

TI 317

Dante audio networking 1.1 de

Contents

1. Audinate Dante.....	3
2. Grundlagen/grundsätzliche Bedienung.....	3
2.1 Vernetzung, Erkennung und Adressierung.....	3
2.2 Audiorouting und -übertragung in Dante-Netzwerken.....	3
2.3 Übertragungsarten in Dante-Netzwerken.....	4
2.3.1 Unicast- und Multicast-Flows.....	4
2.3.2 IGMP Snooping.....	5
2.4 Taktverteilung und Rückgewinnung (Clocking).....	5
2.5 Redundanz.....	5
2.6 Latenz.....	6
3. Hardwareauswahl.....	7
3.1 Kriterien für die Auswahl von Dante-Switches.....	7
3.1.1 Gigabit Ethernet.....	7
3.1.2 Interne Bandbreite.....	7
3.1.3 Managementfähigkeiten.....	7
3.1.4 Quality of Service (QoS).....	7
3.1.5 Abschaltbare EEE-Funktionalität.....	7
3.1.6 V-LANs.....	8
3.1.7 IGMP Snooping.....	8
3.1.8 Glasfaseroption.....	8
3.1.9 Roadtaugliche Ausführung.....	8
3.1.10 RSTP (Ring- und Maschenbildung).....	9
3.2 Empfohlene Switches für Dante.....	9
3.2.1 Luminex Gigacore Serie.....	9
3.2.2 Yamaha SWP1 Serie.....	9
3.2.3 Cisco SG300 Serie.....	9
4. Fehlersuche.....	10
5. Best Practices.....	12
5.1 Aufbau von Dante-Netzwerken.....	12
5.2 Topologien.....	12
5.2.1 Daisy-Chain („Durchschleifen“).....	12
5.2.2 Sterntopologie.....	12
5.2.3 Ringtopologie.....	12

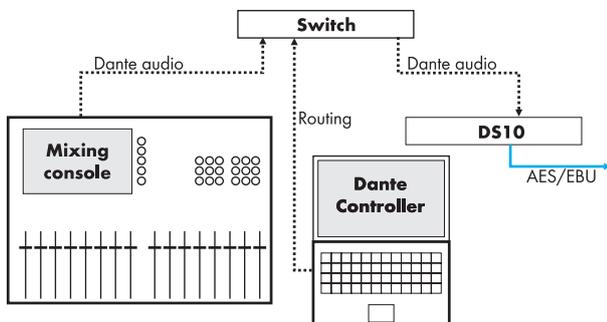
1. Audinate Dante

Audinate Dante ist eine Kombination von Protokollen, Hard- und Software, die für die Audioübertragung über IP-Netzwerke entwickelt wurden. In Abhängigkeit der eingesetzten Hard- und Software ist die Übertragung von bis zu 512 x 512 Audiokanälen bei Abtastraten zwischen 44.1 kHz und 192 kHz und Wortbreiten von 16 bis 32 Bit pro Abtastwert über eine Gigabit Ethernet Verbindung möglich. d&b audiotechnik bietet mit der DS10 Dante Audio Network Bridge eine für den professionellen Einsatz entwickelte Schnittstelle zwischen AES/EBU und Dante an und ist damit mit einer Vielzahl von anderen Produkten verschiedener Hersteller kompatibel.

Dante arbeitet in Geräten hardwarebasiert, ist aber auch als softwarebasierte „virtuelle Soundkarte“ für MacOS und Windows Betriebssysteme erhältlich, sodass auch Computer leicht in entsprechende Infrastrukturen eingebunden werden können, um beispielsweise Mehrspuraufnahmen oder softwarebasierte Signalbearbeitung ohne Medienwandlung direkt im Netzwerk zu realisieren.

2. Grundlagen/grundsätzliche Bedienung

Ein Dante-Netzwerk besteht aus mindestens zwei Dante-Endgeräten und gegebenenfalls einem geeigneten Netzwerk-Switch (im einfachsten Fall können zwei Geräte auch direkt miteinander verbunden werden). Für das Signalrouting wird zusätzlich ein Computer benötigt auf dem die Software Dante Controller von Audinate installiert ist. Manche Geräte können Routingfunktionalitäten auch ohne externen Dante Controller bereitstellen.



Wenige Sekunden nach dem Aufstecken aller Geräte erscheinen alle verfügbaren Ein- und Ausgänge in der Routingmatrix von Dante Controller und die gewünschten Signalwege können durch Setzen von Knotenpunkten in der Matrixansicht erzeugt werden. Neben der Geräteerkennung erfolgen auch weitere Konfigurationseinstellungen wie die Zuweisung von IPAdressen oder Clocking bei Dante weitgehend automatisch und bedürfen auch in wesentlich umfangreicheren Systemen nicht zwingend eines Benutzereingriffs.

Entscheidend für die leichte Handhabbarkeit von Dante sind die Auswahl geeigneter Netzwerkhardware und der umsichtige Umgang mit der Vielzahl an Konfigurationsmöglichkeiten, die moderne Netzwerktechnik bietet – erfahrungsgemäß sind die meisten Ursachen für unerwartetes Betriebsverhalten hier zu suchen. Nicht alles, was technisch machbar ist, ist sinnvoll oder erforderlich. Dieses Dokument vermittelt wichtige Grundlagen über die

Terminologie und Funktion von Dante und den Aufbau von Dante-Systemen sowie einige Beispiele für sinnvolle Systemkonfigurationen und Hinweise zur Fehlersuche. Zusätzlich empfiehlt sich das Studium der entsprechenden Dokumentationen von Audinate, die über die Hersteller-Website¹ bezogen werden können. Weitere Grundlagen zu Ethernet finden sich auch in unserer TI310².

2.1 Vernetzung, Erkennung und Adressierung

Dante setzt auf dem IP-Protokoll auf, daher müssen alle Geräte zueinander kompatible Netzwerkeinstellungen aufweisen. Die Netzwerkkonfiguration erfolgt über das automatische Link-Local-/Zeroconf³-Verfahren, das von allen Dante-Geräten und relevanten Betriebssystemen unterstützt wird. Hierbei weisen sich alle Netzwerkgeräte nach einem wenige Sekunden dauernden Aushandlungsprozess selbständig zufällige IP-Adressen aus dafür reservierten Adressräumen zu. Dabei wird auch automatisch sichergestellt, dass nicht mehrere Geräte die gleiche IP-Adresse beanspruchen. Link-Local muss in Dante-Geräten und Betriebssystemen nicht gesondert aktiviert werden.

	Primary	Secondary
IP-Adressraum	169.254.*.*	172.31.*.*
Subnetzmaske	255.255.0.0	255.255.0.0

Die Nutzung von DHCP sowie eine manuelle Netzwerkkonfiguration sind ebenso möglich. In diesem Fall muss der Anwender für kompatible Einstellungen aller Geräte sorgen.

Die automatische Erkennung der Geräte untereinander wird mittels einer Variante des Bonjour⁴-Protokolls realisiert. Neben dem konfigurationsfreien Betrieb liegt ein entscheidender Vorteil darin, dass in Dante Controller auch Geräte angezeigt werden, die mit dem Netzwerk inkompatible Einstellungen aufweisen. In diesem Fall ist kein Signalrouting möglich, aber der Anwender kann gezielt eingreifen und die Netzwerkeinstellungen des betreffenden Gerätes anpassen.

2.2 Audiorouting und -übertragung in Dante-Netzwerken

Dante-Geräte stellen ihre netzwerkseitigen Aus- und Eingänge als sogenannte Transmit- (Tx=transmit) und/oder Receive-Channels (Rx = receive) zur Verfügung, agieren nach der Terminologie als Dante Transmitter bzw. Dante Receiver. Audiosignale können vom Anwender per Software (Dante Controller) oder manchmal auch direkt vom betreffenden Gerät aus zwischen Tx- und Rx-Channels geroutet werden.

In der Dante-Terminologie „abonniert“ dabei ein Receiver bestimmte Kanäle eines Transmitters (engl. Subscription). Nur bei vorhandenen Subscriptions wird das Netzwerk mit der entsprechenden Bandbreite belastet.

In der Regel werden Subscriptions nichtflüchtig im Receiver

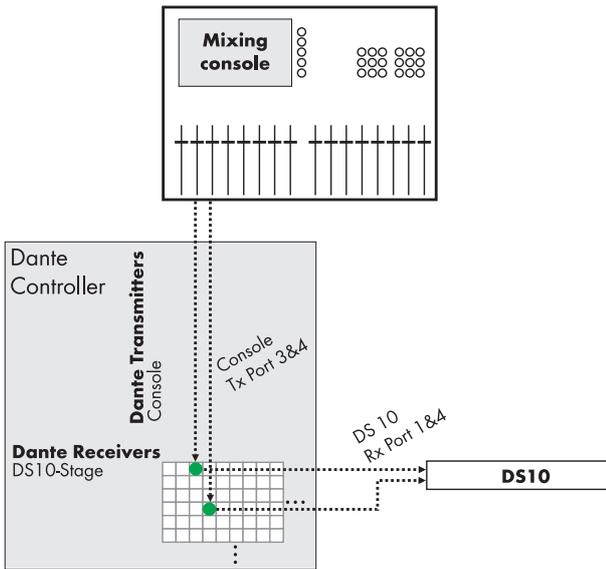
¹ <http://www.audinate.com>

² http://www.dbaudio.com/fileadmin/docbase/TI310_1.1DE.PDF

³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Zeroconf>

⁴ [https://de.wikipedia.org/wiki/Bonjour_\(Apple\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Bonjour_(Apple))

gespeichert, d.h. auch nach einer zwischenzeitlichen Netzwerkunterbrechung oder beim Wiedereinschalten eines Gerätes werden die gesetzten Audiorouten automatisch wiederhergestellt.

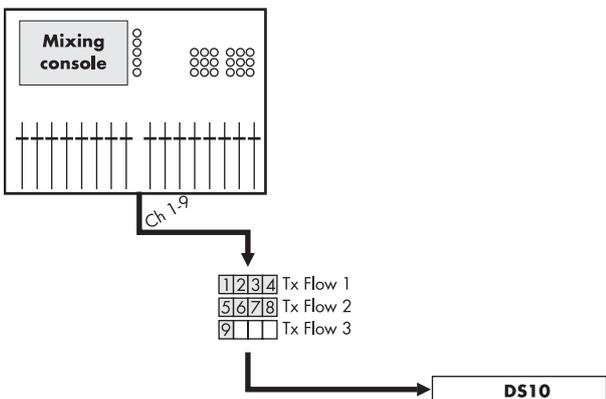


Die Verwaltung der Routinginformation erfolgt mittels der vom Anwender frei wählbaren Geräte- und Kanalnamen. Das bedeutet, dass Gerätenamen innerhalb eines Dante-Netzwerkes und Kanalnamen innerhalb eines Gerätes einmalig sein müssen. Andererseits kann ein nur als Transmitter fungierendes Gerät durch ein anderes Gerät ersetzt werden – sind Geräte- und Kanalnamen des neuen Gerätes identisch zum alten, werden vorherige Subscriptions automatisch wiederhergestellt.

2.3 Übertragungsarten in Dante-Netzwerken

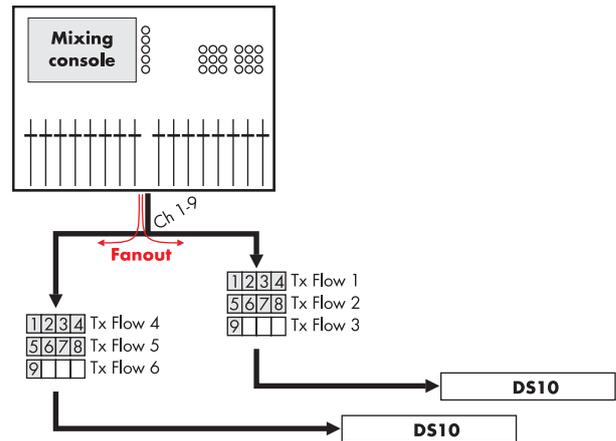
2.3.1 Unicast- und Multicast-Flows

Zur effizienteren Ausnutzung der Netzwerkbandbreite fasst Dante zu übertragende Audiokanäle logisch zu Flows zusammen. Für diese stehen wiederum zwei verschiedene Übertragungsarten zur Verfügung, Unicast und Multicast. Ohne weitere Einstellung wird stets per **Unicast** übertragen. In diesem Fall werden für jeden Receiver separate Flows erzeugt, die bis zu vier Audiokanäle enthalten. Die Anzahl der pro Receiver erzeugten Flows bestimmt sich somit zunächst aus der Gesamtzahl der jeweils abonnierten Kanäle.

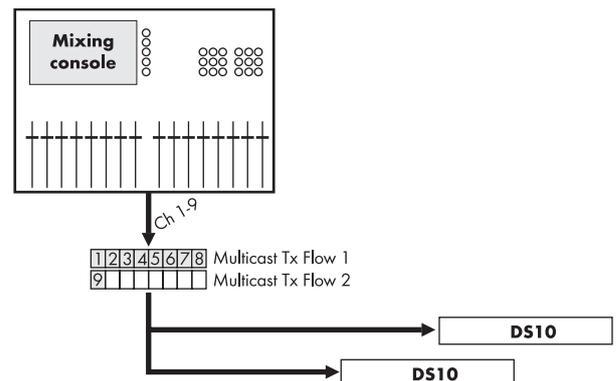


Abonnieren mehrere Receiver die gleichen Kanäle, resultiert dies entsprechend der Anzahl der Receiver in einem

Vielfachen an Flows und genutzter Übertragungs-bandbreite. Eine derartige Duplizierung von Flows wird in der Terminologie als „Fanout Configuration“ bezeichnet. Die genutzte Bandbreite im Netzwerk ist in der Regel auch für größere Kanalzahlen unkritisch, da über eine Gigabit-Ethernet-Verbindung bis zu 512 Audiokanäle bei 48 kHz Abtastrate bidirektional übertragen werden können. Allerdings kann jeder Transmitter nur eine begrenzte Anzahl an Flows erzeugen, in der Regel 32. Werden viele Kanäle an mehr als drei oder vier Receiver oder sehr wenige Kanäle an eine sehr große Anzahl von Receivern verteilt, kann dies noch vor der Bandbreite zum limitierenden Faktor werden.



In derartigen Fällen sollte die Nutzung von **Multicast** in Betracht gezogen werden. Multicast-Flows müssen mit Dante Controller explizit erzeugt werden und enthalten bis zu 8 Audiokanäle. Im Gegensatz zu Unicast-Flows werden sie unabhängig von der Anzahl der Receiver nur einmalig erzeugt. Erreicht ein Multicast-Flow einen Switch, so wird er von diesem an allen Ports, also an das gesamte Netzwerk ausgegeben. Die Ressourcen des Transmitters werden dabei effizienter genutzt als bei Unicast, da ein Multicast-Flow unabhängig von der Anzahl der Abonnenten nur einmal erzeugt wird.



Allerdings belastet ein Multicast ohne weitere Maßnahmen das gesamte Netzwerk, da er von jedem Switch an alle Ports weitergeleitet wird. Dies kann zur Überlastung von Netzwerksegmenten oder Endgeräten und damit zu unerwartetem Betriebsverhalten führen. Multicasts sollten daher nur falls notwendig und ohne weitere Maßnahmen wie IGMP Snooping sehr umsichtig genutzt werden.

2.3.2 IGMP Snooping

Die sinnvolle Verwendung von Multicast schließt die Forderung nach Regelmechanismen im Netzwerk ein, die ein „Fluten“ des gesamten Netzes mit Paketen verhindern. Dante implementiert dazu IGMP (IGMP = Internet Group Management Protocol). Diese Funktionalität ermöglicht den Switches unabhängig vom Transmitter, die Weiterleitung von Multicasts zu verwalten. Empfängt ein Switch über einen Port Multicasts, so fragt er mittels sogenannter IGMP queries wiederkehrend das Netzwerk ab und leitet Multicasts nur an Ports weiter, an denen Netzwerk-teilnehmer entsprechend antworten. Dieses Verfahren funktioniert vollautomatisch, wenn die Funktion IGMP Snooping⁵ in den Switches verfügbar und aktiviert bzw. je nach Modell richtig konfiguriert ist.

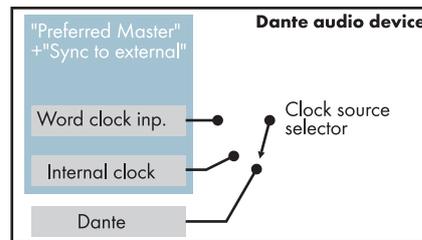
2.4 Taktverteilung und Rückgewinnung (Clocking)

Zur synchronen Audioausgabe in digitalen Audiosystemen ist eine gemeinsame Taktquelle (Clock) notwendig. Im Falle von Dante kann jedes in Hardware ausgeführte Endgerät diese Funktion ausüben. Die Taktverteilung erfolgt mittels des Precision Time Protocols nach IEEE1588⁶ über das Netzwerk, ebenso wie die automatische Auswahl der jeweils stabilsten Taktquelle. Fällt das betreffende Gerät aus, wird automatisch und unterbrechungsfrei ein anderes geeignetes Gerät zur Taktquelle für das gesamte Netzwerk bestimmt. Die Synchronität aller Ausspielgeräte wird mit einer Abweichung von weniger als 1 µs eingehalten.⁷

Selbstverständlich müssen alle angeschlossenen Geräte so konfiguriert sein, dass sie Dante als Taktquelle nutzen und sich nicht auf einen evtl. vorhandenen internen Taktgenerator synchronisieren. Digitale Mischpulte beispielsweise müssen meist explizit zur Taktung aus dem Dante-Netzwerk konfiguriert werden.

Die automatische Auswahl der Taktquelle innerhalb des Dante-Netzwerks kann vom Anwender in Dante Controller überwacht und, falls notwendig, auch übersteuert werden, indem einzelnen Geräten in Dante Controller der Status „Preferred Master“ zugewiesen wird.

Die Synchronisation zu externen Taktquellen bezogen auf Dante (z.B. der interne Taktgenerator eines Digital-mischpults oder eine über Wordclock ange-schlossene externe Masterclock) ist ebenfalls möglich. In einem solchen Fall ist zusätzlich zur Einstellung „Preferred Master“ in Dante Controller die Funktion „Sync to External“ zu aktivieren und im betreffenden Gerät selbst die gewünschte Taktquelle (z.B. „Internal“ für die interne, aber vom Dante-Chipsatz unabhängige oder „Word Clock“ für eine angeschlossene externe Taktquelle) auszuwählen.



Erfahrungsgemäß erschwert eine erzwungene externe Taktung eher die Inbetriebnahme eines Netzwerkes, als dass sie Vorteile bringt. Wir empfehlen daher, eine manuelle Taktung nur dann vorzunehmen, wenn es technisch zwingend erforderlich ist. In allen anderen Fällen liefert das Dante-Netzwerk selbst den stabilsten Takt.

2.5 Redundanz

Für Anwendungen die eine erhöhte Ausfallsicherheit erfordern, unterstützt Dante einen redundanten Betriebsmodus. Dazu werden alle Geräte über zwei Netzwerkschnittstellen (Primary und Secondary) und zwei getrennte Netzwerke angebunden. Ein für den redundanten Betriebsmodus konfigurierter Transmitter gibt alle Flows ständig über beide Netzwerkschnittstellen aus. Receiver im redundanten Betriebsmodus werten ständig beide Netzwerkschnittstellen aus und verwerfen das jeweils später eintreffende der doppelten Datenpakete.

Die Primary und Secondary-Netzwerke dürfen nicht direkt miteinander verbunden werden. Fällt eine Netzwerkkomponente oder Verbindungsleitung in einem Netzwerk aus, bleibt die Kommunikation über das jeweils andere Netzwerk unterbrechungsfrei bestehen.

Auch ein für den redundanten Betrieb konfiguriertes Dante-Gerät kann wahlweise nichtredundant betrieben werden, in diesem Fall wird es lediglich über die Primary-Schnittstelle angeschlossen.

In der Praxis stellen die Verbindungskabel durch mechanische Beschädigung der Leiter oder Steckverbinder im Verhältnis zu aktiven Netzwerkkomponenten (Switches) oder den Dante-Endgeräten selbst das größte Ausfallrisiko dar.

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/IGMP_snooping

⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Precision_Time_Protocol

⁷ Zum Vergleich: Die Sampledauer bei 96 kHz beträgt 10.42 µs

3. Hardwareauswahl

Um wie vorhergehend beschrieben eine Netzwerktopologie aufzubauen, welche die Aspekte der Flexibilität, Betriebssicherheit und geringen Latenz verbindet, entsteht unter Umständen die Notwendigkeit zusätzlicher Netzwerk-Switches. Reichen die vorhandenen Netzwerk-Ports aus, kann diese Funktionalität problemlos mit DS10 realisiert werden. Größere externe Switches bieten sich an, wenn mehr Flexibilität bezüglich der Erweiterbarkeit des Netzwerks benötigt wird, IGMP Snooping gefordert ist oder Verbindungswege von mehr als 100 m zwischen den einzelnen Standorten die Umsetzung auf Glasfaserverbindungen notwendig machen. In jedem Fall helfen eine sorgsame Betrachtung der Nutzungssituation und Vorüberlegungen zur praktikablen Topologie bei der Entscheidung.

3.1 Kriterien für die Auswahl von Dante-Switches

Aus den formalen Anforderungen von Dante und der Verwendung im Veranstaltungstechnikbereich lassen sich einige technische Merkmale ableiten, die bei der Auswahl von Switches für Dante-Systeme Beachtung finden sollten. Da es sich bei Dante um eine Echtzeitanwendung handelt, liegt ein großer Schwerpunkt auf der Bereitstellung einer hinreichend performanten und unterbrechungsfreien Übertragung.

3.1.1 Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet Technologie erlaubt die volle Nutzung der Möglichkeiten von Dante. Fast-Ethernet-Verbindungen (100 Mbit) sind zwar technisch möglich, schränken allerdings die Kanalzahl und die erreichbaren Minimallatenzen erheblich ein und werden daher nicht empfohlen.

3.1.2 Interne Bandbreite

Als besondere Forderung für Dante ist zu berücksichtigen, dass Switches stets über genügend interne Bandbreite verfügen müssen, um die Daten aller Ports gleichzeitig bidirektional vermitteln zu können. Sie werden daher auch als „non-blocking Switches“ bezeichnet. Ein 8-Port Gigabit Switch benötigt folglich eine interne Bandbreite von mindestens 16 Gigabit.

3.1.3 Managementfähigkeiten

Managebare Switches bieten große Flexibilität zur anwendungsspezifischen Konfiguration und werden daher von Audinate empfohlen. Die richtige Konfiguration ist hier aber Grundvoraussetzung und erfordert oft sehr tiefgehendes Expertenwissen, welches man bei den meisten Anwendern nicht voraussetzen kann. Es ist daher äußerst empfehlenswert, die Netzwerktopologie einfach zu gestalten, damit Konfigurationsänderungen im Standardbetrieb nicht erforderlich sind und der einmalig konfigurierte Switch als in sich funktionierende „Black Box“ angesehen werden kann.

Auch hier gilt der Grundsatz, dass nicht alles technisch Machbare im Sinne des Ergebnisses wirklich sinnvoll und notwendig ist.

3.1.4 Quality of Service (QoS)

IP-Netzwerke sind ursprünglich nicht für Echtzeitübertragungen ausgelegt. Bei erhöhter Netzwerklast kann dies bei Anwendungen wie Dante oder VoIP zu Unterbrechungen führen. Unter dem Sammelbegriff Quality of Service¹ (QoS) existieren daher Priorisierungsmechanismen, die eine deterministische Datenübertragung ermöglichen.

Die Datenpakete werden dazu vom Sender mit sogenannten DiffServ/DSCP²-Kennzeichnungen entsprechend ihrer Priorität versehen (DiffServ = Differentiated Services, DSCP = Differentiated Services Code Point). Netzwerk-Switches mit QoS Unterstützung für Dante sollten in der Lage sein, vier unterschiedliche Prioritätsklassen oder „Queues“ mit „strict priority“ zu verwalten, d.h. dass höher priorisierte Pakete immer vor niedriger priorisierten Paketen weitergeleitet werden. Manche Switches machen es erforderlich, dass die DSCP-Kennzeichnungen in der Gerätekonfiguration den Prioritätsklassen explizit zugeordnet werden, sie sind nachfolgend aufgeführt.

Priorität	Nutzung	Diffserv/DSCP Label	Hex	Dezimal
hoch	zeitkritische PTP Daten (Synchronisierung)	CS7	0x38	56
mittel	Audio, PTP	EF	0x2E	46
niedrig	Control	CS1	0x08	8
keine	andere Daten	Best Effort		0

Die genannten QoS-Mechanismen setzen stets voraus, dass ausreichend Bandbreite zur Verfügung steht, um alle Datenpakete zeitgerecht übertragen zu können. Wir empfehlen, QoS unabhängig von der erwarteten Netzwerklast immer zu nutzen.

3.1.5 Abschaltbare EEE-Funktionalität

Diese Erweiterung des Ethernet Standards (EEE = Energy Efficient Ethernet)³ soll durch Aktivierung von Standby-Modi in einzelnen Switch-Ports den Energieverbrauch großer Netzwerke senken, steht jedoch der Leistungsanforderung von Dante entgegen. Es sollten daher nur Switches verwendet werden, die nicht über dieses Merkmal verfügen oder bei denen es deaktivierbar ist.

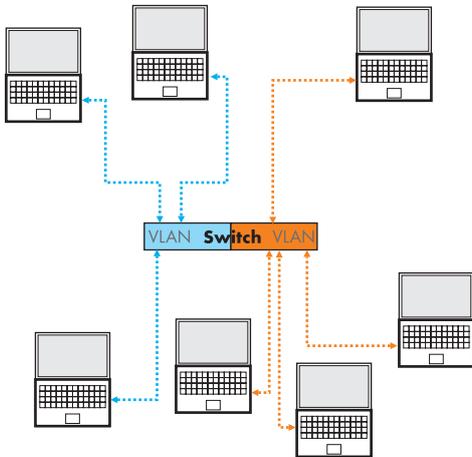
¹ https://de.wikipedia.org/wiki/Quality_of_Service

² <https://de.wikipedia.org/wiki/DiffServ>

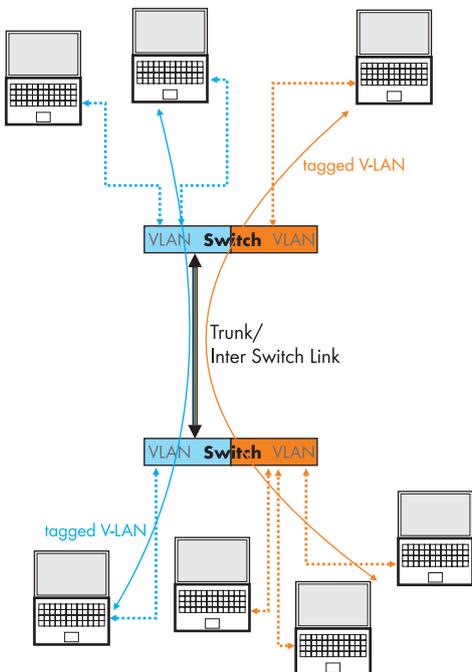
³ https://de.wikipedia.org/wiki/Energy_Efficient_Ethernet

3.1.6 V-LANs

Bei vielen managebaren Switches können aus Gruppen von Ports logisch getrennte Netzwerke gebildet werden, sogenannte VLANs⁴ (Virtual Local Area Network). Datenverkehr findet nur zwischen Ports des gleichen V-LANs statt, der Switch verhält sich wie mehrere getrennte Geräte.



V-LANs können auch zwischen Switches transportiert werden, ohne dass für jedes V-LAN eine separate Verbindungsleitung benötigt wird. Um mehrere V-LANs zur Übertragung zusammenzufassen und auf der Gegenseite wieder entsprechend aufzuteilen, werden sogenannte „tagged V-LANs“ verwendet. Der Switch markiert alle Pakete entsprechend ihrer V-LAN-Zugehörigkeit und gibt sie an einem zu spezifizierenden „Trunk Port“ oder „Inter Switch Link (ISL) Port“ aus. Der Switch auf der Gegenseite muss genau so konfiguriert sein. Nur über den Trunk oder ISL Port eingehende Datenpakete werden gemäß ihrer V-LAN Tags erkannt und den entsprechenden V-LAN Ports zugewiesen.



⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Virtual_Local_Area_Network

Da auch hier unterschiedliche Implementierungen bestehen, ist es empfehlenswert, VLANs nur zwischen gleichartigen Switches zu übertragen und gemischte Infrastrukturen vorher auf korrekte Konfiguration und Funktion zu testen.

In der Praxis werden VLANs oft verwendet, um redundante Dante-Netzwerke aufzubauen, ohne die Anzahl der Switches zu verdoppeln - beide Netzwerke durchlaufen in getrennten VLANs die gleichen Switches. In diesem Fall wird allerdings nur die Unterbrechung einer Netzwerkleitung abgefangen, nicht jedoch ein Hardwaredefekt im Switch. Andere typische Anwendungen in diesem Kontext nutzen VLANs zur logischen Trennung von Dante und anderem Datenverkehr. Bei richtig konfiguriertem QoS ist dies in der Regel jedoch unnötig.

3.1.7 IGMP Snooping

Wie bereits beschrieben, ermöglichen Switches mit IGMP Snooping einen kontrollierten Umgang mit Multicasts. Bei modernen performanten Switches kann dieses Merkmal dauerhaft aktiviert bleiben, was den spontanen Umgang mit Multicasts wesentlich vereinfacht.

3.1.8 Glasfaseroption

Im Veranstaltungstechnikbereich müssen oft Entfernungen von mehr als 100 m überbrückt werden. Dies überschreitet die maximale Längenspezifikation für Kupferkabel - umso mehr, wenn zwischen den aktiven Endgeräten noch Steckverbindungen wie Patchfelder, Kupplungen etc. eingesetzt werden. Für diese Fälle lassen Glasfaserverbindungen wesentlich größere Leitungswege zu (Multimode-Glasfasern bis etwa 500 m, Monomode-Glasfasern bis etwa 10 km). Wir empfehlen, zumindest in Geräte mit entsprechender Aufrüstmöglichkeit zu investieren, damit bei Bedarf nur ein Zusatzmodul eingesetzt werden muss, ohne die gesamte Hardware zu tauschen.

3.1.9 Roadtaugliche Ausführung

Aus praktischer Sicht ist eine für die mobile Verwendung im Veranstaltungstechnikbereich geeignete Ausführung des Gerätes sehr hilfreich:

- Metallgehäuse
- Rackmontagefähigkeit
- EtherCon-Anschlüsse (zuverlässigere Kontaktierung und etwa zehnfache mögliche Anzahl an Steckzyklen im Vergleich zu RJ45)
- Eingebautes Netzteil mit Überspannungsschutz oder redundantes Netzteil

3.1.10 RSTP (Ring- und Maschenbildung)

RSTP⁵ (Rapid Spanning Tree Protocol) ermöglicht die Bildung von Ring- oder Maschentopologien im Netzwerk, um weitere Redundanzen gegen unterbrochene Verbindungsleitungen zu schaffen. RSTP muss von allen Switches unterstützt werden, die Teil dieser Schleifen sind. Fällt ein Netzwerkpfad aus, wird von den beteiligten Switches eine Ersatzroute ausgehandelt. Dies geschieht automatisch, kann aber zu Unterbrechungen im zweistelligen Sekundenbereich im Netzwerk führen. Auch die Konfiguration von RSTP ist meist nicht trivial und sollte nur von Experten durchgeführt werden.

QoS	Enabled, DSCP/DiffServ Mapping entsprechend Audinate Vorgaben
IGMP Snooping	Enabled
EEE	Disabled

Cisco SG300 Dante Konfiguration

3.2 Empfohlene Switches für Dante

Die folgenden Empfehlungen beschränken sich auf nur wenige Geräte und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wir haben sie unter dem Gesichtspunkt der relevanten Ausstattungsmerkmale, der Bedienbarkeit und der Marktverbreitung erstellt. Allen Geräten ist gemein, dass sie entweder über eine Glasfaseroption verfügen und mittels einer zusätzlichen Blende mit rostdauglichen Glasfasersteckverbindern ausgerüstet werden können oder aber einen solchen am Gerätechassis selbst aufweisen.

3.2.1 Luminex Gigacore Serie

Diese von Grund auf für den Veranstaltungstechnikbereich entwickelten Geräte weisen alle vorgenannten Merkmale auf und sind im Auslieferungszustand bereits optimal für die Verwendung in Dante-Netzwerken konfiguriert. Außerdem erlauben sie auch ohne besondere Konfiguration die Bildung von beliebigen Maschen- und Ringtopologien mit extrem schneller Reaktionszeit im Fehlerfall (nahezu keine wahrnehmbaren Audioartefakte bei Unterbrechung oder Schließen des Rings).

3.2.2 Yamaha SWP1 Serie

Auch diese Geräte sind für den Einsatz im Veranstaltungstechnikbereich und hier speziell für Dante optimiert und sehr leicht zu konfigurieren. Verschiedene sinnvolle Presets sind ohne Konfigurationssoftware über DIP-Schalter abrufbar.

Beide genannten Produktreihen zeichnen sich neben ihren technischen Eigenschaften dadurch aus, dass sie weitestgehend vorkonfiguriert sind und Konfigurationsanpassungen ohne Expertenwissen möglich sind.

3.2.3 Cisco SG300 Serie

Diese Geräte sind sehr performant, zeichnen sich durch ein gutes Preis-/Leistungsverhältnis aus und sind im Markt relativ weit verbreitet. Allerdings sind sie mechanisch nicht für die Verwendung im Veranstaltungstechnikbereich ausgeführt und die Konfiguration für Dante erfordert Expertenwissen, da ihre Funktionsvielfalt weit über das benötigte Maß hinaus geht. Auf unserer Webseite stellen wir deshalb eine geeignete Grundkonfiguration für das Modell SG300-20 zum Download zur Verfügung. Sie finden sie auf der Produktseite der DS10 Audio Network Bridge. Für weitergehende Konfigurationen konsultieren sie bitte die entsprechende Gerätedokumentation.

⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Rapid_Spanning_Tree_Protocol

4. Fehlersuche

Ein Gerät ist in Dante Controller nicht sichtbar bzw. keine Geräte sind in Dante Controller sichtbar.

Mögliche Ursache(n):

- Defekte Netzwerkleitung – die Kabel sind zwar aufgesteckt, aber die Aktivitäts-LEDs an der Netzwerkbuchse blinken nicht.
- An einem Gerät wurde die Netzwerkleitung nicht aufgesteckt, oder es wurde die falsche Netzwerkleitung aufgesteckt.
- Innerhalb von Dante Controller wurde die falsche Netzwerkschnittstelle ausgewählt. Überprüfen Sie die Auswahl mittels der entsprechenden Schaltfläche.



- Auf dem Computer ist eine Firewall- oder Antivirussoftware installiert, welche den Datenverkehr von Dante Controller blockiert. Deaktivieren Sie diese Software oder öffnen Sie die folgenden Ports für den Dante Control und Monitoring Dienst: UDP 8700-8705, 8800
- Ihr Computer besitzt zwei Netzwerkschnittstellen die für das gleiche Subnetz konfiguriert sind. Deaktivieren Sie eine der beiden Netzwerkschnittstellen oder stellen Sie sicher, dass beide in unterschiedlichen Subnetzen arbeiten.

Signalrouting in Dante Controller ist nicht möglich.

Mögliche Ursache(n):

- Mindestens eines der betroffenen Geräte verwendet Netzwerkeinstellungen, die mit der Dante Controller Instanz inkompatibel sind. In diesem Fall werden die Geräte zwar gefunden und in Dante Controller angezeigt, können aber nicht weiter bedient werden. Um Audiosignale zu routen, müssen sowohl die betroffenen Geräte als auch Dante Controller im gleichen IP-Adressbereich arbeiten. Überprüfen Sie in der Device View von Dante Controller die Netzwerkeinstellungen beider Geräte und korrigieren Sie sie entsprechend oder passen Sie die Netzwerkeinstellungen ihres Computers auf jene der Geräte an.

- Beide Geräte sind auf unterschiedliche Abtastraten konfiguriert. Während in einem Dante-Netzwerk unterschiedliche Abtastraten koexistieren können, kann Audiorouting nur zwischen Geräten mit gleicher Abtastrate erfolgen.

Überprüfen Sie beide Geräte in der Device View von Dante Controller und gleichen Sie die Abtastrate des betroffenen Gerätes an das andere an.

Keine oder unterbrochene oder verzerrte Audioausgabe.

Mögliche Ursache(n):

- Die Übertragungslatenz zwischen Transmitter und Receiver ist größer als die höchste in Transmitter oder Receiver eingestellte Gerätelatenz, der Receiver schaltet daher stumm. Überprüfen Sie den Receiver in der Device View von Dante Controller. Im Reiter „Latency“ wird die tatsächliche Übertragungslatenz der eingestellten Latenz in einem Histogramm gegenübergestellt. Rote Einträge zeigen verworfene Pakete bzw. Audiunterbrechungen an. In diesem Fall ist die Latenz des Receivers zu niedrig eingestellt. Eine breite Wertestreuung im Histogramm deutet darüber hinaus auf Netzwerkprobleme durch Überlast oder Fehlkonfiguration hin.
- Durch Netzwerküberlast oder Fehlkonfiguration können die Taktinformationen nicht zuverlässig übertragen werden, der Receiver verwirft daher einzelne Pakete oder schaltet stumm. Dies wird im Reiter „Clock Status“ angezeigt.
- Für den Receiver wurde eine externe Taktquelle ausgewählt, ohne dass der Receiver die Taktquelle des gesamten Netzwerkes ist. Der Receiver schaltet daher die Audioausgabe stumm. Dies wird im Reiter „Clock Status“ angezeigt.
- Sie verwenden einen oder mehrere Switches mit EEE (Energy Efficient Ethernet) nach IEEE802.3az, manchmal auch als Green Ethernet bezeichnet. Stellen Sie diese Funktion ab bzw. benutzen Sie einen Switch ohne EEE.
- Netzwerküberlast durch Verwendung eines ungeeigneten Switches ohne „non-blocking“ Eigenschaften.

Dante Controller zeigt im Reiter „Clock Status“ mehrere Clock Master für das Primary und/oder Secondary Netzwerk an.

Mögliche Ursache(n):

- Es liegt ein Netzwerkfehler durch Firewall/Portfilterung/VLAN Einstellungen oder Verkabelung vor. In jedem Netzwerk sollte es nur einen Clock Master geben. Überprüfen Sie Ihre Switch-Konfiguration.

Dante Controller zeigt im Reiter „Clock Status“ unterschiedliche Clock Master für das Primary und das Secondary Netzwerk an.

Mögliche Ursache(n):

- Das als Clock Master fungierende Gerät ist nur über das Primary Netzwerk angebunden. In diesem Fall werden die Clockdaten automatisch von einem anderen Gerät in das Secondary Netzwerk übertragen. Dieses zweite Gerät wird dort als Master angezeigt. Ist das als Clock Master fungierende Gerät an beide Netzwerke angebunden, sollte es auch in beiden Netzwerken als Master angezeigt werden. Ist das nicht der Fall, deutet dies auf Netzwerkprobleme hin.

Einige Einstellungen in Dante Controller sind ausgegraut und können nicht verstellt werden.

Mögliche Ursache(n):

- Es handelt sich um Einstelloptionen, über die das betreffende Gerät nicht verfügt.
- Diese Einstellung kann am betreffenden Gerät nicht mittels Dante Controller vorgenommen werden. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der entsprechenden Bedienungsanleitung.

5. Best Practices

5.1 Aufbau von Dante-Netzwerken

Machen Sie bei größeren Netzwerken einen Topologieplan.

Auf diese Weise haben Sie eine bessere Übersicht über die benötigten Switch-Ports und Leitungswege.

Vertrauen Sie den Mechanismen zur automatischen Konfiguration, konfigurieren Sie nur das Notwendigste.

Netzwerkeinstellungen und Clockauswahl funktionieren bei Dante automatisch. Eine manuelle Konfiguration aus technischen Gründen ist in der Regel nicht notwendig.

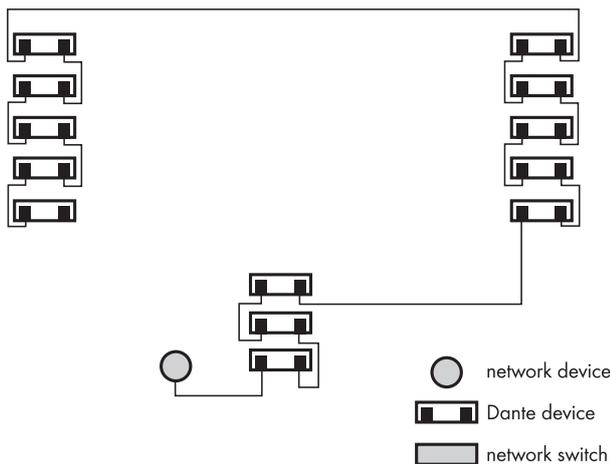
Überprüfen Sie bei der Inbetriebnahme von redundanten Netzwerken die Funktion beider Netzwerke.

Schließen Sie zunächst nur das Primary Netzwerk an und überprüfen Sie die Funktion. Wiederholen Sie danach den Vorgang nur mit dem Secondary Netzwerk. Wenn beide Netzwerke unabhängig voneinander funktionieren haben, können beide gleichzeitig in Betrieb genommen werden. Die Reiter „Clock Status“ und „Network Status“ in Dante Controller geben weiteren Aufschluss über den Zustand der Netzwerkverbindungen und Taktquellen im Netzwerk.

5.2 Topologien

Innerhalb von IP-Netzwerken sind verschiedene Topologien möglich. Sie weisen unterschiedliche Merkmale auf, die im Folgenden vor allem im Hinblick auf die Verwendung von Dante kurz dargestellt werden sollen.

5.2.1 Daisy-Chain („Durchschleifen“)



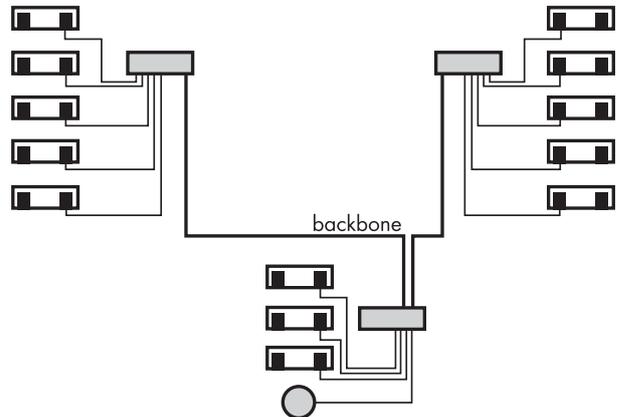
Vorteile:

- Einfach aufzubauen.
- Kürzeste Leitungswege.
- Erweiterung einfach möglich.
- Keine externen Netzwerk-Switches notwendig.

Nachteile:

- Große Anzahl an Hops im Netzwerk (hohe Netzwerklatenz).
- Nur im nichtredundanten Betriebsmodus möglich.
- Hohes Ausfallrisiko (eine unterbrochene Leitung/ein ausgefallenes Gerät gefährdet das gesamte Netzwerk).
- Unnötig hohe Netzwerklast.

5.2.2 Sterntopologie



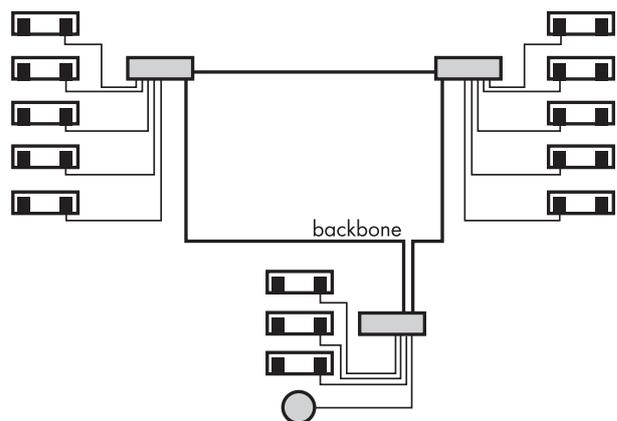
Vorteile:

- Deterministische Hopzahl (minimierte Netzwerklatenz)
- Funktioniert durch Verdoppeln der Infrastruktur auch im redundanten Betrieb.
- Leichte Erweiterbarkeit (falls genügend Switch-Ports vorhanden).
- Geringe Fehleranfälligkeit.

Nachteile:

- Unter Umständen etwas längere Kabelwege.
- Vorplanung erforderlich.

5.2.3 Ringtopologie



Vorteile:

- Höhere Redundanz gegen Leitungsunterbrechung.
- Funktioniert durch Verdoppeln der Infrastruktur auch im redundanten Betrieb.
- Leichte Erweiterbarkeit (falls genügend Switch-Ports vorhanden).

Nachteile:

- Erfordert korrekte RSTP-Konfiguration der Infrastruktur-Switches.
- Je nach Switch-Modell deutlich wahrnehmbare Unterbrechung beim Umschalten auf die redundante Backbone-Verbindung.

