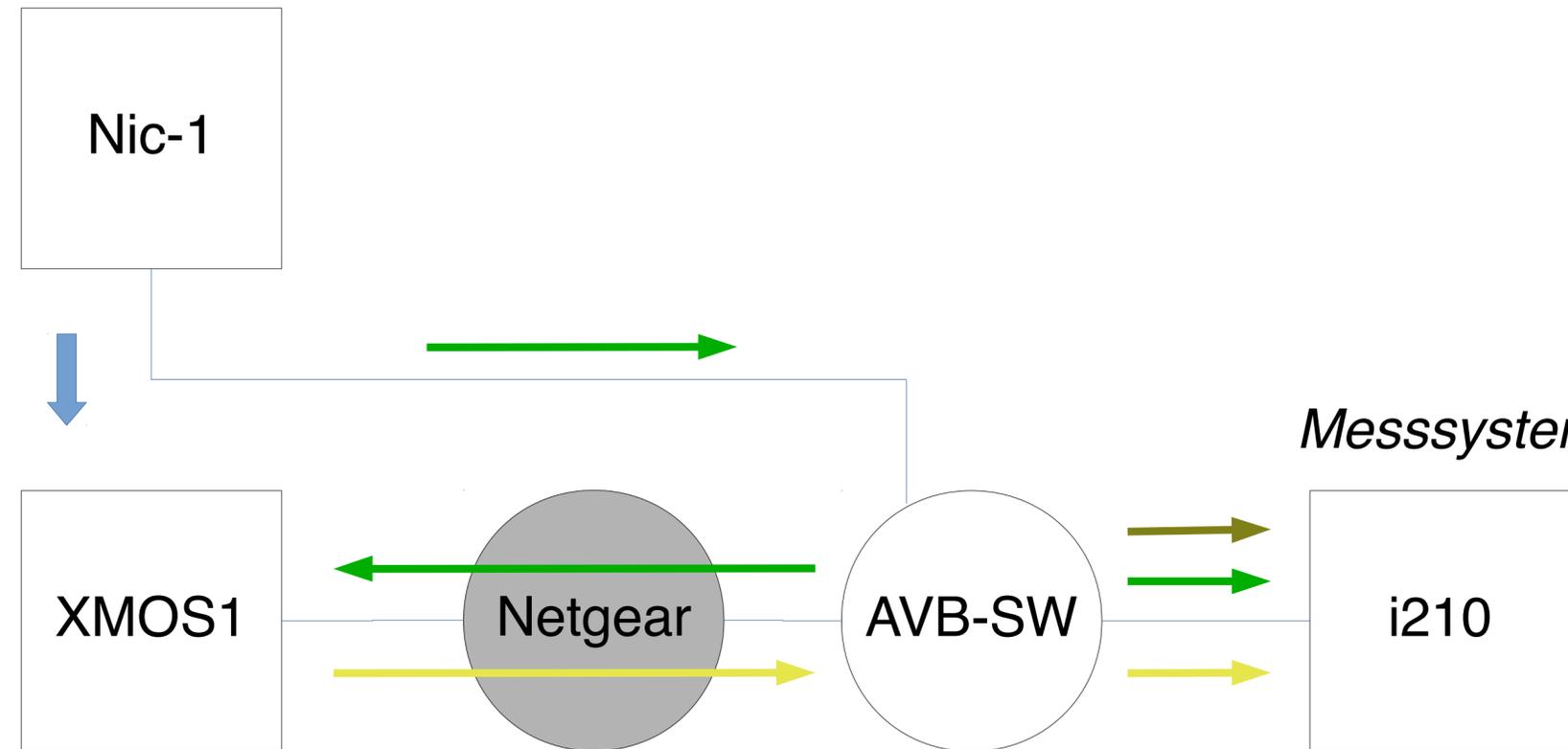
- Warum relevant? Welche Fehler können auftreten?
 - defektes Kabel
 - Bugs in der Software/Firmware
 - unvollständige Implementierung (nicht AVnu-zertifiziert)
 - Fehlkonfiguration (z.B. AV-Bridges, Media Clock)
 - „normaler“ Switch statt AVB-Switch
 - versehentliches Ausschalten von Geräten / Ausstecken von Kabeln

AVB in Labor und Praxis: Fehlererkennung und -diagnose

Experimente:

nicht erkannter
Legacy-Switch

Media Clock Master



Messsystem

Grandmaster

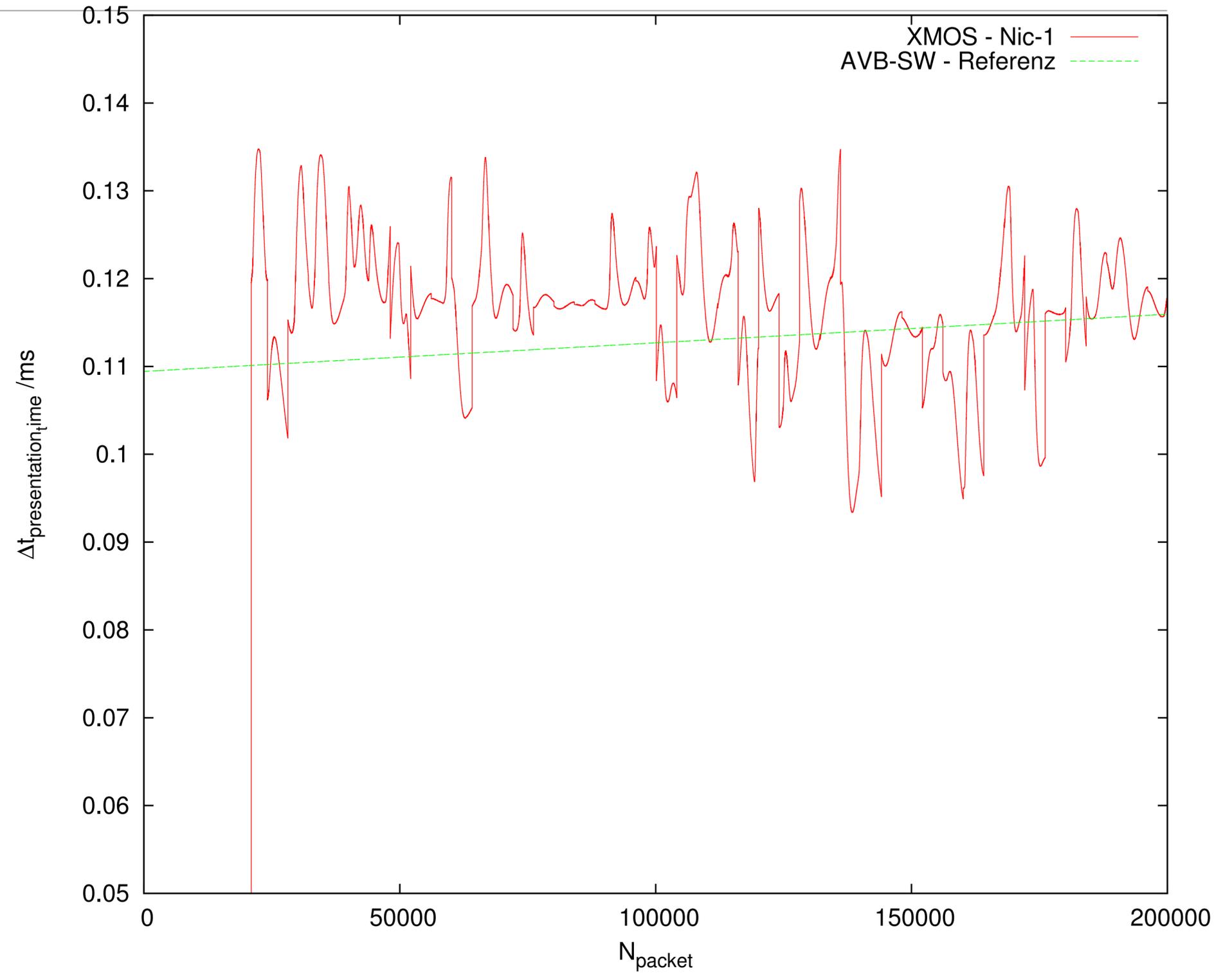

Media Clock


Audio Stream

AVB in Labor und Praxis: Fehlererkennung und -diagnose

Experimente:

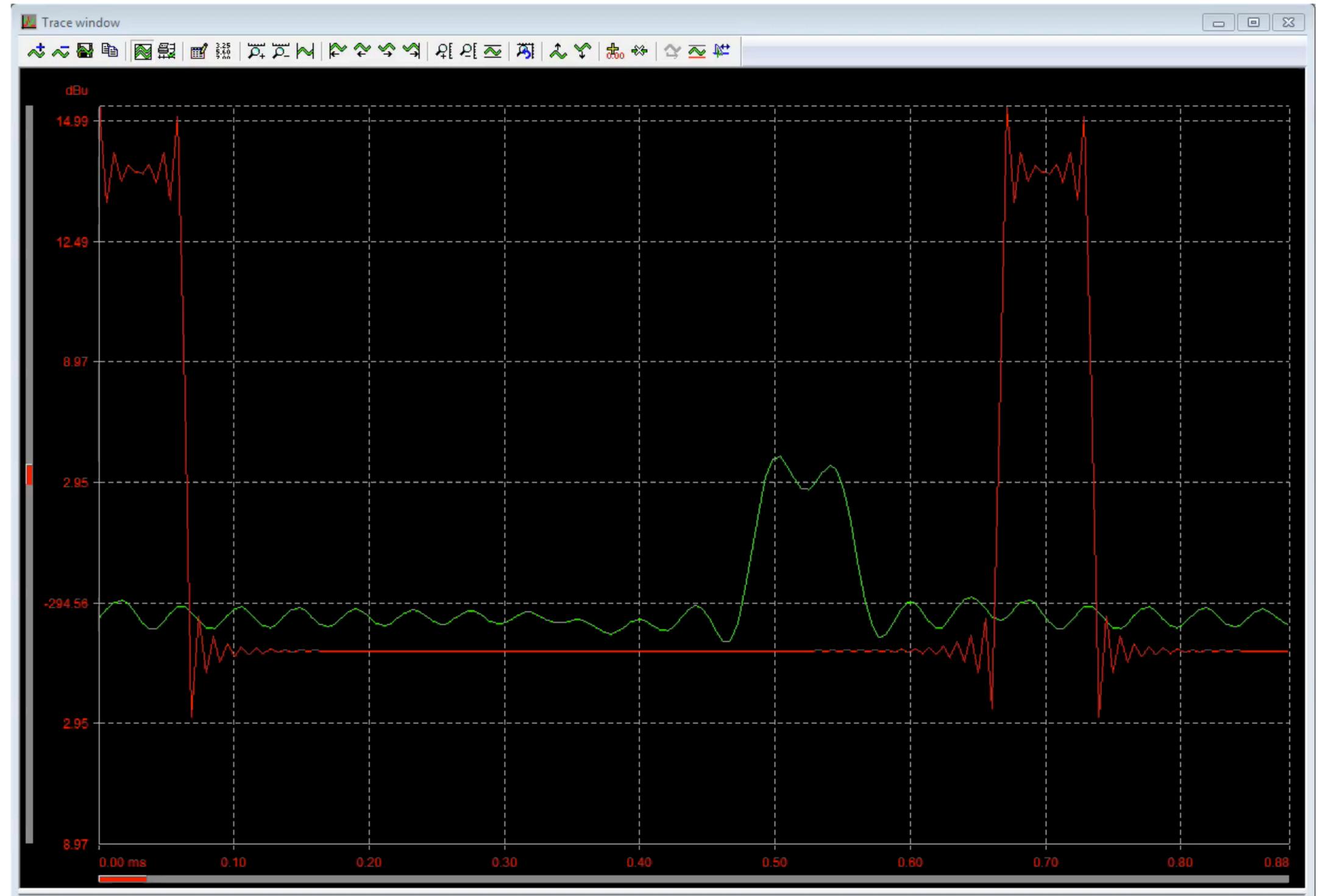
nicht erkannter
Legacy-Switch



AVB in Labor und Praxis: Fehlererkennung und -diagnose

Experimente:

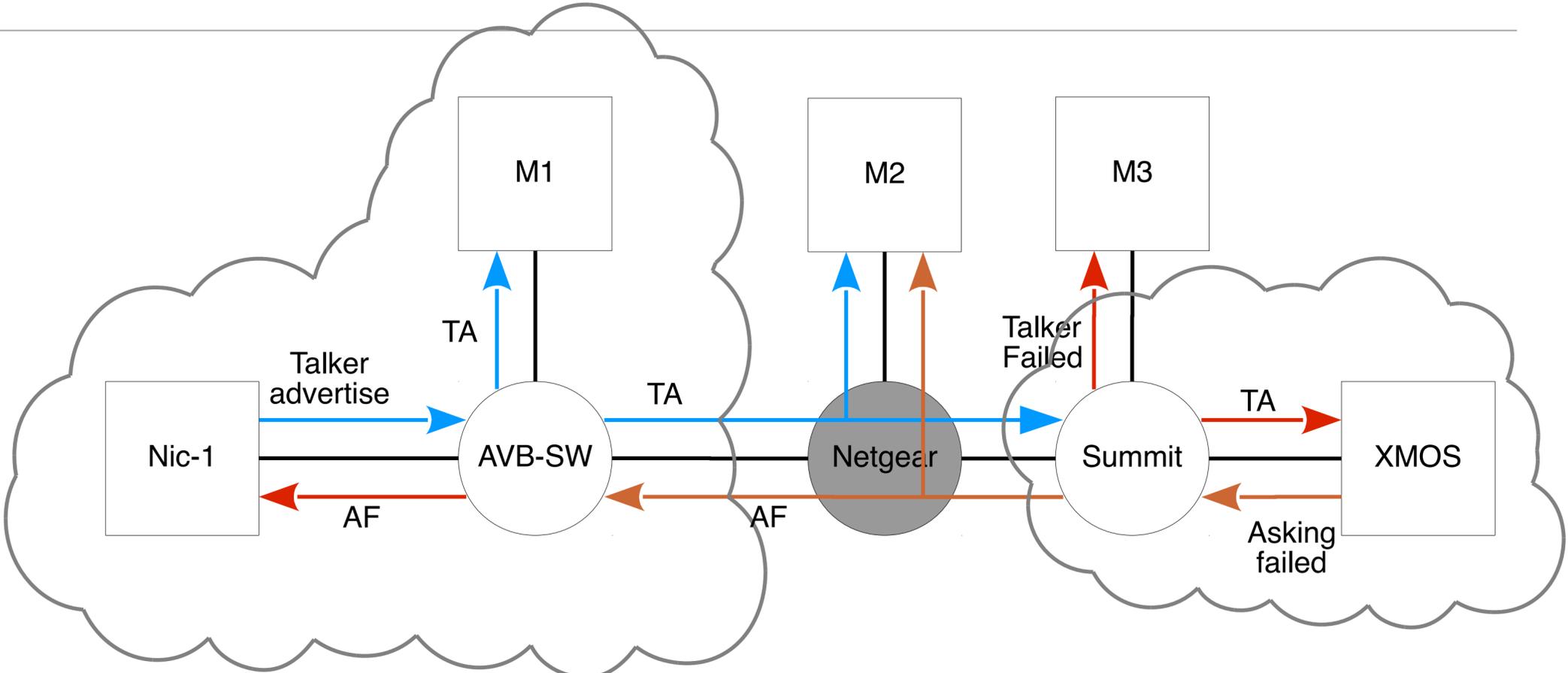
nicht erkannter
Legacy-Switch



AVB in Labor und Praxis: Fehlererkennung und -diagnose

Experimente:

nicht erkannter Legacy-Switch

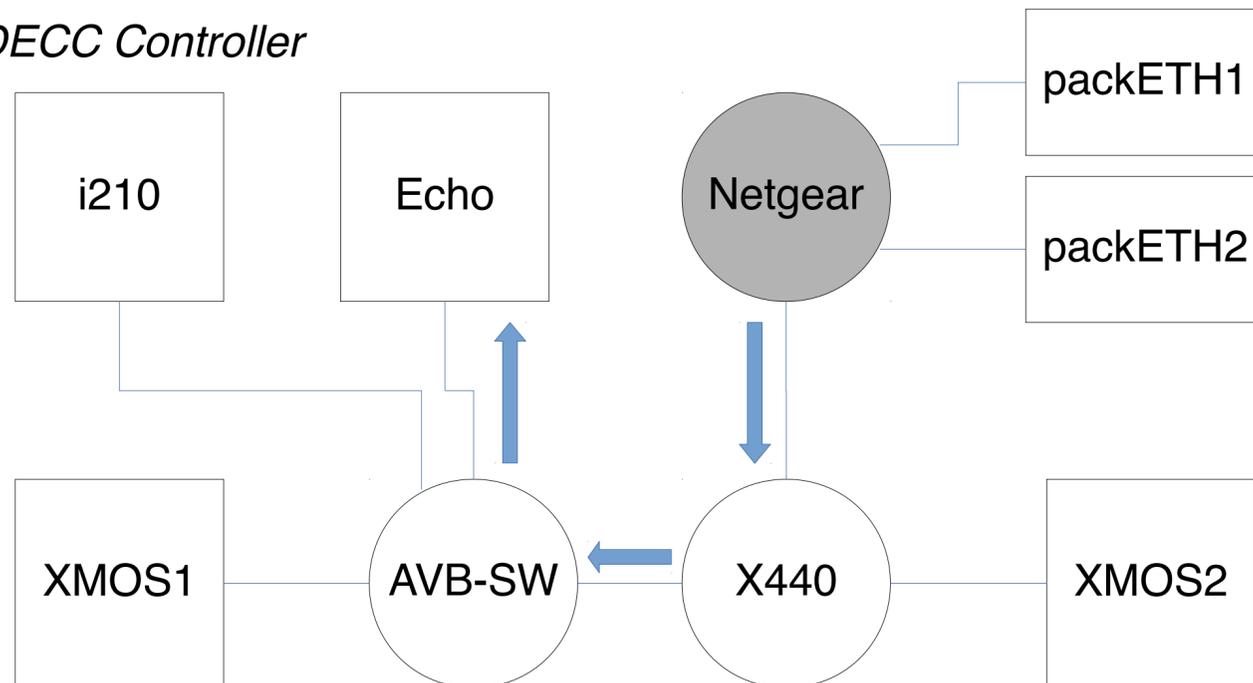


```
MRPD ---> MMRP:Empty
?? RESP:
V:I=0002 R=000496979365 QA/IN
?? RESP:
D:C=5,P=2,V=0002 R=000496979365 V0/IN
D:C=6,P=3,V=0002 R=000496979365 AA/IN
T:S=00148600017b0001,A=91e0f000cf0b,V=0002,Z=256,I=1,P=112,L=138368,B=0000000000000000,C=0 R=000496979365 V0/IN
T:S=00229700437b0000,A=91e0f000db4e,V=0002,Z=224,I=1,P=112,L=387601,B=8000000496979365,C=8 R=000496979365 V0/IN
T:S=00229700437c0000,A=91e0f0003713,V=0002,Z=224,I=1,P=112,L=387601,B=8000000496979365,C=8 R=000496979365 V0/IN
```

AVB in Labor und Praxis: Fehlererkennung und -diagnose

Experimente: AVDECC bei voller Netzauslastung

AVDECC Controller

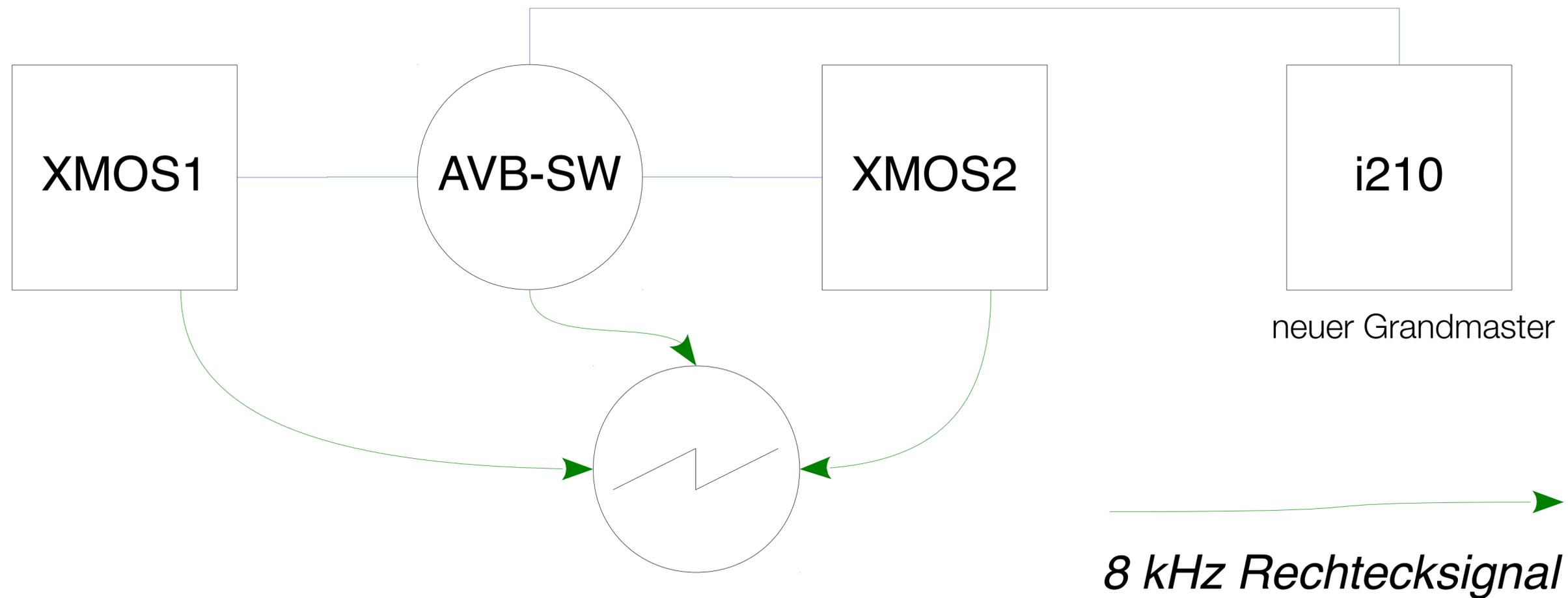


```
[LOG] ERROR (Command Timeout, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, JACK_OUTPUT, 0, 40)
[LOG] ERROR (Background read timeout reading descriptor JACK_OUTPUT index 0)
[LOG] ERROR (Command Timeout, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AVB_INTERFACE, 0, 41)
[NOTIFICATION] (COMMAND_TIMEOUT, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AVB_INTERFACE, 0, UNKNOWN, (nil))
[LOG] ERROR (Background read timeout reading descriptor AVB_INTERFACE index 0)
[NOTIFICATION] (COMMAND_TIMEOUT, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, LOCALE, 0, UNKNOWN, (nil))
[LOG] ERROR (Command Timeout, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, LOCALE, 0, 43)
[LOG] ERROR (Background read timeout reading descriptor LOCALE index 0)
[NOTIFICATION] (COMMAND_TIMEOUT, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AUDIO_CLUSTER, 4, UNKNOWN, (nil))
[LOG] ERROR (Command Timeout, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AUDIO_CLUSTER, 4, 53)
[NOTIFICATION] (COMMAND_TIMEOUT, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AUDIO_CLUSTER, 7, UNKNOWN, (nil))
[LOG] ERROR (Command Timeout, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AUDIO_CLUSTER, 7, 56)
[LOG] ERROR (Background read timeout reading descriptor AUDIO_CLUSTER index 4)
[LOG] ERROR (Background read timeout reading descriptor AUDIO_CLUSTER index 7)
[NOTIFICATION] (COMMAND_TIMEOUT, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AUDIO_CLUSTER, 14, UNKNOWN, (nil))
[LOG] ERROR (Command Timeout, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AUDIO_CLUSTER, 14, 64)
[NOTIFICATION] (COMMAND_TIMEOUT, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AUDIO_CLUSTER, 15, UNKNOWN, (nil))
[LOG] ERROR (Command Timeout, 0x2297fffe00437c, READ_DESCRIPTOR, AUDIO_CLUSTER, 15, 65)
[LOG] ERROR (Background read timeout reading descriptor AUDIO_CLUSTER index 14)
[LOG] ERROR (Background read timeout reading descriptor AUDIO_CLUSTER index 15)
```


Dummy Pakete

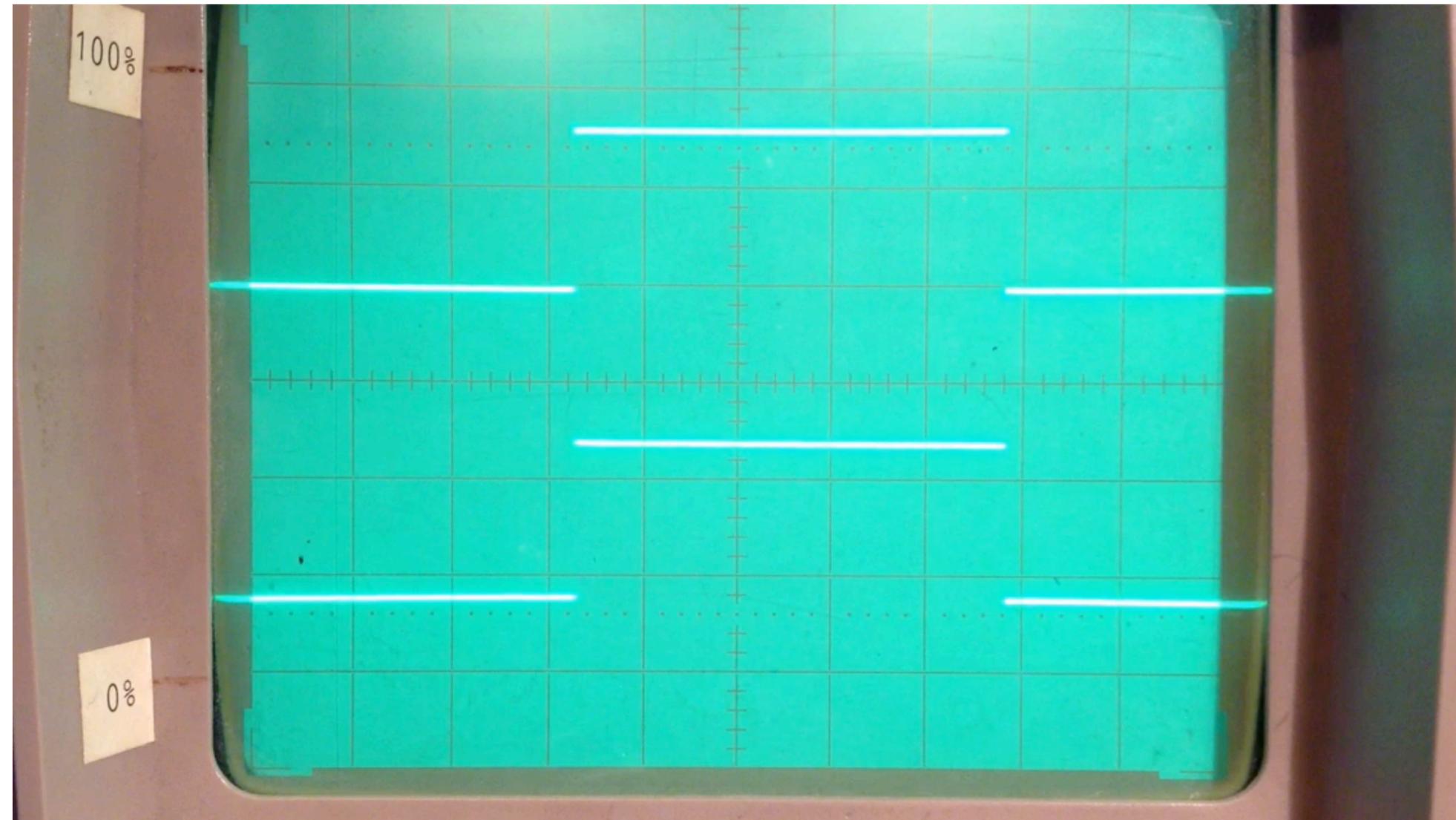
AVB in Labor und Praxis: Fehlererkennung und -diagnose

Experimente: Wechsel des Grandmasters

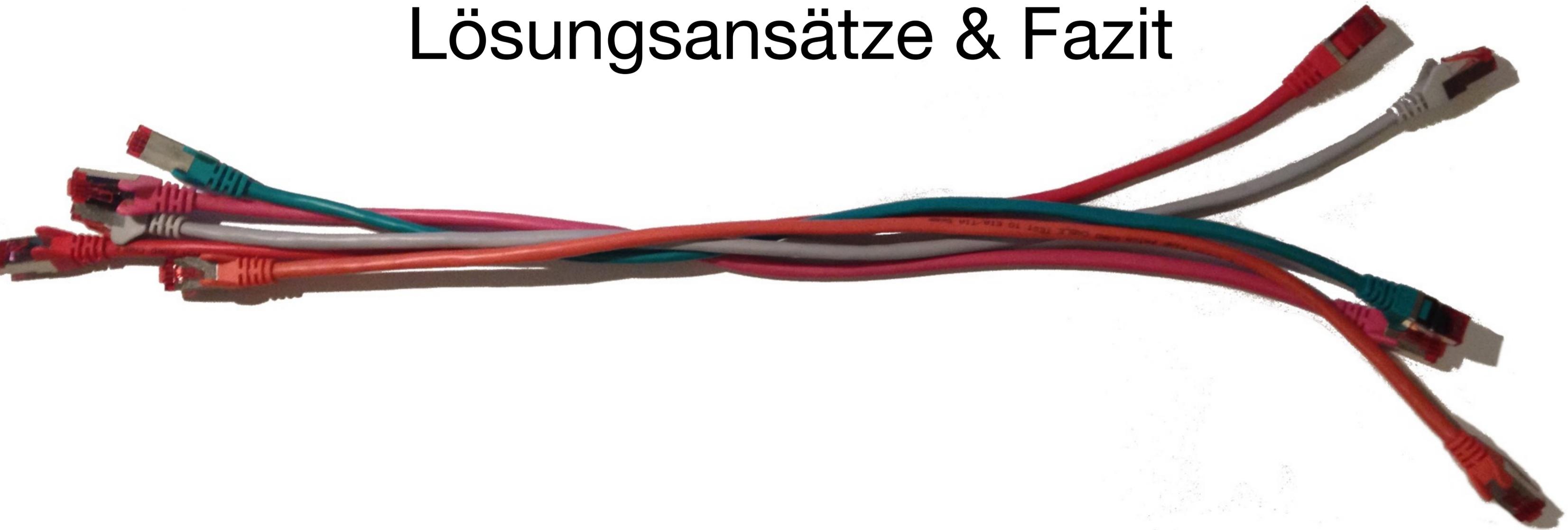


AVB in Labor und Praxis: Fehlererkennung und -diagnose

Experimente: Wechsel des Grandmasters



Lösungsansätze & Fazit



AVB: Was fehlt? - Lösungsansätze

- systematische Fehler werden in TSN korrigiert (aber wann?)
- Schulung der Nutzer, Sensibilisierung für mögliche Probleme
- nur zertifizierte Geräte verwenden
 - oder -
- eigenes System in möglichst allen Kombinationen testen („Plugfest“)
 - braucht ausgeprägtes Hintergrundwissen
 - stößt an Grenzen, wenn Geräte modifiziert werden müssten

AVB & Musikproduktion: Fazit

- **Standard** ist technisch ausgereift und durchdacht
- **Systeme** könnten komplexe Aufnahmesituationen in der Musikproduktion deutlich vereinfachen
- aber:
 - müssen noch reifen, Hersteller müssen die Möglichkeiten besser nutzen
 - insbesondere nutzerfreundlichere Darstellung von Fehlern



Fragen?

Marc Schettke
ton@schettke.com

Aristotelis Hadjakos
hadjakos@hfm-detmold.de

 @marcschettke
<http://schettke.com/avb.html>

