
BACHELORARBEIT

MEHRKANALIGE DIGITALE AUDIOÜBERTRAGUNG

in Zusammenarbeit mit



NEUMANN & MÜLLER
VERANSTALTUNGSTECHNIK

Studiengang Audiovisuelle Medien der Fachhochschule Stuttgart



HOCHSCHULE DER MEDIEN

vorgelegt von: Benjamin Mehl
Matrikelnummer: 19346

Erstprüfer: Prof. Oliver Curdt
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Thomas Epple

Bearbeitungszeitraum: 27.05.2011 – 27.09.2011
Stuttgart, September 2011

KURZFASSUNG

Diese Bachelorarbeit behandelt das Thema der mehrkanaligen digitalen Audiosignalübertragung.

Anhand der Beispielproduktion „Jubiläumsnacht Mercedes Benz 2011“ und durch Mitarbeiterbefragungen wird im Rahmen einer Ist-Analyse untersucht, wie die Firma Neumann & Müller derzeit mit digitalen Audiosignalen arbeitet und ob das verwendete Netzwerksystem hierfür geeignet ist bzw. wo die Stärken und Schwächen dieses Systems liegen.

Verschiedene andere am Markt verbreitete Netzwerklösungen werden vorgestellt und deren Vor- und Nachteile herausgearbeitet.

Mittels eines Soll-Konzepts wird untersucht, welches alternative System den Anforderungen der Firma Neumann & Müller zukünftig am besten gerecht wird.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with multichannel digital audio transmission.

Based on an sample production of the *Jubiläumsnacht Mercedes Benz 2011*, which was a jubilee night for Mercedes Benz and also based on a survey of some Neumann & Müller employees, this thesis will assess, in line with an as-is analysis, how the company Neumann & Müller currently works with digital audio signals. Furthermore it reviews if the chosen network system is appropriate or where weak points and/ore strengths can be found.

Various different network solutions currently well established in the market are examined, and pointed out there benefits and there disadvantages.

An analysis concept is used to determine which alternative system will be most suitable for Neumann & Müller in the future.

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	2
INHALTSVERZEICHNIS	3
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	5
ERKLÄRUNG / VERSICHERUNG	6
RAHMEN DER ARBEIT	7
- Firmendarstellung	7
- Ausgangssituation	8
- Ziel der Arbeit	8
- Vorgehensweise	8
IST-ANALYSE	10
- Die Umfrage im Überblick	10
- Auswertung des Fragebogens	13
- Anforderungen heute	18
- Einsatzgebiet heute: Beispielproduktion Jubiläumsnacht Mercedes Benz	19
• Planungsgrundlagen	20
• Netzwerktechnik	23
• Verwendetes Material	25
• CobraNet	30
• CobraNet Bundles	30
• CobraNet Discovery	31
• Signale	33
• Systemtest	34
- Stärken/ Schwächen heute	35
SOLL-KONZEPT	37
- Erwartungen an zukünftige Systeme	37
- CobraNet	39
- RockNet	39
- EtherSound	43
- OPTOCORE	45
- Dante	47
- AVB als Zukunftsaussicht	48
- Gegendarstellung	49
- Exkurs MediorNet	51

FAZIT	52
QUELENNACHWEIS	53
- Literaturverzeichnis	53
- Abbildungsverzeichnis	54
SPERRVERMERK	56
ANHANG	57
- Übersichtsplan	57
- Cobranet-Bundles	58

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Cat5: Category 5

AES/EBU: Audio Engineering Society/European Broadcasting Union

LAN: Local Area Network

VLAN: Virtual Local Area Network

RSTP: Rapid Spanning Tree Protocol

MBit/s: Megabit pro Sekunde

GBit/S: Gigabit pro Sekunde

MADI: Multichannel Audio Digital Interface

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

ERKLÄRUNG / VERSICHERUNG

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift

RAHMEN DER ARBEIT

FIRMENDARSTELLUNG

NEUMANN & MÜLLER

Die Firma Neumann & Müller ist ein Veranstaltungstechnik-Unternehmen, das seit 30 Jahren besteht. Gegründet wurde es 1981 in Düsseldorf. Mittlerweile ist das Unternehmen auf 17 Filialen in Deutschland und 4 weitere im Ausland, nämlich Brüssel, Dubai, Nottingham und Prag, angewachsen.

Als Full-Service Dienstleister bietet Neumann & Müller Unternehmen und Agenturen neben der kompletten technischen Ausstattung eine umfassende Beratung, Planung und Projektabwicklung für Events und Messeauftritte. Im Materialpool befindet sich die gesamte Bandbreite von Ton-, Licht-, Bühnen-, Video- und Konferenztechnik.

Durchschnittlicher Mitarbeiterstand:

- 120 Disponenten / Produktionsleiter / Planer bzw. Projektleiter
- 120 Mitarbeiter im Bereich Verwaltung / Lager / Werkstatt / EDV
- 5 Mitarbeiter in der zentralen Buchhaltung
- 60-70 Auszubildende
- ca. 1400 freie Mitarbeiter (Techniker, Meister und Ingenieure verschiedenster Fachrichtungen)

AUSGANGSSITUATION

In digitaler Audiotechnik setzt Neumann & Müller verstärkt auf Produkte der Firma Yamaha in der ProAudio Sparte. Als digitales Netzwerk ist das Produkt CobraNet von Cirrus Logic im Einsatz. Bei CobraNet handelt es sich um ein Netzwerkkonzept für die Vernetzung und Echtzeitübertragung von Digitalaudio. Diese Technologie wird in Hochhäusern, Flughäfen, Bahnhöfen, Themenparks und in der Theatertechnik eingesetzt – an allen Orten an denen Audioströme verteilt werden müssen. Mit der Vernetzung von Digitalaudio kann jeder Audio-Eingang in jeder beliebigen Kombination zu jedem Audio-Ausgang geroutet werden. CobraNet wird auch bei Drahtlossystemen und Funkmikrofonen eingesetzt. CobraNet basiert auf Fast-Ethernet und kann bis zu 64 unkomprimierte Audiokanäle übertragen. Die Mischpulte Yamaha LS9, DM1000, DM2000, PM5D und Yamaha M7CL sowie alle Yamaha DMEs können mit CobraNet-Erweiterungskarten ausgestattet werden. Als Infrastruktur dienen normale Netzkabel. Bei Strecken, die länger als 100m sind, kommen Glasfaserleitungen, die über handelsübliche Netzwerkschwitches verbunden werden, zum Einsatz.

ZIEL DER ARBEIT

- Zunächst soll anhand einer Umfrage und durch intensive Gespräche mit Mitarbeitern die Ist-Situation der Firma Neumann & Müller im Bereich der digitalen Audiotechnik möglichst gut abgebildet werden.
- In einem zweiten Schritt wird der Markt dahingehend sondiert, welche Technik in der Veranstaltungsbranche derzeit überwiegend eingesetzt wird.
- Am Ende wird es eine Empfehlung an das Unternehmen geben, welche Produkte die Anforderungen der Firma jetzt und auch in Zukunft am besten erfüllen.

Hierbei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass diese Arbeit lediglich die technologische Seite beleuchtet. Wirtschaftliche und ökologische Aspekte, die bei einer Entscheidung eines Unternehmens für ein Produkt ebenfalls eine zentrale Rolle spielen, werden nicht behandelt.

VORGEHENSWEISE

Als erstes musste die Ist-Situation festgestellt werden. Diese wurde anhand eines Fragebogens, der aus 20 Fragen besteht, erarbeitet. Die Audits mit den Befragten wurde sowohl am Telefon als auch in Form von persönlichen Gesprächen durchgeführt. Zentraler Bestandteil der sich anschließenden Arbeit war die Auswertung der Daten und Erstellung einer Diagrammübersicht.

Um einen Überblick über das derzeit eingesetzte digitale Material zu erlangen, wurde bei einer Veranstaltung im Juli 2011 die Planung und Ausführung der Signale übernommen.

Hierbei galt es, fünf Bühnen, zwei LED-Portale, einen Übertragungswagen und eine Zentralregie miteinander zu vernetzen. Dies wurde mit der im Neumann & Müller-Materialpool vorhandenen digitalen Hardware realisiert.

Die sich anschließende Marktsondierung wurde durch Recherchen und Audits bei Herstellern und einer Schulung für RockNet (digitales Audionetzwerk der Firma Riedel) durchgeführt. Zusätzlich wurde seitens Neumann & Müller ergänzende Hardware zur Verfügung gestellt.

Durch alle diese Faktoren konnte ein Soll-Konzept erstellt werden, welches den Anforderungen von Neumann & Müller gerecht wird.

IST-ANALYSE:

Das Grundgerüst der Analyse besteht aus einer Beispielproduktion, auf welcher vermehrt CobraNet eingesetzt wurde, und einem Fragebogen, der 20 Fragen beinhaltet. Die Umfrage wurde ursprünglich in einem Online-Umfragesystem ausgearbeitet. Nach einiger Zeit stellte sich heraus, dass die Art und Weise der Umfrage für die Arbeit keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefern konnte, da z.B. individuelle Antwortmöglichkeiten fehlten oder manche Formulierungen einer Erklärung bedurft hätten. Aus diesem Grund musste eine neue Umfrage ausgearbeitet werden. Diese wurde nun persönlich durchgeführt, um auf entstehende Antwortprobleme schneller eingehen zu können. Geduzt wurden die Befragten, da dies firmenintern und auch allgemein in der Veranstaltungsbranche so üblich ist.

Nachstehende aktualisierte Fragen wurden an 20 Teilnehmer gestellt. Hiervon antworteten 14, was einem Prozentsatz von 70% entspricht.

DIE UMFRAGE IM ÜBERBLICK:

1. Wie oft im Jahr kommt mehrkanalige Signalübertragung (ab 24 Kanäle) auf Euren Produktionen vor?
2. Wie viele Signale sind es?
3. Wie erfolgt die Signalübertragung?
 - digital
 - analog
 - eine Kombination aus digitalen und analogen Signalen, wobei analoge den größten Teil ausmachen
 - eine Kombination aus digitalen und analogen Signalen, wobei digitale den größten Teil ausmachen
 - eine Kombination aus digitalen und analogen Signalen, die ausgeglichen sind
4. Zu wie viel Prozent der Produktionen erfolgt die ... mit eigener Hardware?
 - digitale Signalverteilung
 - analoge Signalverteilung
 - Signalverteilung mit einer Kombination aus digitalen und analogen Signalen, wobei analoge den größten Teil ausmachen
 - Signalverteilung mit einer Kombination aus digitalen und analogen Signalen, wobei digitale den größten Teil ausmachen
 - Signalverteilung mit einer Kombination aus analogen und digitalen Signalen, wobei digitale und analoge Signale ausgeglichen sind

Zu wie viel Prozent der Produktionen erfolgt die ... mit fremder Hardware?

- digitale Signalverteilung
 - analoge Signalverteilung
 - Signalverteilung mit einer Kombination aus digitalen und analogen Signalen, wobei analoge den größten Teil ausmachen
 - Signalverteilung mit einer Kombination aus digitalen und analogen Signalen, wobei digitale den größten Teil ausmachen
 - Signalverteilung mit einer Kombination aus analogen und digitalen Signalen, wobei digitale und analoge Signale ausgeglichen sind
5. Mit welcher digitalen Hardware wurde das Projekt realisiert, falls keine eigene eingesetzt wurde?
- RockNet
 - EtherSound
 - OPTOCORE
 - Dante
 - Sonstige (Bitte beschreiben)
6. Erfolgt die analoge bzw. digitale Signalverteilung aufgrund ... zu x Prozent mit firmeneigener Hardware?
- Material verfügbar
 - Kundenwunsch
 - Spezifikation einer Ausschreibung
 - Persönlicher Wunsch
7. Wie groß sind die analogen Distanzen?
8. Wie groß sind die digitalen Distanzen?
9. Auf wie vielen Produktionen werden analoge Systeme redundant ausgeführt?
10. Auf wie vielen Produktionen werden digitale Systeme redundant ausgeführt?
11. Auf wie vielen Produktionen geschieht die digitale Übertragung latenzfrei (<1ms)?

12. Welche Samplerate wird benutzt?

- 44,1 kHz
- 48 kHz
- 96 kHz
- 192 kHz

13. Wie viele analoge Positionen werden vernetzt?

14. Wie viele digitale Positionen werden vernetzt?

15. Welche Art der Signalverteilung fordert die

- digitale Signalverteilung
- analoge Signalverteilung
- Signalverteilung mit einer Kombination aus digitalen und analogen Signalen, wobei analoge den größten Teil ausmachen
- Signalverteilung mit einer Kombination aus digitalen und analogen Signalen, wobei digitale den größten Teil ausmachen
- Signalverteilung mit einer Kombination aus analogen und digitalen Signalen, wobei digitale und analoge Signale ausgeglichen sind

16. Wie schätzt Du Deine Kenntnisse in analoger Signalverteilung ein?

17. Wie schätzt Du Deine Kenntnisse in digitaler Signalverteilung ein?

18. Wie schätzt Du Deine Bereitschaft ein, digitale Signalübertragungstechniken einzusetzen?

19. Wie sicher fühlst Du Dich mit der momentan eingesetzten digitalen Hardware?

20. Wie schätzt Du den technologischen Stand, von Neumann & Müller bezüglich digitaler Hardware - gemessen am Wettbewerb - ein?

GRAFISCHE AUSWERTUNG DES FRAGEBOGENS:

Die folgenden Diagramme bilden nur die wichtigsten Fragen ab:

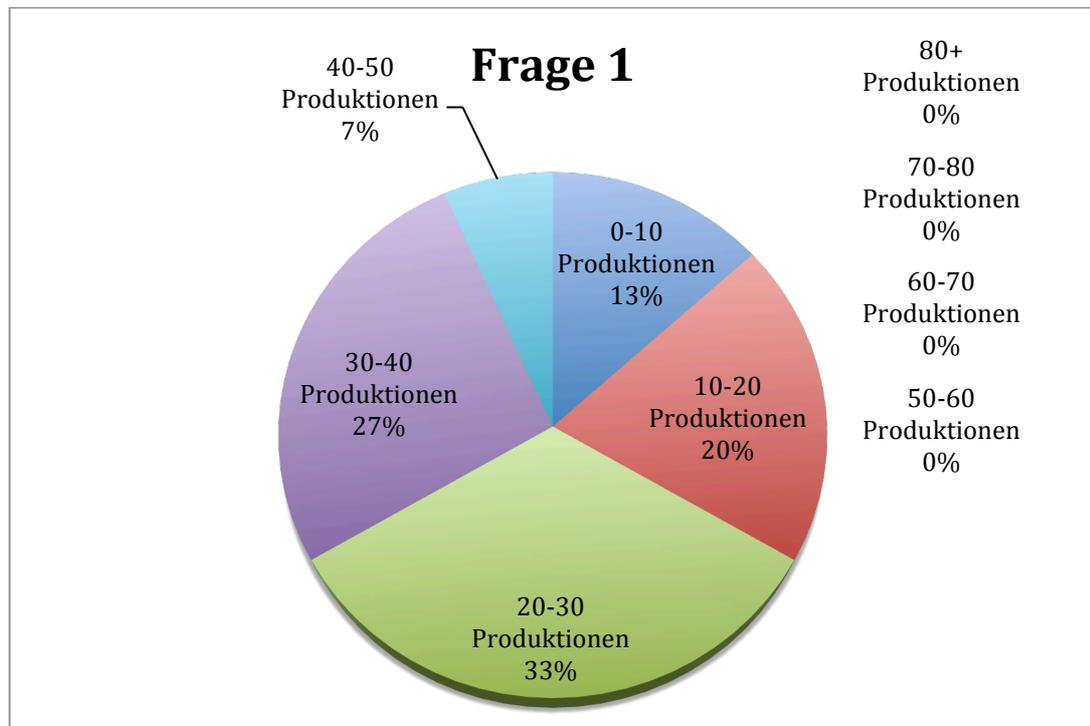


Abb. 1 Frage 1: Wie oft im Jahr kommt mehrkanalige Signalübertragung auf Euren Produktionen vor?

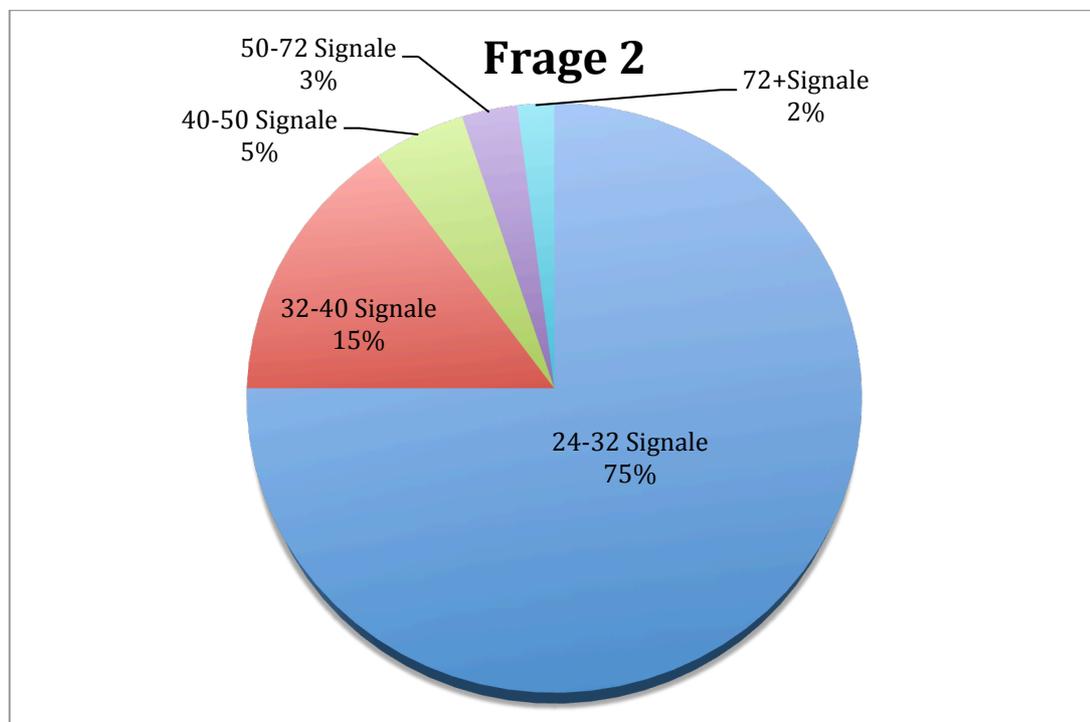


Abb. 2 Frage 2: Wie viele Signale sind es?

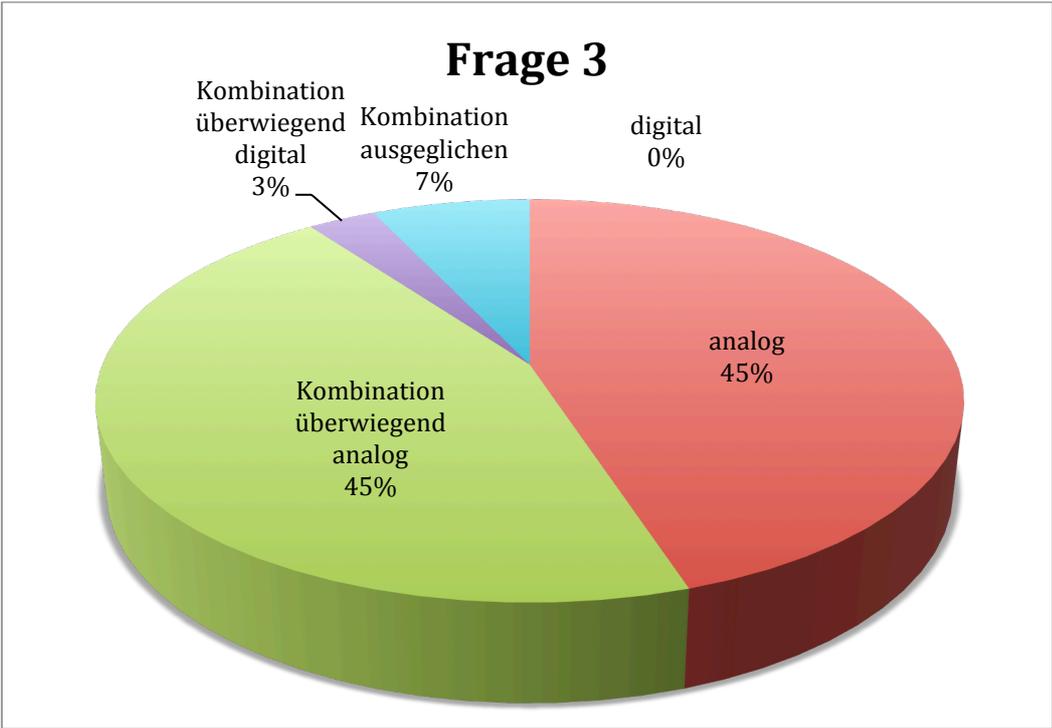


Abb. 3 Frage 3: Wie erfolgt die Signalübertragung?

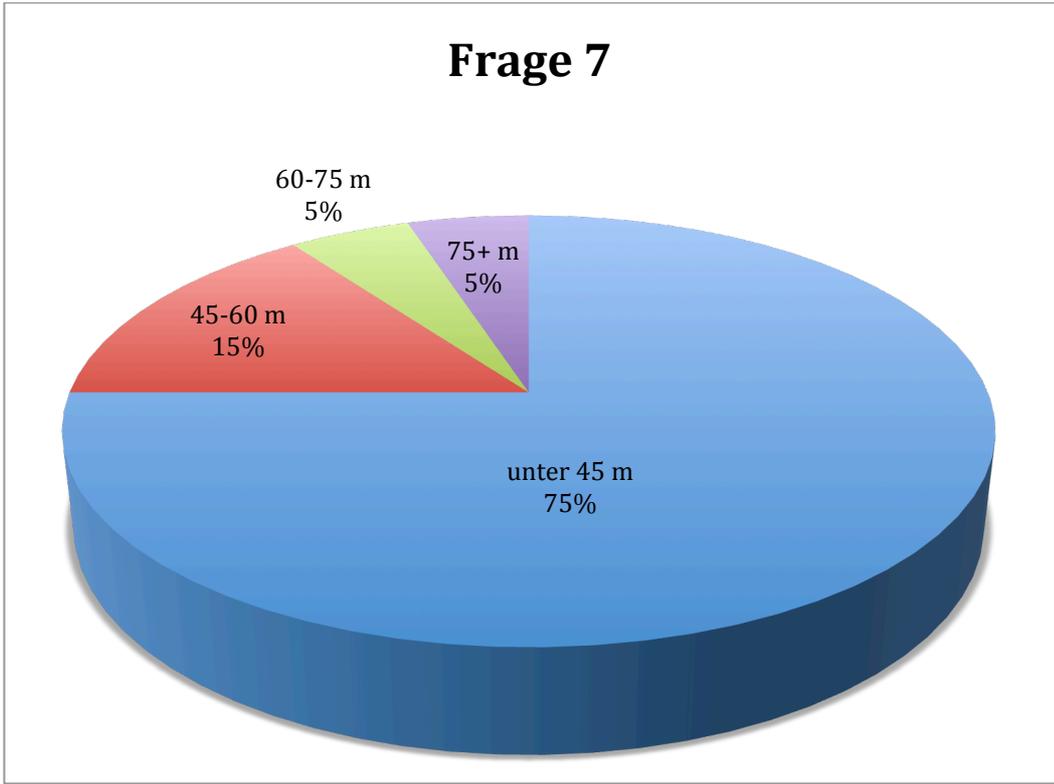


Abb. 4 Frage 7: Wie groß sind die analogen Distanzen?

Frage 8

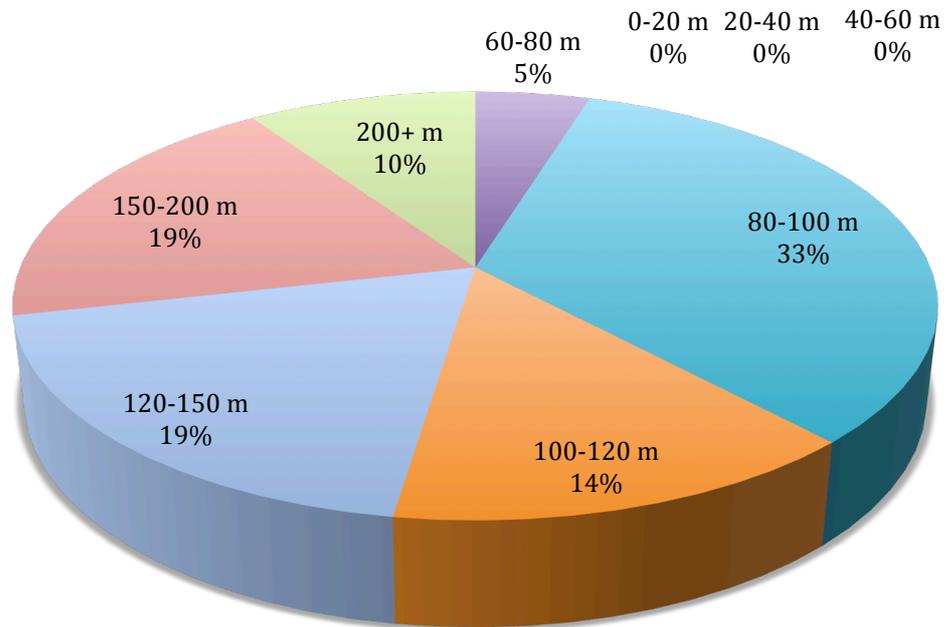


Abb. 5 Frage 8: Wie groß sind die digitalen Distanzen?

Frage 13

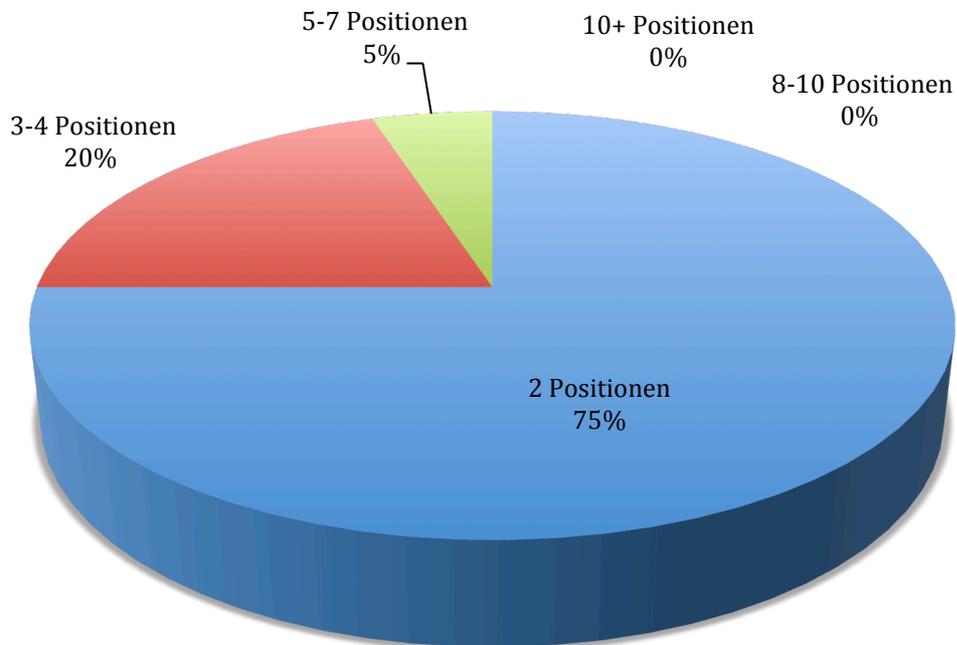


Abb. 6 Frage 13: Wie viele analoge Positionen werden vernetzt?

Frage 14

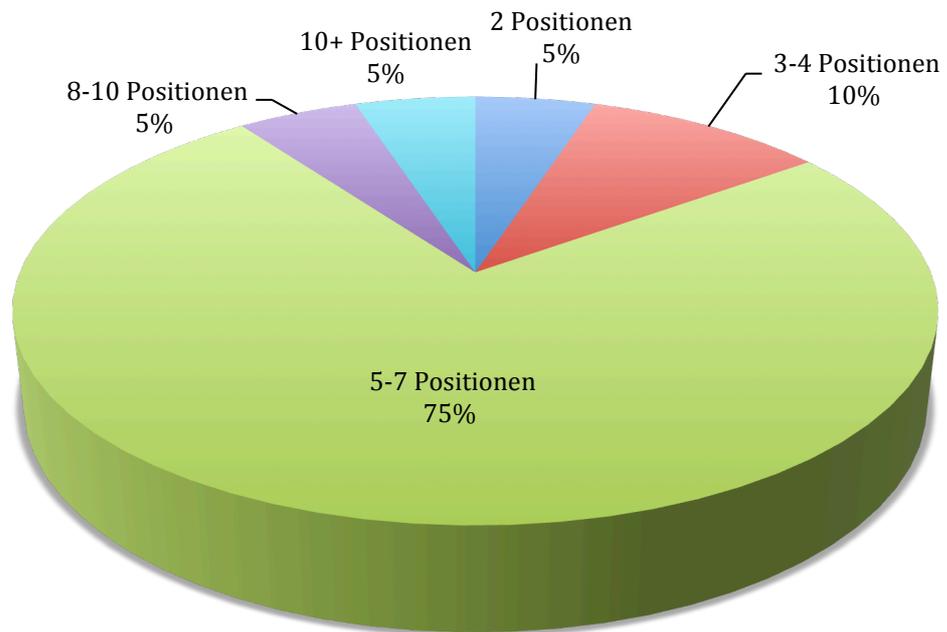


Abb. 7 Frage 14: Wie viele digitale Positionen werden vernetzt?

AUSWERTUNG DES FRAGEBOGENS:

Die Auswertung des Fragebogens hat ergeben, dass Produktionen mit mehr als 24 Kanälen häufig vorkommen. Im Durchschnitt sind es 30-40 Signale.

Derzeit erfolgt die Signalübertragung aus einer Kombination von analogen und digitalen Signalen, wobei analoge Signalübertragung den größeren Teil ausmacht, zu 95% wird firmeneigene und zu ca. 5% fremde Hardware eingesetzt.

Der Einsatz von Fremdhardware hängt nicht zwangsläufig mit fehlender Materialverfügbarkeit zusammen, denn zu 80% ist das angeforderte Material verfügbar. Zu 20% wird auf Fremdhardware zurückgegriffen, da oftmals auf spezielle Kundenwünsche eingegangen werden oder die Fachkompetenz der eingesetzten Techniker mit in die Planung einbezogen werden muss. Außerdem muss unter Umständen auf Spezifikationen einer Ausschreibung reagiert werden.

Die analogen Distanzen sind zu 75% unter 54m, wohingegen die digitalen Distanzen zwischen 60m und 200m liegen, wobei mit 33% die Distanz zwischen 80m und 100m den größten Anteil hat; nur 10% beträgt der Anteil bei Distanzen über 200m.

Hauptsächlich digitale Systeme werden redundant ausgeführt. Bei den analogen Systemen spielt die Absicherung eine untergeordnete Rolle.

Eine latenzfreie Übertragung wird nie erreicht, wobei durchschnittlich mit einer Samplerate von 48kHz abgetastet wird.

Zwischen 2 und 8 analoge Positionen werden vernetzt. Zu 75% handelt es sich um 2 Positionen, zu 20% um 3 bis 4 Positionen und zu 5% um 5 bis 7 Positionen.

Bei den digital zu vernetzenden Positionen werden zum Großteil, d.h. zu 75%, 5 bis 7 Positionen vernetzt.

Die Befragten schätzen ihre Kenntnisse sowohl in analoger als auch in digitaler Signalverteilung als gut ein, wobei die Analog-Kenntnisse generell etwas besser bewertet werden.

Mit der derzeit eingesetzten Hardware fühlen sich die Umfrageteilnehmer teilweise etwas unsicher, wobei die Bereitschaft, zukünftig verstärkt Digitaltechnik einzusetzen, sehr hoch ist.

Gemessen am Wettbewerb wird der technologische Stand von Neumann & Müller bezüglich digitaler Signaltechnik als nicht mehr konkurrenzfähig eingeschätzt.

ANFORDERUNGEN HEUTE

Neben der Umfrage wurde anhand einer Beispielproduktion und den Erwartungen der Projektleiter hieran herausgearbeitet, welche Anforderungen sich in der heutigen Zeit an ein Veranstaltungstechnikunternehmen stellen. Es musste ein Konzept zur Durchführung der Produktion erstellt werden, welches folgenden Ansprüchen gerecht werden sollte:

- Flexibilität
- einfache Konfigurations- und Bedienungsmöglichkeiten
- hohe Distanzen
- Ausfallsicherheit und Redundanz
- hohe Audioqualität
- niedrige Latenz
- Integration in bestehende Technik (Schnittstellen)
- hohe Produktlaufzeit

PRODUKTION MERCEDES BENZ JUBILÄUMSNACHT

UNTERTÜRKHEIM 2011:

Anlässlich des 125. Geburtstags der Erfindung des Automobils veranstaltete Mercedes Benz eine Jubiläumsfeier in Untertürkheim, dem Stammwerk des Konzerns. Das Werksgelände erstreckt sich auf eine Länge von 1,2km und eine Breite von rund 600m.

Geplant und ausgeführt werden mussten Audiosignale und deren Wege für:

- 5 Bühnen, auf denen Musik- und Comedy- Darbietungen aufgeführt werden sollten;
- 2 LED-Portale, mit deren Hilfe es den Besuchern, die sich zwischen verschiedenen Bühnen bewegten, möglich war, das Geschehen weiter zu verfolgen;
- 1 Übertragungswagen für Radio-, Video- und Fernsehtechnik;
- die Zentralregie zur Koordination der gesamten Audiosignaltechnik.

Mit Hilfe eines von Mercedes Benz zur Verfügung gestellten CAD-Planes konnte man sich einen Überblick über die Location und die Verteilung der Bühnen und Netzwerkpunkte verschaffen (Abb.8).

B1-B5 Steht für Bühne 1 bis Bühne 5. LED1 und LED2 steht für LED-Portal 1 und LED-Portal 2. Regie steht für die Zentralregie und Ü-Wagen für Übertragungswagen.

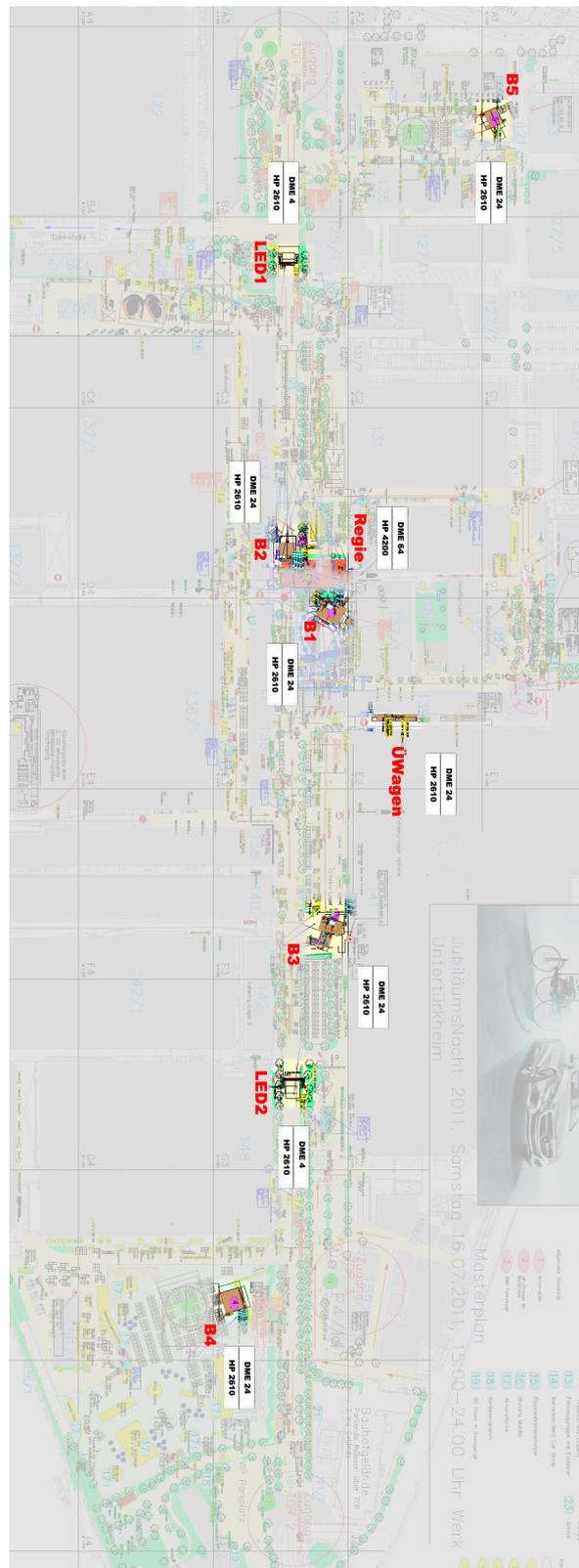


Abb. 8 Übersichtsplan

Anhand dieses Planes war es möglich, die Netzwerkinfrastruktur zu erarbeiten. Die Örtlichkeit wurde in drei Bereiche eingeteilt (Abb. 10). Jeder Bereich sollte später in der Netzwerktopologie einen Kreis bilden.

- Bereich 1: Bühne 5, LED-Portal 1 und Bühne 2.
- Bereich 2: Übertragungswagen.
- Bereich 3: Bühne 1, Bühne 3, LED-Portal 2 und Bühne 4.
- Als zentraler Knotenpunkt kam nur die Zentralregie in Frage.

PLANUNGSGRUNDLAGEN:

Generell sind bei einer Planung die folgenden Faktoren wichtig:

- Verkabelung:

In Netzwerken können - je nach Örtlichkeit - schnell große Kabellängen zustande kommen. Man sollte nie am Limit planen, sondern immer Erweiterungsmöglichkeiten im Netzwerk haben. Bei einer Geländelänge von bis zu 1,2km kommen nur Glasfaserkabel in Frage. Strecken bis 100m können mit Kupferkabeln, genannt Twisted-Pair oder Cat(Categorie), abgedeckt werden. Cat-Kabel gibt es in verschiedenen Kategorien. Je höher die Kategorie, desto größer ist der Schutz vor äußeren elektrischen Störungen. Cat5 Kabel sind gut für den Einsatz von 100MBit Netzwerken geeignet. Für den Einsatz von 1000MBit Netzwerken werden allerdings Cat5e Kabel benötigt. Das „e“ steht für „enhanced“, also erweitert.

„Die Glasfaser überträgt Daten in Form von Licht über weite Strecken mit Hilfe von Glas-, Quarz- oder Kunststofffasern. Während die elektrischen Signale in Kupferleitungen als Elektronen von einem zum anderen Ende wandern, übernehmen in Lichtwellenleitern (LWL) Photonen (Lichtteilchen) diese Aufgabe. Durch Lichtwellenleiter können optische Signale ohne Verstärker große Entfernungen überbrücken. Trotz weiter Strecken ist eine hohe Bandbreite möglich.“ (<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0301282.htm>)

- Einsatzgebiet:

Je nach Einsatzgebiet müssen Kabel und Stecker sehr robust gefertigt werden, um Ausfälle zu vermeiden. Da in dem vorliegenden Beispiel die Veranstaltung draußen stattfand, musste hierauf besonders geachtet werden. Alle Stecker und Steckverbindungen mussten wasserdicht sein.

- Topologie:

Unter einer Netzwerk-Topologie versteht man die physikalische Anordnung von Netzwerk-Stationen, die über Kabel miteinander verbunden sind. Sie bestimmt die einzusetzende Hardware, sowie die Zugriffsmethoden. Dies wiederum hat Einfluss auf das Medium (z. B. das Kabel), die Übertragungsgeschwindigkeit und den Durchsatz der Daten. Man unterscheidet:

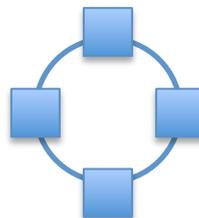
Bus:

Die Bus-Topologie besteht aus mehreren hintereinander geschalteten Stationen. Alle Stationen werden mit einem Kabel verbunden. Damit die physikalischen Bedingungen verbessert werden, werden die offenen Enden mit einem Abschlusswiderstand versehen. Der Ausfall des Netzes kann nur durch die Trennung des Kabels erfolgen.



Ring:

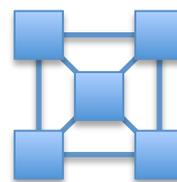
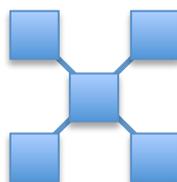
Die Ring-Topologie hat eine geschlossene Leitungstrecke. Bei jedem Gerät kommt eine Leitung an und geht eine ab. Falls der Ring unterbrochen wird, kann auf die Bus-Topologie zurückgegriffen werden.



Stern:

Bei der Stern-Topologie gibt es einen zentralen Knoten. Durch diesen Knoten werden alle anderen Stationen verbunden. Fällt der Knoten aus, gibt es keine Kommunikation mehr.

Ein Stern-Netzwerk kann schnell aufgebaut werden und ist flexibel. Auf der Produktion kam aus Sicherheitsgründen eine Kombination aus Stern und Ring zum Einsatz (vermaschte Topologie).



- Latenz:

Die Latenz sollte grundsätzlich einen festen Wert von 1,3 Millisekunden nicht überschreiten. Lediglich in sehr großen Netzwerken ist von einem höheren Wert auszugehen, da sich die Latenz an jeder Station erhöht. Auf der Beispielproduktion wurde die Latenz auf 5,33 Millisekunden fest eingestellt. Dieser Wert ist von CobraNet vorgegeben. Diese hohe Latenz spielte allerdings eine untergeordnete Rolle. Dies lag daran, dass der Ü-Wagen aufgrund der Videobearbeitung eine höhere Latenz als 5,33 Millisekunden verursachte.

- Sicherheit:

Alle Systeme und Knoten sollten redundant ausgeführt werden. Dies geschah in der Zentralregie durch einen Switch mit redundanten Netzteilen und im Übertragungswagen durch zwei Switches.

- Audioqualität:

Mindestanforderung sollte hier 16Bit 48kHz sein. CobraNet kam mit 20Bit 48kHz zum Einsatz.

- Geschwindigkeit:

Ein Netzwerk sollte mindestens eine Übertragungsgeschwindigkeit von 100MBit/s, besser 1000MBit/s haben, um später flexibel auf zusätzliche Signale reagieren zu können. Auf dem kompletten Produktionsgelände wurde ein 1000MBit Netzwerk installiert.

- Anzahl möglicher Kanäle:

Es können schnell viele einzelne Kanäle gefordert werden. Wichtig ist, auch hier nicht am Limit zu planen.

- Synchronisation:

Sämtliche im Netzwerk befindlichen Geräte müssen im gleichen Takt sein. Es gibt verschiedene Geräte, die eine Taktgeberfunktion besitzen, wie z.B. Mischpulte oder Wordclockgeneratoren. Bei der vorliegenden Produktion wurde der Takt von einem CobraNet Gerät direkt generiert.

NETZWERKTECHNIK:

ISO/OSI:

„Als OSI-Schichtenmodell (auch OSI-Referenzmodell; englisch Open Systems Interconnection Reference Model) wird ein Schichtenmodell der Internationalen Organisation für Normung (ISO) bezeichnet, das als Designgrundlage von Kommunikationsprotokollen in Rechnernetzen entwickelt wurde. Die Aufgaben der Kommunikation wurden dazu in sieben aufeinander aufbauende Schichten (layers) unterteilt. Für jede Schicht existiert eine Beschreibung, in welcher steht, was diese zu leisten hat. Diese Anforderungen müssen von den Kommunikationsprotokollen realisiert werden. Die konkrete Umsetzung wird dabei nicht vorgegeben und kann daher sehr unterschiedlich sein. Somit existieren mittlerweile für jede der sieben Schichten zahlreiche solcher Protokolle.“ (<http://de.wikipedia.org/wiki/OSI-Modell>)



Abb. 9 ISO/OSI

Es gibt einige Netzwerke, die auf dem Physical Layer 1 der Netzwerktopologie basieren. Es handelt sich hierbei um Netzwerke, die ausschließlich das proprietäre physikalische Übertragungsmedium wie Kupferleitungen oder Glasfaser nutzen. RockNet oder OPTOCORE gehören hierzu.

Des Weiteren gibt es Netzwerke, welche die Layer 2-Technologie verwenden, unter anderem CobraNet oder EtherSound.

Netzwerke wie Dante benutzen Layer 3 und sind dadurch IP-basierend. Dies hat den Vorteil, dass alle Protokolle standardisiert sind und auch im Internet zum Einsatz kommen.

Damit Netzwerksysteme wie RockNet, OPTOCORE, Cobranet, EtherSound oder Dante überhaupt funktionieren, gibt es den so genannten IEEE Standard.

IEEE STANDARD:

Das Institute of Electrical and Electronics Engineers ist ein weltweiter Berufsverband von Ingenieuren aus den Bereichen Elektrotechnik und Informatik. Der IEEE802.3 Standard beschreibt eine Reihe von Netzwerktechniken, die vorwiegend in lokalen Netzwerken, aber auch zur Verbindung großer Netzwerke zum Einsatz kommen. Für Ethernet gibt es eine Vielzahl an Standards, für welche das IEEE verantwortlich ist.

NETZWERK DER JUBILÄUMSNACHT:

Alle Geräte wurden über Gigabit Netzwerk miteinander verbunden. Das komplette Netzwerk wurde aus Sicherheitsgründen als Stern-Netzwerk in Kombination mit einzelnen Ringen (Abb. 10) ausgeführt. Um die Kontrolle über das Netzwerk zu behalten, kamen so genannte Managed Switches zum Einsatz. Durch diese kann man das Netzwerk aktiv beeinflussen und Einstellungen vornehmen. Zusätzlich gab es ein Systemlog, in dem Verbindungsabbrüche und andere Fehler der einzelnen Switches protokolliert wurden.

Der Sternverteiler war redundant ausgeführt und beide Switches waren miteinander verbunden. Wichtig war, dass die Switches das Rapid Spanning Tree Protokoll (RSTP) unterstützen, welches dazu diente, Schleifen, also redundante Pfade, im Netzwerk zu erkennen. Damit das Audionetzwerk vom Steuernetzwerk getrennt blieb, wurden virtuelle Lans (VLAN) erstellt, um sicher zu gehen, dass die CobraNet-Daten beispielsweise nicht von anderen Daten beeinflusst werden. Diese VLANs befinden sich physikalisch im gleichen Netzwerk, sind aber virtuell getrennt.

Die Abbildung (Abb. 10) zeigt die drei Bereiche, die als Ring ausgelegt sind. Das gesamte Netzwerk wurde in vier Netze aufgeteilt. Netz 1 und 2 zeigen die Stern- und Ringtopologie. Das CobraNet Netzwerk ist mit VLAN 1 verbunden und das Steuernetz mit VLAN 2.

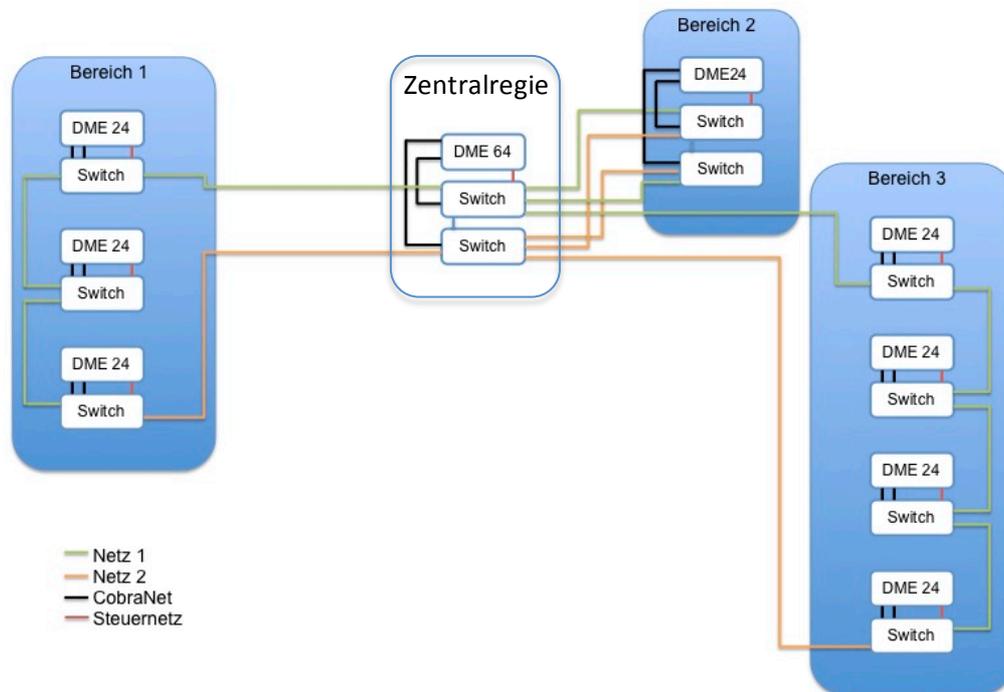


Abb. 10 Netzwerkübersicht

VERWENDETES MATERIAL:

Zur Realisierung des geplanten digitalen Audionetzwerkes kam folgende Hard- und Software zum Einsatz:

- 8 x Yamaha DME 24N:

Die Yamaha DME 24N ist ein programmierbares, netzwerkfähiges DSP-System (digitaler Signalprozessor) zur verschiedenen Signalbearbeitung. Sie ist auf der Rückseite mit 8 analogen In- und 8 analogen Outputs bestückt. Es gibt einen Erweiterungs-Steckplatz, der mit allen Karten im Yamaha Mini-YGDAI-Format bestückt werden kann. Zusätzlich sind eine USB- und eine Netzwerkschnittstelle vorhanden, mit deren Hilfe man ein Steuernetzwerk aufbauen kann. Grundsätzlich ist es so möglich, bis zu 16 Einheiten gleichzeitig zu steuern.

- 1 x Yamaha DME 64N:

Auch bei der Yamaha DME 64N handelt es sich um ein programmierbares netzwerkfähiges DSP-System mit den gleichen Funktionen wie der DME 24N. Allerdings ist dieses Modell mit 4 Erweiterungs-Steckplätzen bestückt, statt mit nur einem.

Außerdem ist die Prozessorleistung im Vergleich zur DME 24N höher und es besteht die Möglichkeit einzelne Module zu kaskadieren.

- Yamaha DME Designer:

Die Software „Yamaha DME Designer“ wird verwendet, um Yamaha DMEs zu konfigurieren und zu bedienen. Die Abbildung (Abb. 11) zeigt eine Übersicht aller DMEs der Produktion. Die Überschrift jeder DME dient der Standortbestimmung und deren Identifikation. Das Setup aller DMEs lässt sich somit schon im Vorfeld anlegen. Durch einen Doppelklick gelangt man auf die jeweilige DME, um weitere Einstellungen vorzunehmen, wie beispielsweise das Routing der Signale (Abb. 12). Mit dem DME Designer ist es zwar möglich, die CobraNet Interfaces zu konfigurieren, was allerdings problematisch ist, da die Software nur eingeschränkten Parameterzugriff erlaubt.

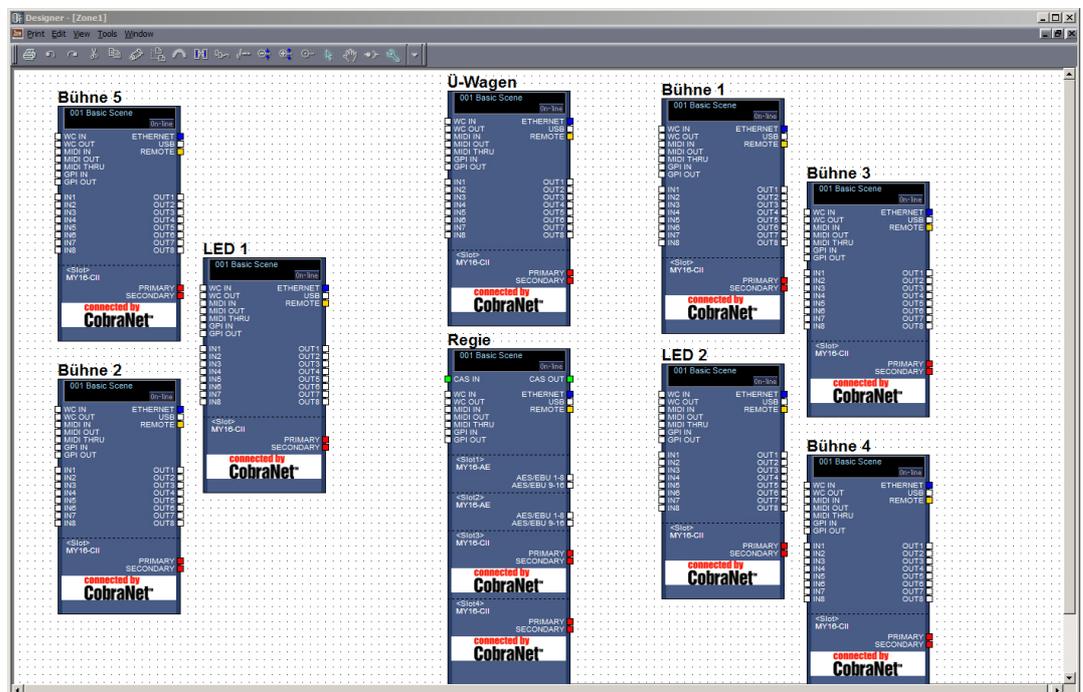


Abb. 11 DME Designer-Übersicht

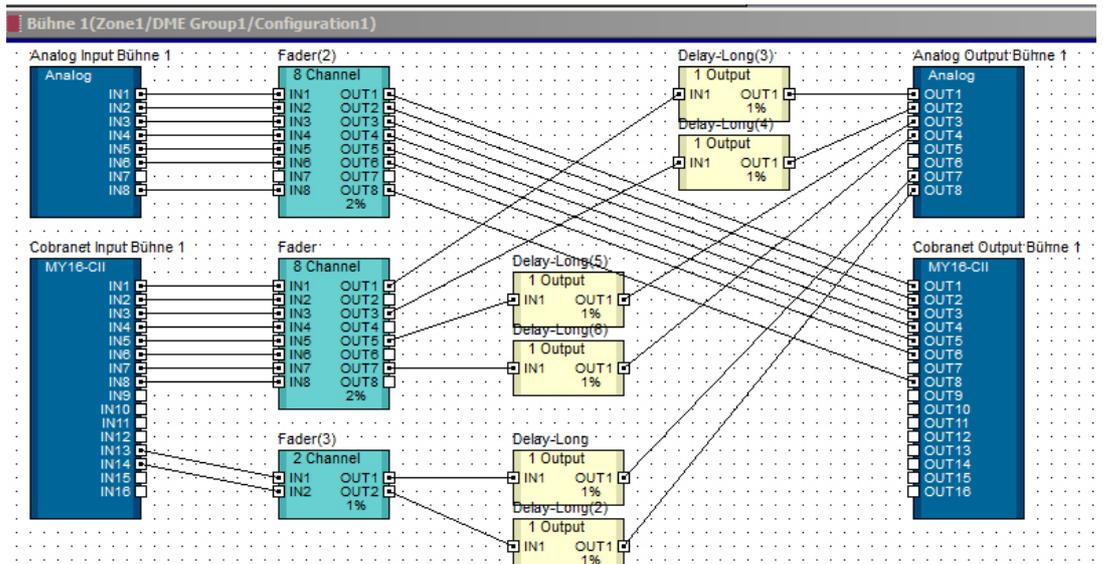


Abb. 12 DME Designer Bühne 1

- CobraNet Manager light:

Die Software „CobraNet Manager“ dient zur Konfiguration der einzelnen CobraNet-Interfaces.

Es stand nur die light-Version der Software zur Verfügung. Da sich mit dieser nur 4 Interfaces gleichzeitig konfigurieren lassen, was für die Beispielproduktion nicht ausreichend war, wurde Cobra Net Discovery eingesetzt.

- CobraNet Discovery:

Die Software „CobraNet Discovery“ dient zur Konfiguration der einzelnen CobraNet Interfaces.

Mit Hilfe dieser Software lassen sich alle Parameter der einzelnen Interfaces einstellen und ändern. Die Abbildung (Abb. 13) zeigt eine Momentaufnahme aller sich im Netzwerk befindlichen CobrNet Interfaces.

MAC Address	IP Address	sysName	errorCount	Rx1	Rx2	Rx3	Tx1	Tx2	Tx3	condPriority	condStatus
00602b0258ec	192.168.100.99	Lance ADX2400N-99	0	21/1/0	21/1/0	303/0/0	1/1/0	2/1/0	3/1/0	48	0
00602b03154a	192.168.100.17	Lance ADX2400N-17	0	21/1/0	23/1/0	23/1/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	48	0
00602b0315c2	192.168.100.16	Lance ADX2400N-16	0	21/1/0	23/1/0	23/1/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	48	0
00602b0315cf	192.168.100.14	Lance ADX2400N-14	0	21/1/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	48	0
00602b0315d8	192.168.100.15	Lance ADX2400N-15	0	1/1/0	2/1/0	3/1/0	21/4/0	22/2/0	23/2/0	128	1
00602b03160f	192.168.100.18	Lance ADX2400N-18	0	21/1/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	48	0

Abb. 13 CobraNet Discovery Übersicht

- 10 x Yamaha MY16-CII:

Yamaha MY16-CII ist ein CobraNet-Interface im Mini-YGDAI-Format. Pro Interface lassen sich 16 Kanäle senden und 16 empfangen. Auf der Rückseite (Abb. 14) befinden sich zwei RJ45 Netzwerkanschlüsse: Primary (1) und Secondary (2). Jeder Anschluss ist mit 2 LEDs versehen. Eine orangefarbene für den Conductor (3) und eine grüne (4) für die Linkaktivität. Mit Hilfe der Mac-Adresse (5) kann man jedes Interface identifizieren, da die Mac-Adresse nur einmalig vergeben ist.

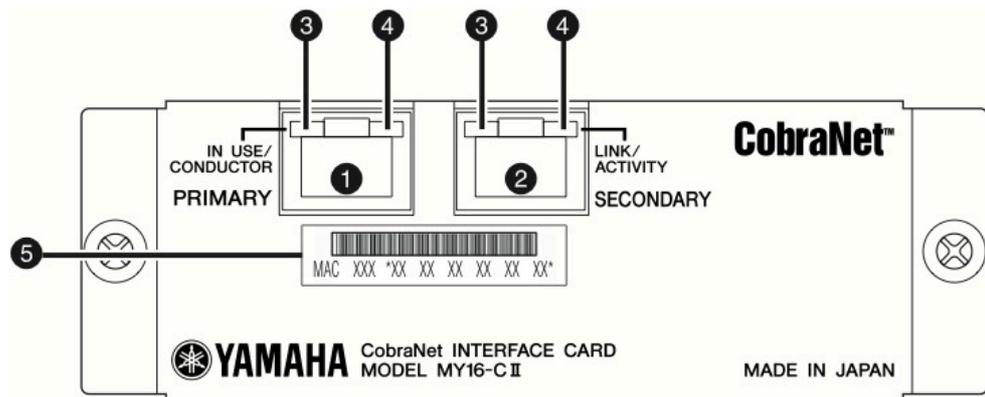


Abb. 14 CobraNet Interface (Yamaha Corporation MY16-CII__de_om.pdf Seite 10)

- 4 x Yamaha MY16AE:

Die Yamaha MY16AE ist eine digitale Input/ Output-Karte im Mini-YGDAI-Format (AES/EBU), welche 16 Kanäle Input und 16 Output ermöglicht.

- 1 x LS9-32:

Das LS9-32 ist ein digitales Mischpult mit 32 Mikrofon- bzw. Linelevel-Eingängen und zwei Erweiterungs-Steckplätzen für Mini-YGDAI Karten.

- 9 x HP2610:

Der HP2610 ist ein 26 Port-Netzwerkswitch mit 24 Ports 10, 100 oder 1000MBit/s Kupfer plus zwei Ports Gigabit Glasfaser. Der Switch unterstützt ebenfalls RSTP und VLAN. Ein Datendurchsatz bis zu 12.8Gbps (Gigabit pro Sekunde) kann erreicht werden.

-
- 1 x HP4200 Starswitch:

Der HP 4200 ist ein 96 Port-Netzwerkswitch mit 80 Ports 10,100 oder 1000MBit/s Kupfer plus 16 Ports Gigabit-Glasfaser. Der Switch unterstützt ebenfalls RSTP und VLAN. Zusätzlich sind das Netzteil - und andere wichtige Bauteile - redundant ausgelegt, um einen Ausfall zu vermeiden. Der Datendurchsatz ist bis zu dreimal so hoch als beim HP 2610, nämlich 38,4Gbps (Gigabit pro Sekunde).

- 30 x 2m Cat5e Netzwerkkabel
- 10 x 15m Cat5e Netzwerkkabel
- 25 x 250m Glasfasertrommel (robustes Kabel mit 2 Multimode Adern)
- 10 x Glasfaserverbinder
- 1 x Abhörmonitor Yamaha MSP5

COBRANET:

„Ein Audio-Netzwerkssystem, das von Cirrus Logic, Inc. entwickelt wurde und das Senden und Empfangen von unkomprimierten, digitalen Audiosignalen über ein Fast Ethernet-Netzwerkkabel in Echtzeit ermöglicht. Das Netzwerk kann Audiodaten auf bis zu 64 Eingabe- und 64 Ausgabekanälen gleichzeitig transportieren, insgesamt also auf 128 Kanälen (bei Verwendung von Repeater-Hubs auf 64 Kanälen). Aufgrund von Leistungsbeschränkungen, die vom verwendeten Equipment wie auch vom Zustand des Audiosignals möglicherweise auferlegt werden, kann die Höchstzahl der gleichzeitig nutzbaren Kanäle niedriger ausfallen. Derzeit können 16, 20 oder 24 Bit breite Audiodaten mit einer Sampling-Frequenz von 48 oder 96 kHz in einem CobraNet-Netzwerk transportiert werden. CobraNet kann zusammen mit den Audiosignalen gleichzeitig auch die Steuerungsdaten übertragen. Die Art der übertragenen Steuerungsdaten hängt vom verwendeten Equipment ab. Ein CobraNet-Netzwerk verlangt von den übertragenen Audiosignalen eine Latenzzeit von 5,33 Millisekunden (oder 2,67 bzw. 1,33 Millisekunden in manchen Umfeldern). Latenz und Bit-Tiefe können über die Anwendung CobraNet Manager eingestellt werden.“ (Yamaha Corporation MY16-CII__de_om.pdf Seite 6)

COBRANET BUNDLES:

Generell werden bei CobraNet die Audiosignale zusammengefasst und in Gruppen, genannt Bundles, übertragen. Jedes Bundle kann bis zu acht Audiosignale enthalten. Alle MY16-CII Karten können vier Bundles empfangen und acht Bundles senden (Abb. 15). Die Bundles werden adressiert, indem man ihnen Nummern zwischen 1 und 65279 zuweist. CobraNet unterscheidet in Unicast- und Multicastbundles. Übertragen werden können maximal 8 Kanäle in einem Bundle.

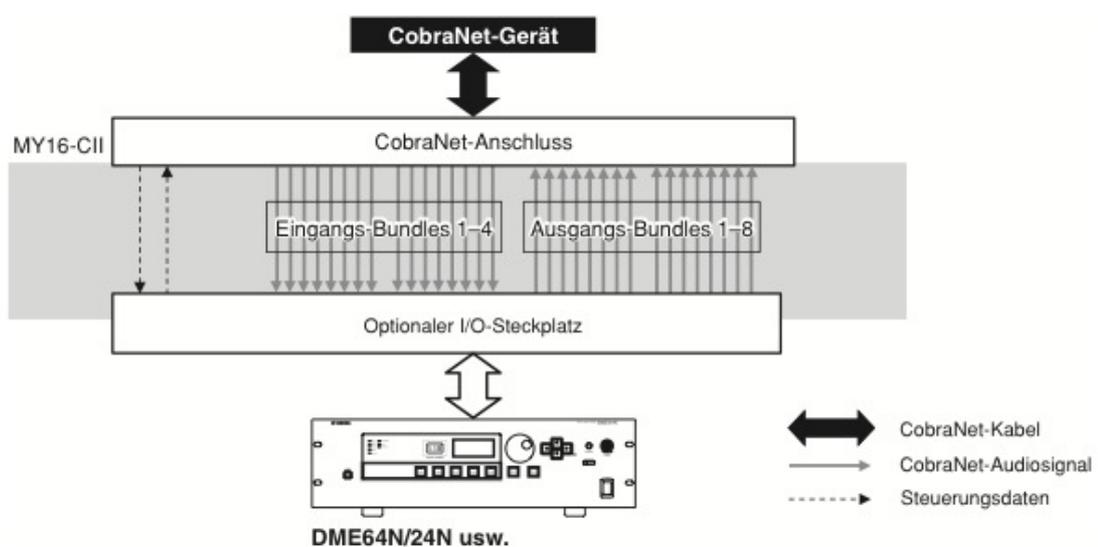


Abb. 15 CobraNet Bundles 1 (Yamaha Corporation MY16-CII__de_om.pdf Seite 9)

MULTICASTBUNDLE:

Durch Adressierung eines oder mehrerer Bundles im Bereich von 1-255 erzeugt man ein Multicastbundle. Dieses Bundle kann von jedem CobraNet-Gerät im Netzwerk empfangen werden. Cirrus Logic empfiehlt, sich auf vier Multicastbundles zu beschränken.

UNICASTBUNDLE:

Durch Adressierung eines oder mehrerer Bundles im Bereich von 256-65279 erzeugt man ein Unicastbundle. Dieses Bundle kann nur von einem CobraNet-Gerät im Netzwerk empfangen werden.

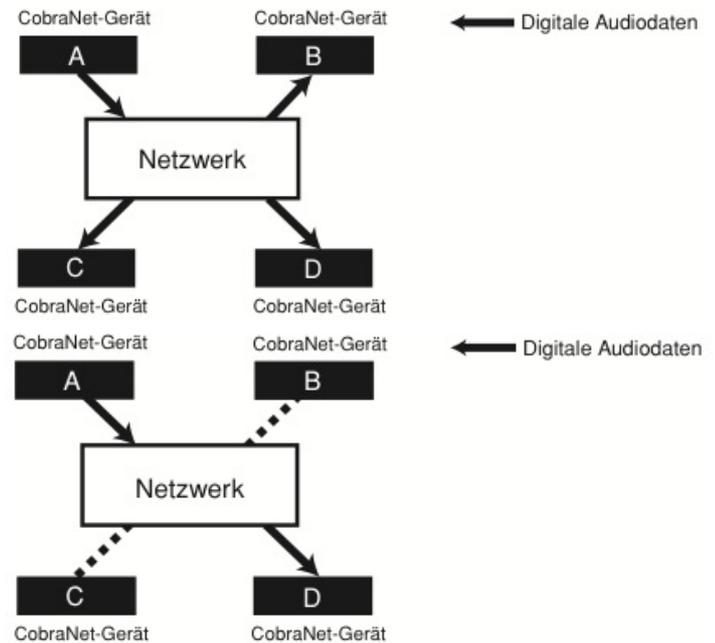


Abb. 16 CobraNet Bundles 2 (Yamaha Corporation MY16 CII__de_om.pdf Seite 7)

CONDUCTOR UND PERFORMER:

Der Taktgeber im CobraNet-Netzwerk ist der Conductor. Er gibt den Takt vor und synchronisiert ihn selbständig im gesamten Netz. Identifizieren lässt sich der Conductor durch die orangefarbene LED an jedem CobraNet-Interface. Durch Blinken der LED wird signalisiert, dass dieses Interface die Conductor-Rolle übernommen hat. Alle anderen Interfaces werden Performer genannt. Sollte der Conductor ausfallen, übernimmt automatisch ein anderes Interface seine Funktion.

COBRANET DISCOVERY

Man verwendet Cobranet Discovery, um CobraNet-Interfaces zu konfigurieren. Mit dieser Software erhält man Zugriff auf alle Parameter im CobraNet-Netzwerk. Die Konfiguration ist allerdings sehr unübersichtlich, da man alle Bundles einzeln anlegen muss. Die Abbildung (Abb. 17) zeigt ein CobraNet-Interface mit der Übersicht über die Bundles, die man senden (Tx, Transmitter) und empfangen (Rx, Receiver) möchte.

Soll beispielsweise ein Unicastbundle 270 mit 8 Channels übertragen werden, dann müsste die Konfiguration folgendermaßen vorgenommen werden:

- rxSubMap: Hier lässt sich das interne Audiorouting festlegen.
- rxSubFormat: Gibt die Bittiefe an; im vorliegenden Beispiel 20Bit.
- rxSubCount: Legt die Anzahl der zu übertragenden Channels fest.
- rxUniCastMode: Hier lassen sich verschiedene Modi festlegen; der Standard ist „Never Multicast“.
- rxMaxUniCast: Steht in Verbindung mit UniCastMode; Standard ist hier 1.

Abbildung 18 zeigt den Sender (Transmitter) und Abbildung 19 den Empfänger (Receiver).

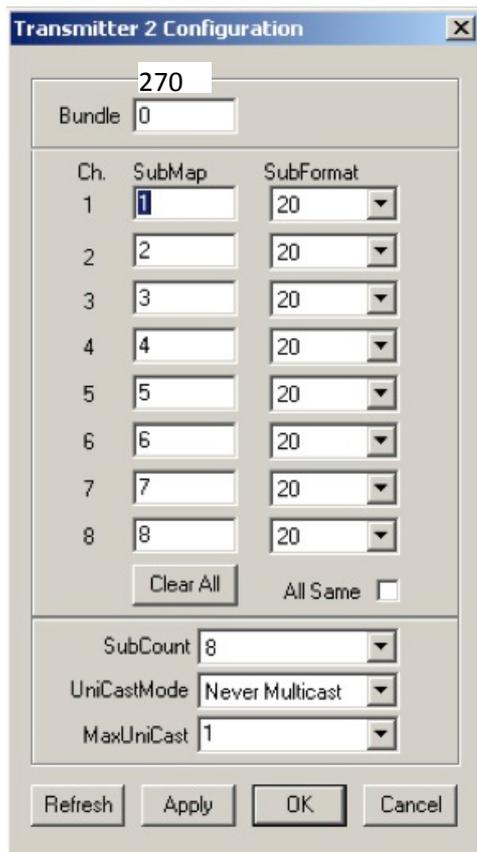


ABB. 18 Tx Config

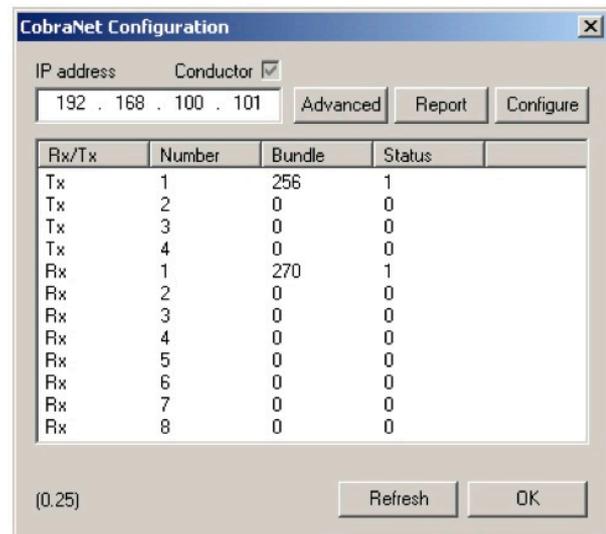


Abb. 17 Cobranet Interface 2

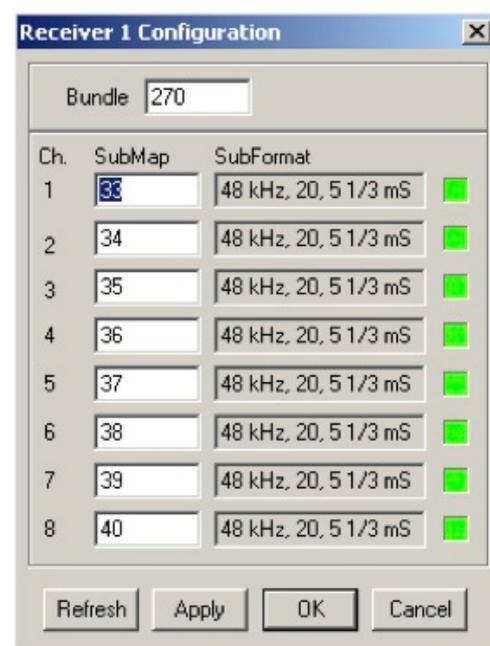


Abb. 19 Rx Config

SIGNALE:

Die fünf Bühnen sollten gleichzeitig bespielt werden. Jede Bühne sollte ein Summensignal an die Zentralregie senden. Auf allen fünf Bühnen gab es Moderation, wobei Bühne 1 eine übergeordnete Rolle spielen sollte. Das Signal des Moderators von Bühne 1 musste auf alle vier anderen Bühnen übertragen werden. Von Bühne 2 bis 5 musste es jeweils einen Signalweg zu Bühne 1 geben. So sollte ermöglicht werden, ein Gespräch von Bühne 1 zu den anderen Bühnen zu realisieren.

Von der Zentralregie aus konnten die Summensignale kontrolliert und an den Übertragungswagen weitergeleitet werden. Aus den Summensignalen wurde auch das Signal für die LED-Portale erzeugt. Zusätzlich konnte der Übertragungswagen eine Notdurchsage senden, welche in der Zentralregie weiter verteilt wurde.

DIE SIGNALE IM ÜBERBLICK:

- Summe Bühne 1 -> Zentralregie -> Übertragungswagen
- Summe Bühne 2 -> Zentralregie -> Übertragungswagen
- Summe Bühne 3 -> Zentralregie -> Übertragungswagen
- Summe Bühne 4 -> Zentralregie -> Übertragungswagen
- Summe Bühne 5 -> Zentralregie -> Übertragungswagen
- Moderation Bühne 1 -> Bühnen 2, 3, 4, 5
- Moderation Bühne 2 -> Bühne 1
- Moderation Bühne 3 -> Bühne 1
- Moderation Bühne 4 -> Bühne 1
- Moderation Bühne 5 -> Bühne 1
- Durchsage Übertragungswagen -> Zentralregie
- LED-Portal Übertragungswagen -> LED-Portal 1,2

Da alle Bundles einzeln konfiguriert werden mussten, entstanden die folgenden Tabellen:

IP:192.168.2.11 Bühne 1

BÜHNE 1 TX											
Bundle: 276			Bundle: 1			Bundle: 267			Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1	1	20	1	3	20	1	5	20	1		20
2	2	20	2	4	20	2	6	20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount: 2			SubCount: 2			SubCount: 2			SubCount: 2		
UniCastMode: NerverMultiCast			UniCastMode: NerverMultiCast			UniCastMode: NerverMultiCast			UniCastMode: NerverMultiCast		
MaxUniCast: 1			MaxUniCast: 1			MaxUniCast: 1			MaxUniCast: 1		

BÜHNE 1_RX		BÜHNE 1_RX		BÜHNE 1_RX		BÜHNE 1_RX	
Bundle: 275 Mod_B_2		Bundle: 274 Mod_B_3		Bundle: 273 Mod_B_4		Bundle: 272 Mod_B_5	
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	33	1	35	1	37	1	39
2	34	2	36	2	38	2	40

Abb. 20 CobraNet Bundles 3

Die kompletten Tabellen können der Anlage 1 entnommen werden.

SYSTEMTEST:

Um sicher zu gehen, dass das erarbeitete Netzwerkkonzept funktioniert und das System fehlerfrei läuft, wurde ein Testaufbau vorgenommen. Hierbei wurde das komplette Netzwerk mit allen Bestandteilen abgebildet. Dieser Testaufbau fand ca. eine Woche vor der eigentlichen Produktion statt.



Abb. 21 Testaufbau 1



Abb. 22 Testaufbau 2

Die Beispielproduktion hat verdeutlicht, dass der Einsatz digitaler Audionetzwerke unabdingbar ist, aber auch das Ergebnis geliefert, dass mit den momentan eingesetzten Systemen die Anforderungen nicht zu 100% und darüber hinaus recht kompliziert zu erfüllen sind.

STÄRKEN/ SCHWÄCHEN

Folgende Stärken und Schwächen haben sich herauskristallisiert:

Mit CobraNet war es möglich, die hohen Distanzen, die es aufgrund des großen Geländes zu überbrücken galt, zu bewerkstelligen. Das System ließ hier keine Nachteile erkennen. Veranstaltungen mit der Dimension der Jubiläumsnacht (ca. 90.000 Besucher) lassen sich bezüglich der Distanzen problemlos mit dem von Neumann & Müller eingesetzten Netzwerk realisieren. Auch was die Sicherheit anging, konnte CobraNet überzeugen. Die Ausfallsicherheit des benutzten Netzwerkes war sehr hoch, da die wichtigen Bauteile der Hardware redundant verbaut sind und das Netzwerk durch die Kombination von Stern- und Ringtopologie eine zusätzliche Sicherheit gewährleistete.

Da für die Produktion lediglich firmeneigenes Material eingesetzt wurde, versteht sich von selbst, dass dieses Material mit der sonst vorhandenen Hard- und Software harmonierte und vollständig in die bestehende Technik integriert ist.

Die Firma Neumann & Müller benutzt CobraNet nunmehr seit vielen Jahren, was für die hohe Produktlaufzeit spricht. Das System kann nach wie vor eingesetzt werden, doch lediglich in Bereichen, in welchen Neumann & Müller bereits tätig ist. Wollte man z.B. eine größere Rock 'n Roll-Veranstaltung oder ein Festival ausrichten, stellten sich die Schwächen des Systems recht deutlich heraus.

Vor allem, was die Latenz angeht, hat CobraNet mit Schwierigkeiten zu kämpfen. Eine Latenz von 5,33ms ist, gerade was Moderation bzw. In-Ear-Monitoring oder große Musikevents angeht, nicht akzeptabel. Hierfür bleibt bei Neumann & Müller nur die analoge Technik.

Im Vorfeld musste umfangreiche Konfigurationsarbeit geleistet werden, da das Senden und Empfangen einzelner Bundles genau durchdacht werden musste. Sendet man von einem Bundle z.B. 2 Kanäle von der „Startposition“ 1 und 2 und will über ein anderes Bundle an den selben Empfänger ebenfalls von Kanal 1 und 2 aus senden, ist dies nicht möglich, da SubMap 33 und 34 bereits belegt sind. Es müsste dann von Kanal 3 und 4 gesendet und von SubMap 35 und 36 empfangen werden.

Problematisch ist auch, dass es zum – zumindest kurzfristigen – „Totalausfall“ des Audiosignals kommen kann, wenn man z.B. während des Betriebs nachträglich einen Equalizer oder Kompressor hinzufügen, also Änderungen im DME-Setup durchführen will. Dies liegt daran, dass nach dem Hinzufügen der Komponente eine Synchronisation des Setups durchgeführt wird, um die Änderung wirksam zu machen, hierbei aber das komplette Audiosignal gemutet wird. Die Zeitspanne liegt im Sekundenbereich und ist somit deutlich wahrnehmbar, was eine nicht hinzunehmende Schwäche des Systems darstellt.

SOLL-KONZEPT

ERWARTUNGEN AN ZUKÜNFTIGE SYSTEME

- Flexibilität:

Die Auswertung der Fragen und die Erfahrungen der Beispielproduktion haben gezeigt, dass die klassische FOH-Bühnensituation eher die Ausnahme ist. Hauptsächlich müssen Veranstaltungen mit vielen Signalstationen geplant und durchgeführt werden. Aus diesem Grund muss das zukünftige Audio-Netzwerk die Möglichkeit bieten, die Signale an beliebig viele Stationen zu verteilen.

- Einfache Konfigurations- und Bedienungsmöglichkeiten:

Zu kompliziert, zeitaufwendig und unübersichtlich sind das Handling der Software und die Planung der Bundles beim Einsatz von CobraNet. Es sollte erreicht werden, dass zukünftig jeder Techniker ein Netzwerk aufbauen, einrichten und bedienen kann, ohne dass Spezialisten vor Ort sein müssen oder das Personal zuvor geschult werden muss. Auch kann es nur von Vorteil sein, wenn bei der Planung einer Veranstaltung im Vorfeld der Zeitaufwand verringert werden kann.

- Hohe Distanzen:

Distanzen über 250m sind keine Seltenheit. Oft kommen Distanzen über 500m vor, welche allerdings auch schon mit der aktuell eingesetzten Technik bewältigt werden können. Die Überbrückung einer solchen Distanz darf auch für ein neues Netzwerksystem kein Problem darstellen.

- Ausfallsicherheit und Redundanz:

Es wird ein hohes Maß an Ausfallsicherheit und Redundanz gefordert. Sowohl Kunden stellen diese Anforderungen als auch die Firma Neumann & Müller an sich selbst. Es muss stets zur absoluten Zufriedenheit des Kunden gearbeitet werden und vor allem bei Pressekonferenzen und Hauptversammlungen angesehener Firmen und Aktiengesellschaften kann man sich keinen Ausfall leisten.

- Hohe Audioqualität:

Der aktuelle Standard von 24Bit 48kHz muss mindestens gehalten werden.

-
- Niedrige Latenz:

Immer, wenn es darauf ankommt, mit einer möglichst geringen Latenz zu arbeiten, kann das jetzige System nicht zum Einsatz kommen, was eine erhebliche Einschränkung für die Firma bedeutet.

Beispielsweise im Bereich Rock 'n Roll muss derzeit entweder Material hinzugemietet oder mit analoger Technik gearbeitet werden. Dies hätte zur Folge, dass Neumann & Müller keine neuen bzw. bisher noch nicht gänzlich erschlossenen Tätigkeitsfelder in den Geschäftsbetrieb aufnehmen könnte.

- Integration in bestehende Technik:

Auch wenn jedes neue System eine Insellösung wäre, die man eigentlich vermeiden möchte, ließe sich jede mögliche Alternative zu CobraNet ohne größeren Aufwand in die bestehende Technik sehr gut integrieren.

- Hohe Produktlaufzeit:

Es ist darauf zu achten, dass das zukünftige System zum einen auf dem aktuellem Stand der Technik ist und zum anderen darauf, dass es „nicht mehr in den Kinderschuhen steckt“.

SYSTEME IM ÜBERBLICK

COBRANET

Eine ausführliche Beschreibung lässt sich der Ist-Analyse entnehmen (Seite 30).

ROCKNET

„RockNet ist ein Echtzeit-Audionetzwerk, das für Tour- und Festinstallationen entwickelt wurde. Es bietet eine umfassende Lösung für alle Anforderungen und verhält sich dabei wie eine analoge Audio-Installation. RockNet überträgt auf einer einzelnen CAT-5-Leitung gleichzeitig bis zu 160 Kanäle bei 24bit/48kHz.“ (Riedel_RockNet_DE.pdf Seite 2)

RockNet gibt es in zwei Systemausführungen. RockNet 100 und RockNet 300.

Funktion	RockNet 300	RockNet 100
Remotepower für Inline Repeater	Alle 19" Geräte	-
Samplerraten	48kHz, 96kHz	48kHz
Anzahl der Kanäle im Netzwerk	160	80
2. Netzteil	X	optional
Bedienung ohne RockWorks oder Pult	X	-
Dynamic Range	119 dB	114 dB
Einbautiefe	200 mm + Netzkabel	90 mm
Output Redundanz	RN.302.LO	-
Independent Gain	Alle Module mit Ausgängen	Nicht bei RN101.IO

Abb. 23 RockNet Übersicht

Da RockNet 100 wegen seiner Systemgrenzen sehr eingeschränkt ist, und somit von vornherein als mögliche Alternative ausscheidet, wird im Folgenden nur auf RockNet 300 eingegangen.

Eine RockNet 300 Schulung bei der Firma Riedel diente dazu, das System näher kennen zu lernen und herauszufinden, ob es bei der Firma Neumann & Müller eingesetzt werden könnte. Die Abbildung 24 zeigt den Schulungsraum mit RockNet Interfaces.

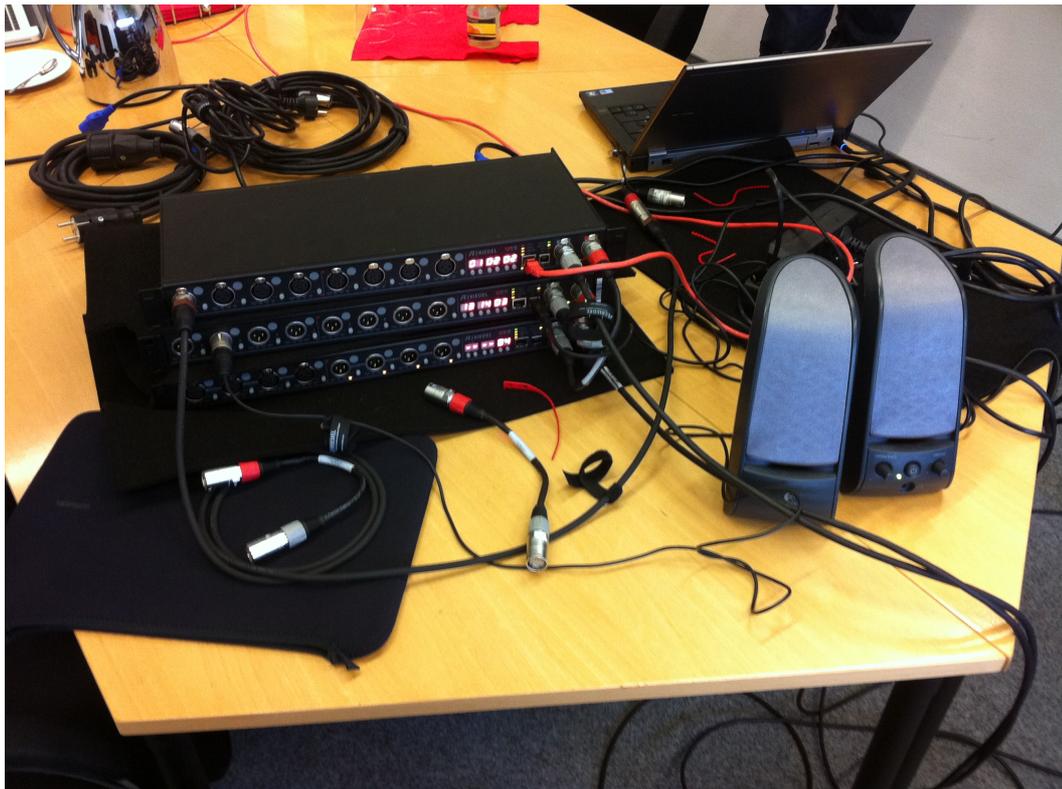


Abb. 24 RockNet Schulung

Für das System gibt es verschiedene Input- und Outputoptionen. Alle RockNet 300 Geräte besitzen redundante Netzteile mit automatischer Umschaltung.

Das RN.301.MI bietet 8 fernsteuerbare Mikrofon- oder Line-Eingänge mit XLR-Anschlüssen. Das RN.302.LO bietet 8 analoge XLR-Line-Ausgänge. Sie liefern einen maximalen Ausgangspegel für Endstufen oder aktive Lautsprecher. Zusätzlich zu den analogen Input- und Outputmodulen gibt es 4 digitale Module. Das RN.331.DD bietet 4 AES/EBU Inputs und 4 AES/EBU Outputs, das RN.332.DO 8 AES/EBU Outputs und das RN.335.DI 8 AES/EBU Inputs. Zusätzlich gibt es das RN.334.MD Modul, welches über zwei MADI Interfaces mit jeweils elektrischen und optischen Ein- und Ausgängen verfügt. Das Modul unterstützt das 56- und 64-Kanal MADI-Format.

Als Schnittstelle für Mischpulte bietet RockNet Module für Yamaha und Soundcraft Studer.

Durch das RN.341.MY Yamaha Interface hat man Zugriff auf 16 In- und 16 Output Kanäle. Zusätzlich ist es möglich, entfernte Mikrofon-Preamps von RN.301.MI-Modulen zu steuern. Die Karte ist mit folgenden Yamaha-Konsolen kompatibel: DM1000, DM2000, DME24N, DME64N, LS9-16, LS9-32, M7CL, PM5D.

Netzwerkkonzept von RockNet:

Jedes Interface besitzt zwei Netzwerkanschlüsse (Cat5), um die Übertragung von Audiosignalen gegen Störungen abzusichern. Basierend auf einem redundanten Netzwerkring ist RockNet ein selbstheilendes Netzwerk, das selbst bei Ausfall einer Leitung die unterbrechungsfreie Übertragung garantiert.

So können im Betrieb Geräte zum Netzwerk hinzugefügt oder ersetzt werden. Das RockNet Protokoll verhindert dabei Unterbrechungen des Audiostreams. Das RockNet Netzwerk ist ein eigen entwickeltes Protokoll, welches keinen Bezug auf Ethernet hat.

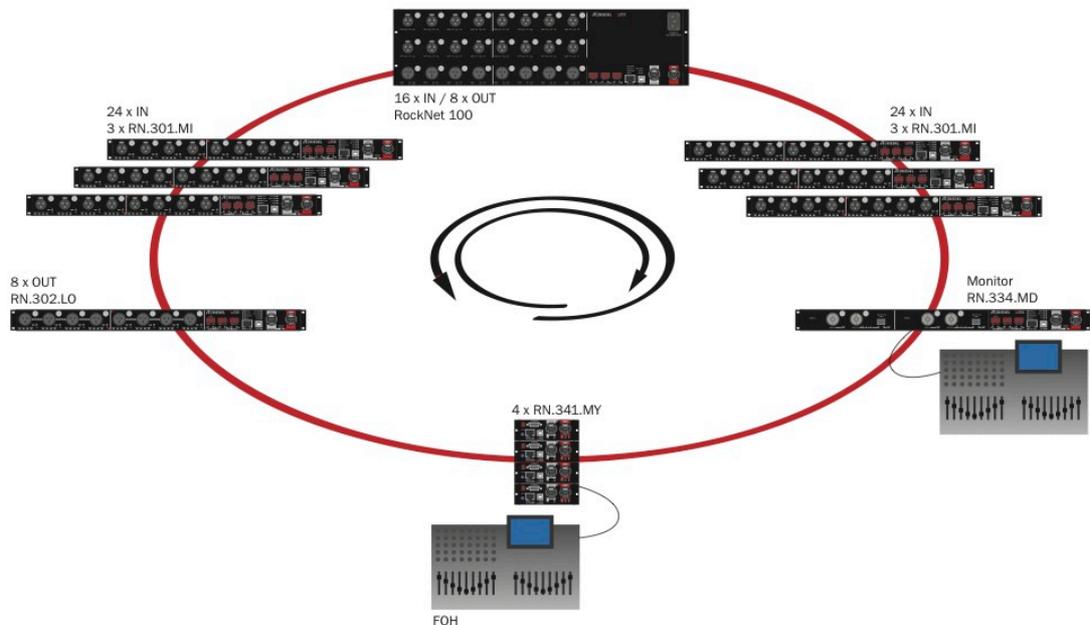


Abb. 25 RockNet Netzwerk

Da alle RockNet Module standardmäßig mit Cat5 Kabeln miteinander verbunden werden, besteht die Möglichkeit, die maximale Kabellänge von 150m durch zwei RN.362.IR In-Line Repeater auf 450m zu verlängern. Weiterhin gibt es die Möglichkeit, durch RN.351.FI und RN.352.FO Fiber Konverter die maximale Länge auf bis zu 20km auszudehnen.

Im Netzwerk gibt es einen Primary Master und beliebig viele Secondary Masters. Der Primary Master taktet das Netzwerk. Im Havariefall wird er durch einen Secondary Master ersetzt.

Über das RockNet-Netzwerk können auch Ethernet-Daten gesendet werden. Hierfür steht eine begrenzte Bandbreite von 4Mbit/s zur Verfügung. Dadurch können auch andere Steuer-netze eingebunden werden.

Das gesamte RockNet-Netzwerk kann aus maximal 99 Modulen bestehen.

RockWorks:

Alle RockNet-Module können über ihr Frontpanel bedient werden, daher wird eigentlich keine Software benötigt. In großen Netzwerken ist allerdings zu empfehlen, mit RockWorks zu arbeiten, da man sonst schnell den Überblick verlieren kann.

Durch RockWorks lassen sich alle Module konfigurieren und überwachen. Die Software ist übersichtlich und leicht zu bedienen. Mit Hilfe von Presets können verschiedene Konfigurationen inklusive Kanal-Routing, Anzahl der Mikrofonvorverstärker und Die Master Sync-Einstellungen gespeichert werden.

Latenz:

- A-D Wandlung 420 μ s (0,42 ms)
- D-A Wandlung 330 μ s (0,33 ms)
- Pro „Hop“ 0,44 μ s (0,0044 ms)
- Pro 100m Cat5e Kabel 0,5 μ s (0,005 ms)



Abb. 26 RockNet Rockworks

ETHERSOUND

„EtherSound ist ein Übertragungsprotokoll für digitale Audiosignale, das von der französischen Firma Digigram entwickelt wurde. Hier können mit einem einzigen Cat5-Kabel bis zu 64 Kanäle in beide Richtungen übertragen werden. EtherSound ist kompatibel mit dem IEEE802.3-Standard (100Base-TX). Die Signale bewegen sich in herkömmlichen Netzwerken, die mit überall erhältlichen Ethernet-Switches und -Kabeln gebildet werden. Daher ist die Einrichtung von EtherSound-Systemen wesentlich preiswerter als die herkömmlicher analoger Systeme.“ (ethersound_setup_guide_de.pdf Seite 2)

Es gibt zwei verschiedene EtherSound Systeme:

- ES-Giga
- ES-100

Der Unterschied zwischen ES-100 und ES-Giga ist die mögliche Anzahl an Kanälen im Netzwerk. ES-Giga ermöglicht 256 Kanäle in beide Richtungen, ES-100 64 Kanäle. Jedoch muss sämtliche Netzwerkhardware Gigabit fähig sein.

Die Audio-Übertragung in EtherSound-Netzwerken erfolgt in zwei Richtungen: vom Primary Master weg und zum Primary Master hin. Der Datenfluss, welcher sich vom Primary Master entfernt, heißt „Downstream“, derjenige, welcher sich zum Primary Master hinbewegt „Upstream“. Wichtig zu wissen ist, dass ein EtherSound-Gerät auf jedem Kanal Daten übertragen kann, egal, ob er verwendet wird oder nicht. Die Audiodaten-Übertragung auf einem bereits verwendeten Kanal nennt sich Overwriting. EtherSound toleriert keinen anderen Service auf dem Netzwerk und verwaltet sozusagen das Netzwerk komplett autark.

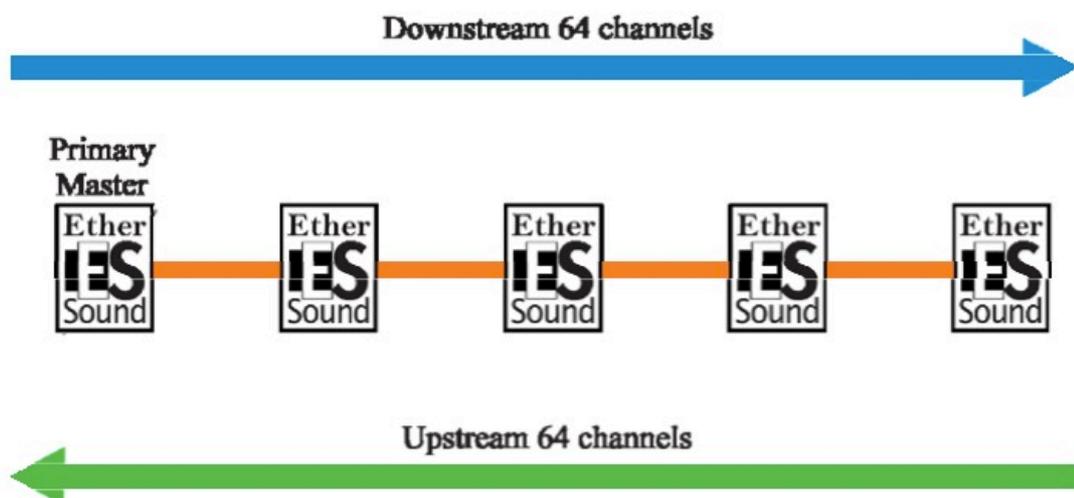


Abb. 27 EtherSound Netzwerk

Hardware:

Es gibt zahlreiche Input- und Output-Module von verschiedenen Herstellern. Innovason bietet mit dem DioCore eine modulare Stageboxlösung mit bis zu 64 Kanälen an. Von Yamaha gibt es die MY16-ES Karte. Durch dieses Yamaha Interface hat man Zugriff auf 16 In- und 16 Output Kanäle. Die Karte ist mit folgenden Yamaha-Konsolen kompatibel: DM1000, DM2000, DME24N, DME64N, LS9-16, LS9-32, M7CL, PM5D. Zusätzlich gibt es das SB168-ES, welches auch als Stagebox dient, mit 16 Inputs und 8 Outputs.

Software:

AVS-ESMonitor ist eine Software der Firma AuviTran. Sie eignet sich sehr gut für die Einrichtung und Überwachung von EtherSound-Geräten. Mit der Software können verschiedene Geräte verschiedener Hersteller gleichzeitig eingerichtet werden.

Latenz:

- A-D Wandlung 600-1000 μ s (0,60 – 1,0 ms)
- D-A Wandlung 600-1000 μ s (0,60 – 1,0 ms)
- Netzwerk Latenz 104 μ s (0,104 ms) fünf Samples bei 48kHz
- Pro EtherSound Gerät 1,4 μ s (0,014 ms)
- Pro „Hop“ 0,20 μ s (0,0020 ms)
- Pro 100m Cat5e Kabel 0,5 μ s (0,005 ms)

OPTOCORE

OPTOCORE ist ein Audio-Netzwerk welches auf der Glasfaserübertragung basiert. Über die geschlossene Ring-Struktur ist eine Redundanz bereits integriert. Bei Ausfall einer Verbindung oder eines Gerätes arbeitet das restliche OPTOCORE Fiber Netzwerk ungehindert weiter. Über OPTOCORE werden neben den bis zu 1024 Kanälen Audio auch Composite Video, Steuerdaten (MIDI, DMX, RS422, CANbus, USB) und 100MBit Ethernet an alle angeschlossenen Geräte verteilt.

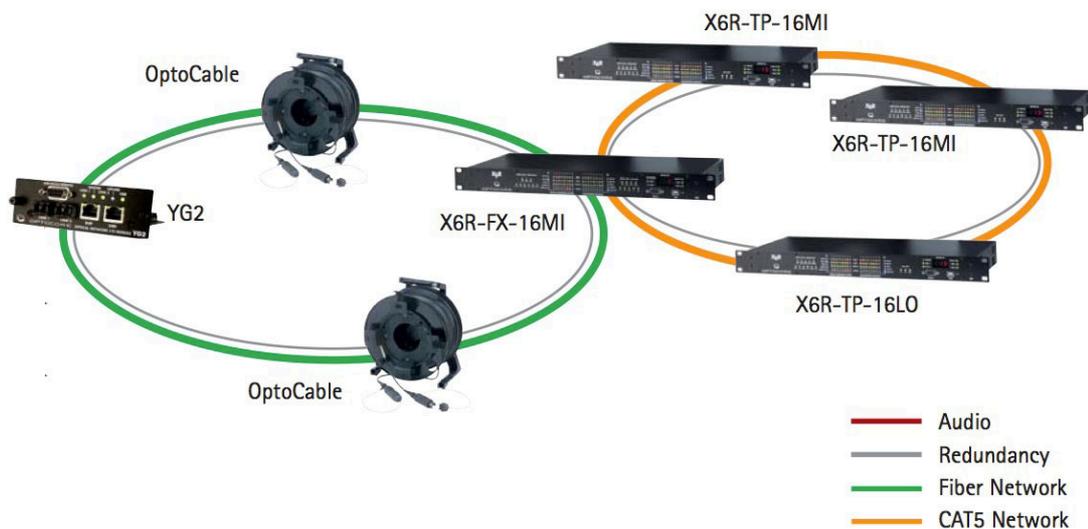


Abb. 28 OPTOCORE Netzwerk

Es gibt zwei verschiedene OPTOCORE Systeme:

- OPTOCORE Sane
- OPTOCORE Fiber

In beide Systeme können jeweils 24 OPTOCORE-Geräte integriert werden. Die Systeme können miteinander verbunden werden, wodurch die Möglichkeit besteht, ein noch größeres Netzwerk einzurichten.

	OPTOCORE Fiber	OPTOCORE Sane
Audio-Eingangs-Kanäle	bis zu 1024	bis zu 64
Audio-Ausgangs-Kanäle	unbegrenzt	bis zu 64
Synchrone Übertragung	ja	ja
Redundanz	ja	ja
Übertragungstrecken	bis zu 70km	bis zu 70km
Zugriff auf alle Kanäle	ja (Matrix)	ja (Matrix)
Dezentraler Aufbau	ja	ja

Hardware:

OPTOCORE bietet die YG2 Master-Karte für die Yamaha Digital-Konsolen an. Nach dem Yamaha Mini YGDAI Standard bietet das YG2 Interface 16 Input- und 16 Outputkanäle. Das Interface ist ausgestattet mit zwei Fiber Ports, 10/100Mbit Ethernet Schnittstelle, RS232/USB Port für die OPTOCORE Control Software. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, durch das YS2 Slave Modul weitere 16 Input- und 16 Outputkanäle zu erzeugen. Dies ist möglich bis zu einer maximalen Kanalzahl von 64 Input- und 64 Outputkanälen.

Software:

Die OPTOCORE 24-ID Control Software erlaubt die komplette Konfiguration und Überwachung des Systems. Sie ist sehr übersichtlich dank Routing-Matrix.

Latenz:

- A-D Wandlung ca. 450 μ s (0,45 ms)
- D-A Wandlung ca. 350 μ s (0,35 ms)
- Netzwerk Latenz 41,6 μ s (0,0416 ms)
- Pro EtherSound Gerät 0
- Pro „Hop“ 0
- Pro 100m Cat5e Kabel 0

DANTE

Dante ist ein digitales Audionetzwerk der Firma Audinate. Durch Dante ist man in der Lage, ein sich von selbst aufbauendes, echtes Plug-&-Play-Netzwerk, welches auf den Standard-Internet-Protokollen basiert, zu bilden. Das Netzwerk konfiguriert sich selbst und erkennt automatisch die Standorte der anderen Geräte im Netzwerk sowie die Anzahl ihrer Kanäle. Durch diese Technik wird die Audio-Installation stark vereinfacht. Dante ist ein Protokoll, welches auf Ethernet basiert und kann mit bestehender Netzwerk-Infrastruktur betrieben werden. Das Besondere an Dante ist die Audinate Dante Virtual Soundcard (DVS). Mit DVS verhält sich ein Mac oder Windows-PC wie jedes andere Dante-Gerät.

Jede Yamaha Dante-MY16-AUD sorgt für 16 bidirektionale Audiokanäle (acht bei 96kHz) und eine vollwertige Audionetzwerk-Redundanz. Je nach benötigter Anzahl von Kanälen ist es möglich, weitere Karten hinzuzufügen. So können Yamaha-User bis zu 48 Kanäle (24Bit-Audio) direkt mit einer beliebigen Audiosoftware (auf Mac oder PC) aufnehmen, ohne dass ein Audio-Interface benötigt wird.

Mittels einer 100MBit/s Verbindung kann Dante bis zu 64 Kanäle senden und empfangen; bei einer Gigabit-Verbindung sogar bis zu 512 Kanäle senden und 512 empfangen.

Hardware:

Wichtig bei der Netzwerkhardware ist, dass alle Switches Quality of Service (QoS) unterstützen. QoS bedeutet die Priorisierung des Netzwerkverkehrs, um die wichtigsten Daten so schnell wie möglich durch das Netzwerk zu schicken.

Da Dante eine recht neue Entwicklung ist, gibt es noch nicht all zu viel Hardware, in welcher es integriert ist. Auch eine eigene Stageboxlösung gibt es noch nicht.

Dante überträgt die Signale in zwei verschiedenen Modi: Unicast und Multicast. Die Art der Übertragung kann im Dante Controller eingestellt werden.

Software:

Der Dante Controller wird benutzt, um das Netzwerk zu konfigurieren. Routing und Wordclock Einstellungen werden hiermit festgelegt. Die Software ist dank Routingmatrix übersichtlich und einfach zu bedienen.

Dante Virtual Soundcard:

Mit der Dante Virtual Soundcard lassen sich Macs oder PCs als Dante-Gerät konfigurieren.

Latenz:

- Pro 1 „Hop“ 150 μ s (0,15 ms)
- Pro 5 „Hops“ 500 μ s (0,5 ms)
- Pro 10 „Hops“ 1000 μ s (1,0 ms)
- Pro 10+ „Hops“ 5000 μ s (5,0 ms)

AVB ALS ZUKUNFTSAUSBLICK

Audio Video Bridging (AVB) bezeichnet eine Reihe von Standards der Audio/Video Bridging Task Group (IEEE 802.1) für synchronisiertes und priorisiertes Streaming von Audio- und Videodaten über Netzwerke.

AVB an sich ist keine Netzwerklösung, sondern vielmehr eine Sammlung von standardisierten Protokollen, die alle auf Layer 2 festgemacht sind. Um ein AVB-Netzwerk aufbauen zu können, bedarf es verschiedenster Protokolle der IEEE. Bis heute wird allerdings noch an manchen gearbeitet, um sie in der ersten Version als standardisiert festzulegen. Dieser Prozess soll Mitte 2012 beendet sein.

Wenn alle diese Protokolle standardisiert sind, muss die Netzwerkhardware entsprechend angepasst werden. Momentan lassen sich noch keine Netzwerkgeräte, die mit bisherigen Systemen im Einsatz sind, – etwa durch den Einbau entsprechender Karten, durch Software oder Firmwareupdates – zu einem AVB-fähigen Gerät machen. Alle Geräte müssten neu angeschafft werden, wobei es hiervon zum aktuellen Zeitpunkt lediglich einige Vorreiter gibt, bei welchen eine AVB-Integration angedacht ist.

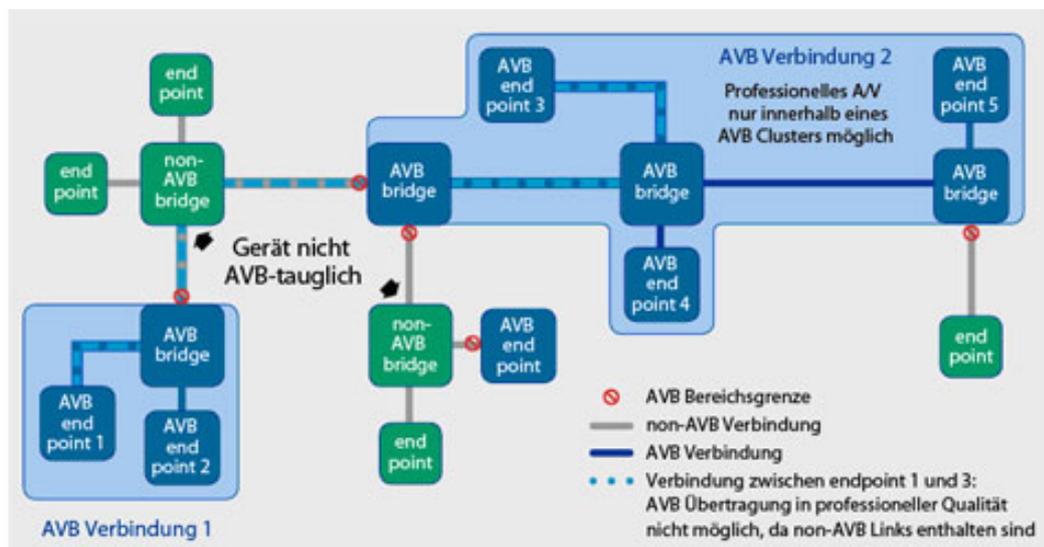


Abb. 29 AVB Netzwerk

Die Abbildung (Abb. 29) zeigt ein AVB Netzwerk. Was im AVB-Netzwerk als Bridge bezeichnet wird, ist keine Bridge im eigentlichen Sinn, sondern ein Switch.

Der große Vorteil von AVB wird sein, dass man herstellerunabhängig und somit ohne Lizenzkosten verschiedenste Geräte zu einem Netzwerk verbinden kann.

GEGENÜBERSTELLUNG

Nachdem nun die gängigsten Netzwerksysteme vorgestellt wurden, gilt es zu überprüfen, welches System am geeignetsten für die Firma Neumann & Müller wäre.

Grundsätzlich könnte aufgrund der Yamaha Mini-YGDAI-Karten der entsprechenden Hersteller jedes Netzwerksystem ohne größeren Aufwand in den bestehenden Materialpool integriert werden.

COBRANET wurde anhand der Beispielproduktion Jubiläumsnacht Mercedes Benz bereits näher betrachtet und hierbei stellte sich heraus, dass dieses System Schwächen aufweist. Auf die relativ hohe Latenz und die komplizierte und umfangreiche Konfigurationsarbeit wurde bereits eingegangen.

Ein weiterer Nachteil ist, dass schwierig spontan zusätzliche Signale gesendet werden können, weil zunächst alle Bundles auf der Sender- wie auch der Empfängerseite auf Kanalressourcen hin untersucht werden müssen.

Trotz guter Audioqualität und der Möglichkeit, große Distanzen zu überbrücken, überwiegen die Nachteile des CobraNet-Netzwerks, so dass dieses nicht empfohlen werden kann.

DANTE ist ein System, bei welchem von Vorteil ist, dass es auf Ethernet basiert. Es kann von einem Host-Computer und der entsprechenden Software aus gesteuert werden und einzelne Interfaces können problemlos hinzugefügt oder entfernt werden. Sogar „normale“ Computer und Macs können mittels der Dante Virtual Soundcard zu Dante-Geräten konfiguriert werden. Auch ein Hinzufügen von Geräten im laufenden Betrieb ist ohne Weiteres möglich, da die Interfaces hot-swappable sind; sie werden automatisch erkannt und konfiguriert. Auch die geringe Latenz spricht für Dante.

Da jedoch kaum Hardware am Markt existiert und mit dem System erst wenige Erfahrungswerte vorliegen, kann auch zu dieser Netzwerklösung nicht geraten werden.

Bei **ETHERSOUND** handelt es sich um ein weit verbreitetes zuverlässiges und schlichtes Netzwerk, das ebenfalls auf Ethernet basiert. Die Konfiguration ist bedienerfreundlich und übersichtlich.

Bezüglich Latenz lässt dieses System jedoch etwas zu wünschen übrig und was das Übertragen anderer Netzwerkdaten angeht, verhält sich EtherSound „stur“. Nur netzwerkeigene Daten werden übertragen. Diesem Problem kann lediglich mit VLANs begegnet werden, wozu aber dann umfangreiche Netzwerktechnikkenntnisse erforderlich sind. Ähnlich wie bei CobraNet lassen sich im laufenden Betrieb keine Umverpatchungen vornehmen. Außerdem handelt es sich um ein relativ altes System mit nur wenigen Neuerungen.

Aufgrund der aufgezeigten Probleme kann eine Empfehlung nicht für EtherSound sprechen.

OPTOCORE basiert im Gegensatz zu den bereits analysierten Systemen auf Layer 1. Dies bedeutet, dass bereits von der Herstellerseite aus für Redundanz gesorgt ist und es dem Anwender somit erspart bleibt, sein Netzwerk abzusichern. Bei Ausfall einer Verbindung arbeitet das restliche Netzwerk einfach weiter.

Die zugehörige Software ist übersichtlich und einfach zu bedienen. Latenz und Audioqualität sind als positiv zu bewerten.

Der Vorteil des großen Netzwerks bezüglich der Bandbreite nimmt allerdings schnell Schaden, wenn Videosignale zu übertragen sind. Zunächst einmal lassen sich keine HD-Video-Signale, sondern nur gewandelte Composite-Signale übertragen und selbst hierfür wird die komplette Hälfte der zur Verfügung stehenden Bandbreite benötigt.

In der heutigen Zeit sollte ein neues System jedoch fähig sein, auch HD-Video zu übertragen, weshalb **OPTOCORE** als Alternative zum bestehenden System ebenfalls ausscheidet.

Auch **ROCKNET** basiert auf Layer 1. Somit sind alle Geräte bereits redundant ausgelegt. Bei Ausfall einer Leitung erfolgt eine automatische Umschaltung und es ist somit eine unterbrechungsfreie Übertragung garantiert, auch wenn während des Betriebs zusätzliche Interfaces eingefügt werden.

Obwohl keine Ethernetbasierung vorliegt, akzeptiert RockNet im Gegensatz zu beispielsweise EtherSound fremde Netzwerkdaten, wenn auch auf eine geringe Bandbreite begrenzt.

Werden nur kleine Netzwerke eingerichtet, kann man sogar auf eine Software verzichten, da an den Modulen direkt Einstellungen vorgenommen werden können. Bei größeren Netzwerken empfiehlt sich jedoch die übersichtliche und anwenderfreundliche Software.

Unter anderem lassen sich Presets programmieren, alle eingebundenen Module fernsteuern oder alle Geräte und Routings anzeigen.

Im laufenden Betrieb kann man aufgrund der Architektur des Netzwerks problemlos Veränderungen vornehmen; In- und Outputs sind dezentral verfügbar.

Es lassen sich enorme Distanzen (bis zu 20km) überbrücken. Latenz und Audioqualität sind hervorragend.

Bei der Übertragung von HD-Video-Signalen stößt man beim Einsatz von RockNet jedoch ähnlich wie bei der Benutzung von OPTOCORE auf Probleme. Eine Übertragung ist zunächst nicht möglich. Allerdings – und dies hat RockNet OPTOCORE voraus – gibt es eine RockNet Interface Karte, welche es möglich macht, RockNet in das Netzwerk MediorNet einzubinden und so HD-Video-Signale unkomprimiert in Echtzeit zu übertragen.

EXKURS: MEDIORNET

„MediorNet Integration MN-RN 300 – RockNet Interface Karte Die MN-RN 300 Karte passt in einen Riedel MediorNet Mainframe und bietet einen Up-Link und einen Down-Link Anschluss (Cat5) für Riedels digitales Audio-Netzwerk RockNet. Die MN-RS 300 Karte bietet so einen Audio-Breakout für bis zu 128 Kanäle. Über das MediorNet/RockNet Interface kann RockNet vollständig in das MediorNet Glasfaser-Netzwerk integriert werden und so ein Audio- Verteilsystem mit bis zu 27.000 Kanälen bilden.

Über MediorNet:

MediorNet ist eine glasfaser-basierte Echtzeit-Signaltransport- Lösung für unkomprimiertes HD/SD Video, Audio, Intercom und Daten. MediorNet verbindet Signaltransport, Routing und Signalbearbeitung und -konvertierung in eine integrierte Echtzeit-Netzwerk-Lösung. MediorNet bietet nicht nur Punkt-zu- Punkt-Verbindungen, sondern arbeitet als echtes Netzwerk. Das integrierte Signal-Routing ermöglicht es, jedes Eingangssignal auf einen oder mehrere Ausgänge zu senden. Dies erfolgt einfach per Mausclick oder – noch komfortabler – mit einem Router-Steuer- system. MediorNet verfügt darüber hinaus über integrierte Tools zur Signalbearbeitung und -konvertierung in Sendequalität. Diese Features sind software-basiert und lassen sich ohne Änderungen der Hardware erweitern. Zusätzliche, externe Hardware wird damit der Vergangenheit angehören. Damit bietet MediorNet einen neuen, zukunftssicheren Ansatz für Produktionsumgebungen, der signifikante Einsparungen in der Infrastruktur bietet.“ (Riedel_RockNet_DE.pdf Seite 15)

FAZIT

Letztendlich kann RockNet die gestellten Anforderungen an ein neues System, also Flexibilität, einfache Konfigurations- und Bedienungsmöglichkeit, Überbrückung großer Distanzen, Ausfallsicherheit und Redundanz sowie niedrige Latenz am besten erfüllen und lässt sich ohne Schwierigkeiten in die bestehende Hardware bei Neumann & Müller integrieren.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit einer Erweiterung mit MediorNet, so dass jegliche Signale audiovisueller Art übertragen werden können, ohne Produkte verschiedener Hersteller benutzen zu müssen.

Die Bedienung erfordert keine umfangreichen Schulungsmaßnahmen, sondern lediglich eine kurze Einweisung der Techniker.

RockNet ist ein relativ junges System, das aktuell den Standard am Markt setzt. Daher ist davon auszugehen, dass es die Erwartungen der Firma Neumann & Müller an eine hohe Produktlaufzeit bestens erfüllen kann.

QUELENNACHWEIS

LITERATURVERZEICHNIS:

PDF-Bedienungsanleitung MY16CII Seite 6

Yamaha Corporation, 2011, Pro Audio & Digital Musical Instrument Division Nakazawa-cho 10-1, Hamamatsu, Japan 430-8650 Tel: +81-53-460-2441

www2.yamaha.co.jp/manual/pdf/pa/german/.../MY16-CII__de_om.pdf

Riedel Communications GmbH & Co. KG • Uellendahler Str. 353 • 42109 Wuppertal • Germany Phone +49 (0) 202 292-90 • Fax +49 (0) 202 292-99 99 • www.riedel.net

http://www.riedel.net/LinkClick.aspx?link=Downloads%2fBroschures%2fRiedel_RockNet_DE.pdf&mid=0&language=de-DE&forcedownload=true

Yamaha Corporation, 2011, Pro Audio & Digital Musical Instrument Division Nakazawa-cho 10-1, Hamamatsu, Japan 430-8650 Tel: +81-53-460-2441

http://www.yamahaproaudio.com/training/self_training/data/ethersound_setup_guide_de.pdf

Elektronik Kompendium Patrick Schnabel Im Hafer 6 71636 Ludwigsburg Deutschland

<http://www.elektronik-kompendium.de/service/impressum.htm>

ABBILDUNGSVERZEICHNIS:

Abb. 1 Frage 1, Seite 13

Abb. 2 Frage 2, Seite 13

Abb. 3 Frage 3, Seite 14

Abb. 4 Frage 7, Seite 14

Abb. 5 Frage 8, Seite 15

Abb. 6 Frage 13, Seite 15

Abb. 7 Frage 14, Seite 16

Abb. 8 Übersichtsplan, Seite 19

Abb. 9 ISO/OSI (<http://rfc791.de/2009/03/11/iso-osi-referenzmodell/>)

Abb. 10 Netzwerkübersicht, Seite 25

Abb. 11 DME-Designer-Übersicht, Seite 26

Abb. 12 DME-Designer Bühne 1, Seite 27

Abb. 13 CobraNet Discovery Übersicht, Seite 27

Abb. 14 CobraNet Interface, Seite 28 (Yamaha Corporation MY16-CII__de_om.pdf Seite 10
www2.yamaha.co.jp/manual/pdf/pa/german/.../MY16-CII__de_om.pdf)

Abb. 15 CobraNet Bundles 1, Seite 30 (Yamaha Corporation MY16-CII__de_om.pdf Seite 9
www2.yamaha.co.jp/manual/pdf/pa/german/.../MY16-CII__de_om.pdf)

Abb. 16 CobraNet Bundles 2, Seite 31 (Yamaha Corporation MY16-CII__de_om.pdf Seite 7
www2.yamaha.co.jp/manual/pdf/pa/german/.../MY16-CII__de_om.pdf)

Abb. 17 Cobranet Interface 2, Seite 32 (CobraNet Discovery Users Manual rev. 1.3 Seite 18)
http://www.lancedesign.com/Manuals/Cobranet_Discovery_13.pdf)

Abb. 18 Tx Config, Seite 32 (CobraNet Discovery Users Manual rev. 1.3 Seite 19)
http://www.lancedesign.com/Manuals/Cobranet_Discovery_13.pdf)

Abb. 19 Rx Config, Seite 32 (CobraNet Discovery Users Manual rev. 1.3 Seite 21)
http://www.lancedesign.com/Manuals/Cobranet_Discovery_13.pdf)

Abb. 20 CobraNet Bundles 3, Seite 33

Abb. 21 Testaufbau 1, Seite 34

Abb. 22 Testaufbau 2, Seite 35

Abb. 23 RockNet Übersicht, Seite 39

Abb. 24 RockNet Schulung, Seite 40

Abb. 25 RockNet Netzwerk, Seite 41 (Riedel_RockNet_DE.pdf Seite 3)

http://www.riedel.net/LinkClick.aspx?link=Downloads%2fBroschures%2fRiedel_RockNet_DE.pdf&mid=0&language=de-DE&forcedownload=true

Abb. 26 RockNet Rockworks, Seite 42

Abb. 27 EtherSound Netzwerk, Seite 43 (ethersound_setup_guide_de.pdf Seite 10)

http://www.yamahaproaudio.com/training/self_training/data/ethersound_setup_guide_de.pdf

Abb. 28 OPTOCORE Netzwerk, Seite 45 (Product_Overview_2011_OPTOCORE Seite 14)

OPTOCORE GMBH Lohenstr. 8 82166 München-Gräfelfing

http://www.google.de/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.optocore.com%2Fdownloads%2Fpdf%2FProduct_Overview_2011_OPTOCORE.pdf&ei=E2Z2TqP8EsqHhQeohN2gDA&usg=AFQjCNFaWnM2EdPPoXFX0assAcziQWQdgc

Abb. 29 AVB Netzwerk, Seite 49

Dr.W.A.Günther AudioSystems AG Seestrasse 77 Postfach 509 8703 Erlenbach-ZH

http://www.audiosystems.ch/live/produkte_49462_DEU_AS.html

SPERRVERMERK

Die vorliegende Arbeit beinhaltet interne vertrauliche Informationen der Firma Neumann & Müller GmbH & Co. KG. Die Weitergabe des Inhaltes der Arbeit im Gesamten oder teilweise sowie das Anfertigen von Kopien oder Abschriften – auch in digitaler Form – sind grundsätzlich untersagt. Ausnahmen bedürfen der schriftlichen Genehmigung der Firma Neumann & Müller GmbH & Co. KG.

ANHANG: ÜBERSICHTSPLAN



ANHANG: COBRANET-BUNDLES

IP:192.168.2.11 Bühne 1

BÜHNE 1_TX											
Bundle: 276			Bundle: 1			Bundle: 267			Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1	1	20	1	3	20	1	5	20	1		20
2	2	20	2	4	20	2	6	20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:	2		SubCount:	2		SubCount:	2		SubCount:	2	
UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast	
MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1	

BÜHNE 1_RX		BÜHNE 1_RX		BÜHNE 1_RX		BÜHNE 1_RX		BÜHNE 1_RX		BÜHNE 1_RX	
Bundle: 275 Mod_B_2		Bundle: 276 Mod_B_3		Bundle: 273 Mod_B_4		Bundle: 272 Mod_B_5		Bundle: 3 Multicast Ü-Wagen		Bundle:	
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	33	1	35	1	37	1	35	1	45	1	
2	34	2	36	2	38	2	46	2	46	2	
3		3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8		8	

IP:192.168.2.21 Bühne 2

BÜHNE 2_TX											
Bundle: 277			Bundle: 275			Bundle: 266			Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1	3	20	1	1	20	1	7	20	1		20
2	4	20	2	2	20	2	8	20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:	2		SubCount:	2		SubCount:	2		SubCount:	2	
UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast	
MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1	

BÜHNE 2_RX		BÜHNE 2_RX		BÜHNE 2_RX		BÜHNE 2_RX	
Bundle: 1 Mod_B_1		Bundle: 3 Multicast Ü-Wagen		Bundle:		Bundle:	
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	35	1	45	1		1	
2	36	2	46	2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	

IP:192.168.2.31 Bühne 3

BÜHNE 3_TX											
Bundle:		278	Bundle:		274	Bundle:		265	Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1		20	1	3	20	1	1	20	1		20
2	5	20	2	4	20	2	2	20	2		20
3	6	20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:		2									
UniCastMode:		NerverMultiCast									
MaxUniCast:		1									

BÜHNE 3_RX		BÜHNE 3_RX		BÜHNE 3_RX		BÜHNE 3_RX	
Bundle:		1	Mod_B_1	Bundle:		3	Multicast Ü-Wagen
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	35	1	45	1		1	
2	36	2	46	2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	

IP:192.168.2.41 Bühne 4

BÜHNE 4_TX											
Bundle:		279	Bundle:		273	Bundle:		264	Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1	7	20	1	5	20	1	9	20	1		20
2	8	20	2	6	20	2	10	20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:		2									
UniCastMode:		NerverMultiCast									
MaxUniCast:		1									

BÜHNE 4_RX		BÜHNE 4_RX		BÜHNE 4_RX		BÜHNE 4_RX	
Bundle:		1	Mod_B_1	Bundle:		3	Multicast Ü-Wagen
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	35	1	45	1		1	
2	36	2	46	2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	

IP:192.168.2.51 Bühne 5

BÜHNE 5_TX											
Bundle:		280	Bundle:		272	Bundle:		263	Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1	9	20	1	7	20	1	3	20	1		20
2	10	20	2	8	20	2	4	20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:		2									
UniCastMode:		NerverMultiCast									
MaxUniCast:		1									

BÜHNE 5_RX		BÜHNE 5_RX		BÜHNE 5_RX		BÜHNE 5_RX	
Bundle:		1	Mod_B_1	Bundle:		3	Multicast Ü-Wagen
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	35	1	45	1		1	
2	36	2	46	2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	

IP:192.168.2.61 LED 1

LED 1_TX											
Bundle:			Bundle:			Bundle:			Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1		20	1		20	1		20	1		20
2		20	2		20	2		20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:		4									
UniCastMode:		NerverMultiCast									
MaxUniCast:		1									

LED 1_RX		LED 1_RX		LED 1_RX		LED 1_RX	
Bundle:		2	LED_1	Bundle:		3	
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	33	1	45	1		1	
2	34	2	46	2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	

IP:192.168.2.71 LED 2

LED_2_TX			LED_2_TX			LED_2_TX			LED_2_TX		
Channel	SubMap	SubFormat									
1		20	1		20	1		20	1		20
2		20	2		20	2		20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:	4		SubCount:	4		SubCount:	4		SubCount:	4	
UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast	
MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1	

LED_2_RX		LED_2_RX		LED_2_RX		LED_2_RX	
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	33	1	45	1		1	
2	34	2	46	2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	

IP:192.168.2.81 Ü-Wagen

Ü-Wagen_TX			Ü-Wagen_TX			Ü-Wagen_TX			Ü-Wagen_TX		
Channel	SubMap	SubFormat									
1	1	20	1	13	20	1	9	20	1		20
2	2	20	2	14	20	2	10	20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:	2		SubCount:	2		SubCount:	2		SubCount:	2	
UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast	
MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1		MaxUniCast:	1	

Ü-Wagen_RX		Ü-Wagen_RX		Ü-Wagen_RX		Ü-Wagen_RX	
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	33	1	37	1	41	1	
2	34	2	38	2	42	2	
3	35	3	39	3	43	3	
4	36	4	40	4	44	4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	

IP:192.168.2.91 Regie 1

Regie_TX			Regie_TX			Regie_TX			Regie_TX		
Bundle:		270	Bundle:		269	Bundle:		268	Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1	1	20	1	5	20	1	9	20	1		20
2	2	20	2	6	20	2	10	20	2		20
3	3	20	3	7	20	3	11	20	3		20
4	4	20	4	8	20	4	12	20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:		4									
UniCastMode:		NerverMultiCast									
MaxUniCast:		1									

Regie_RX		Regie_RX		Regie_RX		Regie_RX				
Bundle:		276	Summe_B_1		Bundle:		277	Summe_B_2		
Channel	SubMap		Channel	SubMap		Channel	SubMap		Channel	SubMap
1	33		1	35		1	37		1	39
2	34		2	36		2	38		2	40
3			3			3			3	
4			4			4			4	
5			5			5			5	
6			6			6			6	
7			7			7			7	
8			8			8			8	

Regie_RX		Regie_RX		Regie_RX		Regie_RX				
Bundle:		280	Summe_B_5		Bundle:		271	Durchsage		
Channel	SubMap		Channel	SubMap		Channel	SubMap		Channel	SubMap
1	41		1	43		1	45		1	
2	42		2	44		2	46		2	
3			3			3			3	
4			4			4			4	
5			5			5			5	
6			6			6			6	
7			7			7			7	
8			8			8			8	

Regie_RX	
Bundle:	
Channel	SubMap
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

IP:192.168.2.92 Regie 2

Regie_TX			Regie_TX			Regie_TX			Regie_TX		
Bundle:			Bundle:			Bundle:			Bundle:		
Channel	SubMap	SubFormat									
1		20	1		20	1		20	1		20
2		20	2		20	2		20	2		20
3		20	3		20	3		20	3		20
4		20	4		20	4		20	4		20
5		20	5		20	5		20	5		20
6		20	6		20	6		20	6		20
7		20	7		20	7		20	7		20
8		20	8		20	8		20	8		20
SubCount:		4									
UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast		UniCastMode:	NerverMultiCast	
MaxUniCast:		1									

Regie_RX		Regie_RX		Regie_RX		Regie_RX	
Bundle: 267		Bundle: 266		Bundle: 265		Bundle: 264	
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	37	1	39	1	33	1	41
2	38	2	40	2	34	2	24
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	

Regie_RX		Regie_RX		Regie_RX		Regie_RX	
Bundle: 263		Bundle:		Bundle:		Bundle:	
Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap	Channel	SubMap
1	35	1		1		1	
2	36	2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	