



Fachartikel zum neuen **ITEC**  **NET** - System aus dem
Prosound Magazin Nr. 6 November-Dezember 2009 von Dieter Michel



Pole-Position für ITEC NET

Audiovernetzung und Beschallungstechnik für die neue Formel 1 Rennstrecke in Abu Dhabi

Dieter Michel

Kurz vor Drucklegung dieser Ausgabe wurde am 1. November die neue Formel 1 Rennstrecke auf Yas Island in Abu Dhabi mit dem Abschlussrennen der diesjährigen Formel 1 Saison eingeweiht. Der Yas Marina Circuit ist eine neuerrichtete Formel 1 Rennstrecke mit einer Gesamtlänge von ca. 5,5km, die für andere Rennveranstaltungen in zwei Teilstrecken mit 3,1km bzw. 2,4km Länge unterteilt werden kann, die auch gleichzeitig und unabhängig voneinander nutzbar sind. Rund 50.000 Zuschauer können das Geschehen auf der Rennstrecke von überdachten Tribünen und VIP-Logen aus verfolgen. Die elektroakustische Versorgung der Tribünen- und Servicebereiche wurde erstmals auf der Basis des neuen ITEC*NET-Audionetzwerks des österreichischen Herstellers ITEC realisiert.



Start-/Zielgerade mit Main Grandstand (links) und Boxengebäude (rechts)

Die Rennstrecke

Nach einer Bauzeit von nur ca. drei Jahren wurde die neue, von dem deutschen Architekten Hermann Tilke geplante Rennstrecke pünktlich zum ersten Rennen fertig gestellt. Sie befindet sich auf Yas Island, praktisch in Sichtweite des Flughafens von Abu Dhabi, auf einem Areal von circa 6 bis 8km² und ist eine klassische neue Formel 1 Rennstrecke, die sowohl lange Geraden, als auch enge Kurven aufzuweisen hat, die das fahrerische Können der Piloten bei hohen Geschwindigkeiten von bis zu 320km/h herausfordern.

Beteiligte Firmen

Generalunternehmer für die gesamte (elektro-)technische Gebäudeausstattung ist ein Consortium der PKE Gulf W.L.L. (Tochter der PKE Electronics AG) und Siemens Abu

Dhabi wobei PKE unter anderem für den Bereich „Special Electronics“ zuständig ist wozu auch alle nachrichtentechnischen Systemkomponenten und insbesondere die Durchsage-, Audio- und Videotechnik zählen. Die PKE Electronics AG mit Sitz in Wien war bis 1999 Teil des Geschäftsbereiches „Projekte“ (Philips Projects) der weltweit agierenden Philips AG. Dieser Geschäftsbereich wurde im Februar 2000 an die Tyco Group S.A.R.L. verkauft und als Tyco Integrated Systems weiter betrieben. Im Zuge eines Management-Buy-Outs wurde die österreichische Abteilung in die heutige Form der PKE Electronics AG überführt und damit zu einer eigenständigen Aktiengesellschaft, die sich zu 100% in Privatbesitz befindet. Die PKE Electronics AG hat seither stark expandiert - auch durch Zukauf weiterer Firmen, z.B. im Bereich



Blick vom Main Grandstand auf das gegenüberliegende Boxengebäude

Verkehrstechnik - und ist heute im Bereich Realisierung von hochkomplexen Stark- und Schwachstromprojekten, sowie im Bereich Facility Management tätig und errichtet und integriert elektrotechnische Gebäudeanlagen, Managementsysteme, Kommunikationssysteme, Alarmanlagen, Brandmeldeanlagen, Videosysteme, Zutrittssysteme sowie Aufzeichnungs- und Evakuierungsanlagen.

Die neue Rennstrecke in Abu Dhabi ist für die PKE nicht das erste Formel 1 Projekt. Bereits 1996 war man an der Ausstattung des Österreich-Rings (A1-Ring) in Spielberg in der Steiermark beteiligt, der z.B. für den Großen Preis von Österreich genutzt wird. In der Zwischenzeit wurden unter anderem neue Formel 1 Strecken wie Malaysia, Le Castellet, Bahrain, Shanghai, Istanbul und nun Abu Dhabi in Zusammenarbeit mit PKE ausgestattet. Natur-

lich arbeitet man in einem solchen Großprojekt mit Untervertragsnehmern zusammen: Den Auftrag für die Audiovernetzung und die elektroakustische Anlage erhielt also die Firma ITEC aus Laßnitzthal bei Graz, wobei die Montage der vorgefertigten Anlagenteile (z.B. Gestellschränke) von PKE / Siemens durchgeführt wurde.

Auch für ITEC ist Abu Dhabi übrigens keine Formel 1 Premiere, denn man hat bereits zuvor Beschallungsanlagen für Rennstrecken in Istanbul und Bahrain konzipiert, geliefert und installiert. Wegen der ständig steigenden Anforderungen an Qualität und Umfang der Beschallungsanlagen entschied man sich rechtzeitig im Vorfeld des Abu Dhabi Projektes, mit ITEC*NET ein digitales Audionetzwerk zu entwickeln, das neben der Audiosignalverteilung auch Fernsteuer- und

Überwachungsaufgaben erfüllen konnte.

Projektbeschreibung

Wie auch aus der Grafik auf Seite 24 hervorgeht, befinden sich entlang der Rennstrecke die folgenden Gebäude: Insgesamt vier Main Grandstands - Tribünenanlagen mit einer Gesamtlänge von ungefähr 1,5 Kilometern (!) - zwei Boxengebäude (Pit Buildings), eines davon gegenüber der Haupttribüne auf der Start/Zielgeraden, dazu ein sogenanntes Support Pit Building, Team-Gebäude, VIP-Tower, Medical Center und Maintenance Buildings sowie das Eingangsgebäude, um nur die wichtigsten zu nennen.

Alle diese Standorte waren durch ein vernetztes Beschallungssystem zu versorgen. Zum Einsatz kam für diesen Zweck das neue ITECNET, ein Ethernet-basiertes Multikanal-Audiosystem für ELA-, Notruf-, Musik- und Broadcastanwendungen des österreichischen Herstellers ITEC, der bereits die Formel 1 Rennstrecke in Bahrain mit einem Audiosystem ausgestattet hatte.

Als Besonderheit wurde in Abu Dhabi erstmals eine Formel 1 Rennstrecke mit einer Fullrange-Beschallungsanlage auf den Haupt-Tribünenanlagen ausgestattet - üblich sind für Formel 1 Rennstrecken Lautsprecher für Sprachwiedergabe. Für den Yas Marina Circuit war es jedoch der ausdrückliche Wunsch des Kunden, auf den Grandstands eine komplette, auch musiktaugliche Stadion-Beschallungsanlage und auch in den VIP-Bereichen eine hochwertige

Beschallung mit fullrangetauglichen Deckenlautsprechern zu haben.

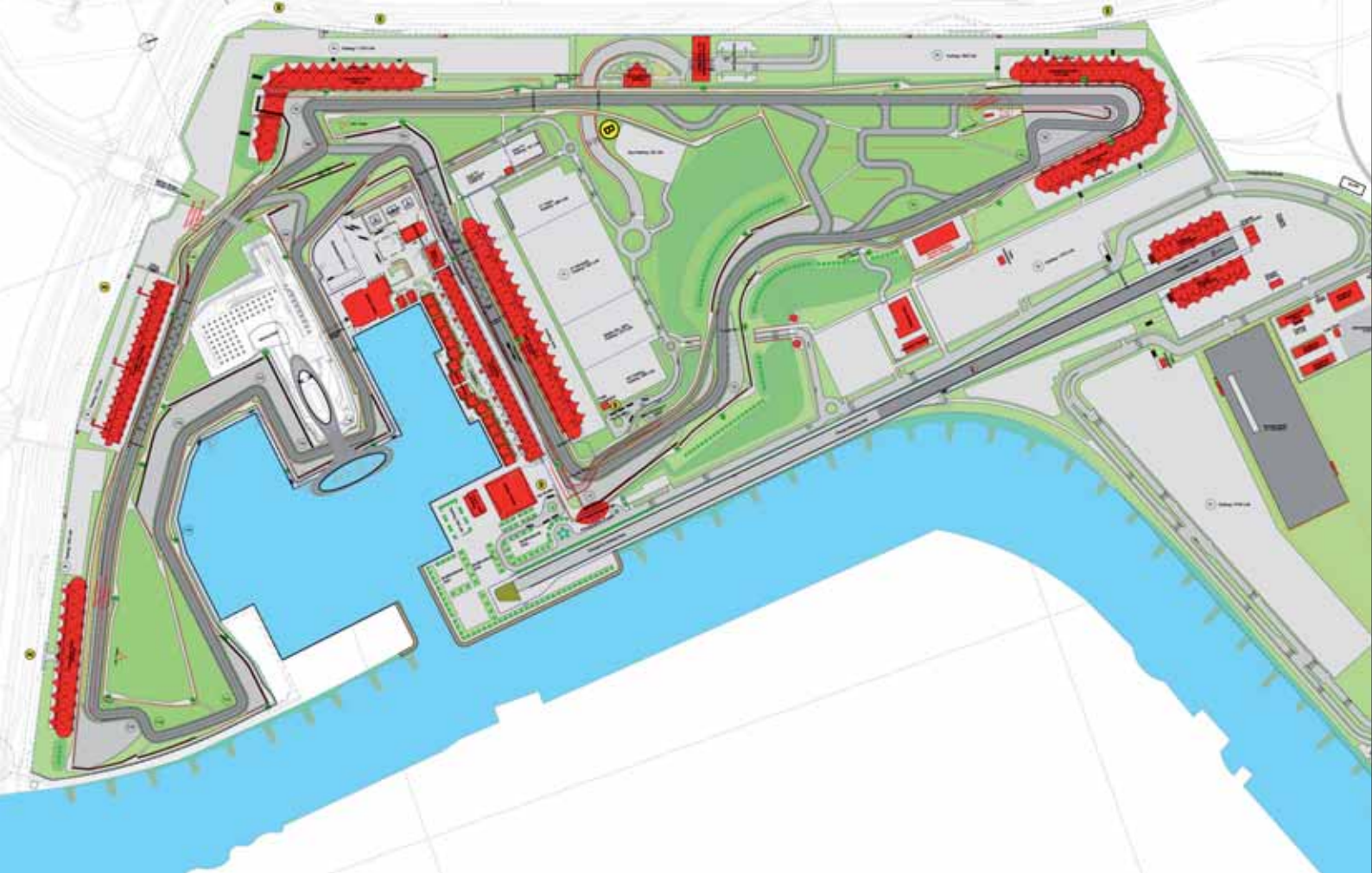
Hauptbeschallung der Grandstands

Architektonisch sind die Grandstands relativ ähnlich aufgebaut. Sie verfügen über eine offene Haupttribüne mit einer Überdachung auf der Basis einer Stahlrohrkonstruktion, die zeltähnlich mit einer Membran überspannt ist.

Aus beschallungstechnischer Sicht bietet diese Dachkonstruktionen den Vorteil, die Hörerflächen auf den Tribünen geometrisch günstig von der Vorderkante des Tribünenenddaches aus beschallen zu können - diese Vorgehensweise hat sich auch in Stadien als vorteilhaft erwiesen, weil auf diese Weise die Lautsprecher einen nicht zu sehr variierenden Abstand von den Hörerflächen haben, und so eine gleichmäßige Beschallung gewährleistet werden kann. Gemäß dem Wunsch des Kunden nach einer musiktauglichen Beschallungsanlage setzten die Itec-Planer hierfür Fullrange- Systeme vom Typ ITEC Powertop 12 ein. Dabei handelt es sich um einen Hochleistungs-Beschallungslautsprecher mit der Bestückung 2x 12"-Low/Mid plus 1"-CD-Horn, der mit einem Wirkungsgrad von 104 dB (@1W,1 m) und einem Maximalpegel von 130dB für Fullrange-Beschallungsaufgaben bestens geeignet ist. Der Powertop 12 kann sowohl vertikal als auch horizontal geflogen werden, wobei das 90° x 60° Hochtonhorn um 90° drehbar ist, um den Lautsprecher an die jeweilige Montageart anzupassen. Die eingebaute passive

Blick von der Rennstrecke auf den North Grandstand in der Haarnadelkurve





Lageplan des Yas Marina Circuit: Die Grandstands sind hier rot eingezeichnet.

passive Frequenzweiche ist mit Lautsprecher-Schutzschaltungen ausgestattet, die eine Überlastung zuverlässig verhindern - sehr wichtig in Installationen, in denen die Lautsprecher nach der Montage nur schlecht zugänglich sind. Besonders wichtig für die Installation in Außenbereichen ist das wetterfest verleimte und mit einer speziellen PU-Beschichtung versehene Lautsprechergehäuse. Dank Verzicht auf eine Baßreflexkonstruktion ist es hermetisch abgeschlossen und konnte dadurch wetterfest ausgestattet werden. Auch die im Powertop 12 verwendeten Lautsprecherkomponenten sind wetterfest. Das Lautsprechersystem kann daher auch im Freien ohne zusätzliche Abdeckungen installiert werden. Die Ausstattung mit einem 100V-Leistungsübertrager für die Integration des Powertop 12 in 100V-Beschallungssysteme ist optional. Für die Installation in Abu Dhabi wurde der Lautsprecher in der 40Ohm-Variante eingesetzt, wobei jeweils zwei Lautsprechersysteme parallel geschaltet an einer Endstufenhälfte be-

trieben werden, um so die Leistungsreserven der hier eingesetzten Endstufe vom Typ ITEC Multipower 2x1000 bestmöglich zu nutzen. Die Endstufe liefert an 20Ohm 1450W pro Kanal, so dass für jeden Lautsprecher gute 700W Endstufenleistung zur Verfügung stehen. Die Multipower-Serie ist für den Dauerbetrieb in professionellen Beschallungsinstallationen ausgelegt und verfügt über eingebaute Limiter, temperaturgesteuerte Lüfter, und - für die Installation in Alarmierungsanlagen besonders wichtig - Störmeldekontakte. Die Endstufen sind fernsteuerbar, was in einer Installation mit kilometerweit auseinander liegenden Standorten ebenfalls besonders wichtig ist. Auf dem Main Grandstand beispielsweise mit einer Länge von 300m sind an die 40 Lautsprecher entlang der Tribürendachvorderkante installiert. Der Abstand zwischen den Lautsprechern beträgt also circa 7,5m, die Gesamt-Verstärkerleistung rund 29kW! Bei einem durchschnittlichen Abstand zur Hörerfläche von 20m erreicht der Powertop 12 mit einem

Wirkungsgrad von 103dB einen maximalen Schalldruckpegel von deutlich über 100dB (ca. 106dB) und mithin auch bequem einen ausreichend hohen Alarmierungspegel. Das ist auch gut so, denn die Hauptbeschallung wird in Abu Dhabi auch als Sicherheitsbeschallungsanlage benutzt, die erstmals auf einer Formel 1 Rennstrecke in dieser Form zur Ausführung gekommen ist.

Beim Ortstermin in Abu Dhabi konnte ich mir sowohl Musik-einspielungen als auch die Sprachwiedergabe über ein Headset und ein Sprechstellenmikrofon anhören und dabei auf den verschiedenen Hörerflächen auf der Tribüne des Haupt-Grandstands (die übrigen sind beschallungstechnisch praktisch identisch ausgestattet) umhergehen. Die Wiedergabe war dabei speziell auch bei Musik ausgesprochen druckvoll, die Sprache sehr direkt und mit sehr guter Sprachverständlichkeit.

Für die Tribünenbereiche unterhalb der balkonartig ausgeführten Außen-Sitzbereiche der VIP-Logen wurden zusätzlich Delay- Lautsprecher vom Typ ITEC Powerline installiert, um die Abschattung des Direktschalls durch die Balkonkonstruktionen zu kompensieren. Wirklich erforderlich sind diese Lautsprecher nur für die obersten Sitzreihen unter dem Balkon, die keine direkte Sichtverbindung zu den Hauptlautsprechern haben - die restlichen werden

auch von der Hauptbeschallung gut versorgt. Ebenfalls Powerline-Systeme kommen zum Einsatz, um die Sitzbereiche vor den VIP-Lounges im Boxengebäude gegenüber des Main Grandstand zu beschallen. Die VIP-Logen sind hier in zwei Etagen übereinander angeordnet und die Sitzbereiche balkonartig zurückgesetzt, so dass sich hier eine Lautsprecherinstallation an der Vorderkante der darüber liegenden Loge bzw. Tribüne anbietet. Die hier installierten Powerline-Systeme werden ebenfalls als 100V-Beschallungsanlage betrieben.

Systemtechnik

Die technische Ausstattung für das ITEC*NET-Audiosystem sowie die Leistungsendstufen für die verschiedenen Beschallungsanlagen wurden in insgesamt 26 Technikräumen in den verschiedenen Gebäuden entlang der Rennstrecke untergebracht. Dabei verfügt jeder Grandstand über zwei Technikräume. Insgesamt wurden so 39 Gestellschränke mit je 42 Höheneinheiten installiert. In den Verstärkerschränken befinden sich jeweils ITEC Spider 44 - um die Ausspielwege aus dem ITEC*NET zur Verfügung zu stellen - sowie die Leistungsendstufen für die Ansteuerung der niederohmigen Lautsprecher für die Haupttribünen auf den Grandstands und die hochohmigen 100V-Lautsprecher in Form von

Geflogener ITEC Powertop 12 Lautsprecher

Tribünenenddach mit zahlreichen, von der Dachvorderkante geflogenen Lautsprechersystemen





Sitzbereiche der VIP-Logen (links) mit unter den Balkonen installierten Delaylautsprechern, die ähnlich auch im Boxengebäude (Seite 9, oben) installiert sind.

Deckenlautsprechern, Delay-Systemen und Lautsprecher für Gänge sowie Außen- und Eingangsbereiche.

Die Vernetzung der Gebäude, die zum Teil bis zu 2km voneinander entfernt sind, wurde mit einem Glasfasernetzwerk realisiert, das mit einer sternförmigen Topologie mit Zentrum im Race-Control-Gebäude ausgeführt wurde. Dieses Glasfasernetzwerk wird nicht nur für die Audioübertragung via ITEC*NET genutzt, sondern auch für Videoübertragungen et cetera. Dementsprechend wurden mehrere Glasfaserstrecken für die verschiedenen Anwendungen verlegt. Für ITEC*NET steht eine eigene Glasfaserstrecke zur Verfügung. Insgesamt 16 Sprechstellen (SpiderMike2) mit Zonenruf sind in den Gebäuden an der Strecke verteilt. Davon sind neun Hauptsprechstellen und sieben „lokale“ Sprechstellen, von denen nur in die jeweiligen lokalen Zonen angesprochen werden kann. Eine lokale Sprechstelle im North Grandstand kann also nur Durchsagen in Beschallungszonen in diesem Grandstand machen. Die Sprechstellen sind natürlich unterschiedlich priorisiert, gleichberechtigte Sprechstellen sperren sich gegenseitig aus - an den übrigen Sprechstellen wird dann die belegte Zone angezeigt. Im Security-Office gibt es zudem einen Sprach-

speicher für die Master-Call-Station. Das Softwarepaket für das in der Sprechstelle integrierte Audio-Sprachspeichermodul (2 GByte Flash-Speicherkarte) war zum Zeitpunkt der ersten Rennveranstaltung noch nicht fertig. Es wurde daher ein externer Flash-Zuspieler an diese Sprechstelle angeschlossen, um für den Alarmierungsfall passende, vorab aufgezeichnete Alarmierungs- und Räumungstexte auf Knopfdruck abrufen zu können. Das betreffende Softwarepaket für das SpiderMike2 wird in den nächsten Wochen jedoch fertiggestellt sein und ausgeliefert werden.

Für die Leistungsversorgung der 100V-Systeme kommen 100V-Endstufen vom Typ ITEC 2x300T (Nennleistung 2x 300W bzw. 1x 600W im Brückenbetrieb) zum Einsatz. Auch diese Endstufen verfügen über eingebaute Schutzschaltungen und einen Kompressor/Limiter. Letzterer wird für die Installation in Abu Dhabi eigentlich auch bei der Hauptbeschallung nicht benötigt, weil man bereits im ITEC*NET dafür sorgen kann, dass die Endstufen nicht überfahren werden.

Die ITEC-Leistungsendstufen verfügen über einen Störmeldekontakt, der verwendet werden kann, um den Betriebszustand der Endstufen zu überwachen. Dies ist speziell dann von Interesse, wenn geplant ist, die Endstufen



als Teil eines Alarmierungssystems bzw. einer Sicherheitsbeschallungsanlage einzusetzen. Ursprünglich war tatsächlich angedacht, die Beschallung für die Rennstrecke auf Yas Island als Sprachalarmierungsanlage nach EN 60849 auszulegen. Nachdem dadurch aber die Kosten deutlich gestiegen wären, hat man sich auf die wesentlichen Redundanz- und Sicherheitsfeature geeinigt. Zu diesen Features gehört, dass das Audiosystem sich selbst überwacht und Fehlerzustände weitermeldet. Im vorliegenden Fall bedeutet dies, dass ITEC*NET weiß, welche Netzwerk-Komponenten (Sprechstellen und Spider 44) sich im System befinden. Wenn sich ein Gerät nicht ordnungsgemäß betriebs-

bereit meldet, wird eine Fehlermeldung von einem Spider 44 via RS-232 an ein übergeordnetes Fault-Indication-System weitergeleitet. Hierfür gibt es zwei Übergabepunkte in der Anlage, damit die Fehlermeldung sicher übermittelt wird, auch wenn eine Übertragungsstrecke ausfällt.

Ein weiterer Sicherheitsaspekt ist die Endstufenüberwachung, die sich dank der integrierten Störmeldekontakte sehr einfach gestaltet: Ein Logikeingang eines Spider 44 kann dazu herangezogen werden, die Endstufen - in der vorliegenden Installation jeweils einer Beschallungszone - auf korrekte Funktion überwachen. Der Zustand dieses Logikeingangs

Einer der zahlreichen Gestellschränke mit Spider 44 und Leistungsendstufen, rechts drei Spider 44, darunter die im Text erwähnten Pegelsteller





Die Rennstrecke führt unter anderem auch mitten durch das Yas Hotel.

kann netzwerkweit im ITEC*NET abgefragt werden, also auch von demjenigen Spider 44, der für die Fehlermeldungen an das übergeordnete Fault-Indication-System zuständig ist. Beim Eingang einer Fehlermeldung weiss der zuständige Techniker dann, in welchem Gestellschrank die fehlerhafte Endstufe zu finden ist.

Die Fault-Relais der Leistungsverstärker einer Zone sind ähnlich wie bei einer Alarmanlage in Serie geschaltet, die Kontakte im Normalbetrieb also geschlossen. Fällt ein Relais wegen eines Fehlerzustands ab, so geht ein Digitaleingang an für die Überwachung dieser Zone zuständigen Spider 44 auf logisch Null. Dieser Zustand ist im gesamten ITECNET sichtbar, so dass für das gesamte Netzwerk ein einziger Spider (plus einer für Havarie) ausreicht, sämtliche Fehlermeldungen im Netz an das übergeordnete Fault-Indication-System zu kommunizieren.

Bei der vorliegenden Installation wird nicht mit einer automatischen Umschaltung auf die Havarieendstufen gearbeitet, weil dies speziell bei den niederohmigen Endstufenausgängen nicht ganz unaufwändig ist. In jedem Gestellschrank befindet sich eine Reserveendstufe, so dass im Fall einer Störung schnell von der gestörten auf die Reserveendstufe umgesteckt werden kann. Alle Endstufen sind auf Rackschienen gelagert, so dass Wartungsarbeiten oder auch ein Austausch der Endstufe sehr schnell vonstatten gehen kann.

In Abu Dhabi ist darüber hinaus das gesamte ITEC*NET-System, inklusive der LWL-Transmitter und Netzwerk-Switches, ständig

USV-versorgt. Bei Großveranstaltungen, und insbesondere natürlich auch beim Formel 1 Rennwochenende, werden zusätzlich ausreichend Generatoren aufgestellt, um bei einem Ausfall der Hauptstromversorgung den ungestörten Betrieb weiter aufrecht erhalten zu können. Im schlimmsten Fall, dem eines Totalausfalls der Energieversorgung, gibt es also nur eine kurze Unterbrechung bei der Stromversorgung der Leistungsendstufen, bis die Generatoren anspringen.

Als zusätzliche Redundanzmaßnahme sind die Haupttribünen übrigens relativ dicht mit Lautsprechern bestückt. Wenn man in einem Bereich mit einem probeweise abgeschalteten Endstufenkanal hineinläuft, ist nicht gleich die Sprachverständlichkeit weg, es vermindert sich zunächst einmal der subjektive Eindruck von Direktheit. Ein ausgefallener Endstufenkanal bedeutet daher nicht gleich, dass ein ganzer Tribünenbereich nicht mehr nutzbar ist. Übrigens wurde auf ähnliche Art und Weise, sozusagen als fast kostenlose Dreingabe, eine Temperaturüberwachung der Technikräume implementiert, die unabhängig von derjenigen des Fault-Indication-Systems funktioniert. Dafür wird einfach pro Technikraum an einem Spider ein Thermoschalter mit passender Ansprechtemperatur angeschlossen, deren Überschreiten den Zustand des betreffenden Spider-Digitaleingangs umschaltet und so die Übertemperatur signalisiert. Diese Information kann unabhängig von anderen, natürlich ebenfalls vorhandenen, Überwachungssystemen netzwerkweit abgefragt und an das Fault-Indication-System übermittelt werden. Die Deckenlautsprecher in den VIP-Bereichen werden ebenfalls in 100V-Technik angesteuert. In den voneinander getrennten VIP-Logen sind jeweils acht Deckenlautsprecher installiert, die von je einem Kanal einer Itec Multipower 2x300T-Endstufe versorgt werden. Als Zusatzfeature wurde auf Kundenwunsch die Möglichkeit vorgesehen, vom jeweils zuständigen Technikraum aus die Lautstärke in jeder einzelnen VIP-Zone individuell einstellen zu können. Diese Lautstärkeeinstellung betrifft nur das Programmsignal und das Signal des Kommentators - Alarmierungsdurchsagen erfolgen natürlich mit dem voreinge-

stellten Alarmierungspegel. Das Audiosignal von etwaigen Wiedergabegeräten in der Loge - etwa eines Flatscreen-TV - wird über die geräteeigenen Lautsprecher wiedergegeben. Während eines Rennens wird aber auch hier wahrscheinlich nur das Rennen selbst übertragen - in ähnlicher Form wie auf den Bildschirmen an den Grandstands, die dazu dienen, den Zuschauern auf den Tribünen einen Überblick über das Rennen zu verschaffen. Diese haben ja nur einen kleinen Teil der Strecke im direkten Blickfeld und würden ohne diese Bildschirme keinen richtigen Überblick über den Verlauf des Rennens haben. Bei der Auslegung der Strecke und der Platzierung der Grandstands haben die Planer allerdings schon darauf geachtet, den Besuchern vor Ort auf jeder Tribüne einen besonderen Anblick zu bieten: Zuschauer auf dem Nord-Grandstand können beispielsweise die Atmosphäre in der Haarnadelkurve erleben, der Süd-Grandstand etwa bietet ein großartiges Panorama mit Blick auf das Hotel Yas und die Marina mit Yacht Club. Um das Informationsangebot zu ergänzen, besteht zusätzlich die Möglichkeit, das abgemischte Kommentatorsignal auch auf einen lokalen Radiosender zu schicken, der ebenfalls auf dem Gelände installiert ist. Auf diese Weise haben die Besucher die Möglichkeit, jederzeit das Kommentatorsignal auch über einen eigenen kleinen Rundfunkempfänger zu hören - möglicherweise auch eine Hilfe für schwerhörigen Personen, die mit einem Ohrhörer eventuell besser zurecht kommen.

Kommentatorraum/ Kommentatorconsole

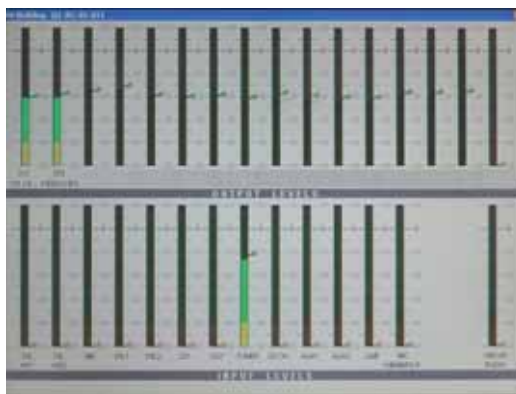
Der Kommentatorraum liegt unmittelbar an der Start-/Zielgeraden am Beginn des Boxengebäudes. Der Kommentator verfügt über eine mischpultähnliche Bedienkonsole, die allerdings mit einem traditionellen Mischpult bis auf das äußere Erscheinungsbild nicht sehr viel gemein hat. Tatsächlich besteht die Konsole von der Audiotechnik her aus mehreren Spider 44, die Signale ins ITECNET einspeisen und aus dem Netzwerk ausspielen können. Darüber hinaus können sie Steuerbefehle an andere Netzwerkkomponenten im gesamten Audionetz senden und so beispielsweise Ausgangspegel von räumlich weit entfernten Lautsprecherzonen verändern - obwohl es so aussieht, wie wenn die Potidrehung den Ausgangswert nur an einem lokalen Mischerkanal veränderte. Das Hauptbedientpult steht im Kommentatorraum im Hauptboxengebäude, es befinden sich jedoch ein weiteres im Additional Pit Building und eines an der Dragster-Rennstrecke. Die zu diesen Konsolen gehörigen ITECNET-Komponenten sind so programmiert, dass immer nur eine Bedienkonsole im Netz aktiv ist. An der Bedienkonsole im Hauptkommentatorraum gibt es eine Taste „Master to Net“, die diese Konsole auf das ITECNET schaltet und alle anderen abkoppelt. Diese haben eine entsprechende Kontrollleuchte „Locked Out“, die signalisiert, dass sie nicht auf das Netzwerk zugreifen können. In den nächsten Monaten wird es noch eine Änderung der

Der Arbeitsplatz des Kommentators liegt unmittelbar an der Start/Zielgeraden (links),
Bedienkonsole des Kommentators (rechts)





Spidermike 2 Sprechstelle



Die Pegelanzeige zeigt die aktuellen Ausgangspegel von Zonen auf der gesamten Rennstrecke an.

Bedienoberfläche des Kommentatorpultes



Konfigurationssoftware geben, die bewirkt, dass auch audioseitig auf der Strecke zwei Rennen gleichzeitig gefahren werden können - die Rennstrecke selber gibt das her, weil sie durch zwei Ausweichkurven in zwei kleinere aufgeteilt werden kann. Dieser Doppelbetrieb dürfte in Zukunft durchaus Verwendung finden, weil bereits jetzt nach dem ersten Formel 1 Rennen der Eventkalender bis April kommenden Jahres nicht weniger als 16 Rennveranstaltungen für den Yas Marina Circuit aufweist.

Der Kommentator selbst hat zwei Headset-Funkmikrofone und noch ein weiteres, kabelgebundenes zur Verfügung. Darüber hinaus hat er zwei drahtlose Handsender, mit denen er sich dank der einer Multi-Diversity-Drahtlos-Mikrofonanlage im gesamten Bereich um die Hauptboxen bewegen kann, beispielsweise, um Interviews auch direkt vor Ort in den Boxen durchzuführen.

Darüber hinaus verfügt er über lokale Zuspierer sowie Zugriff auf zwei ITECNET-Netzwerkkanäle, die vorbelegt sind mit einem Rundfunk-Tuner und einem Fünffach-CD-Wechsler. An seinem Zuspierack hat er PFL-Funktionen (über 6x ITEC Multimix realisiert) für die Zuspierkanäle und kann so seinen eigenen Mix erstellen und ins Audionetzwerk einspeisen. Darüber hinaus hat er 16 weitere Fader, mit denen er die Lautstärke in 16 Lautsprecherzo-

nen im Freien (Tribünen, VIP-Bereiche etc.) einstellen kann. Hintergrund dieser Einrichtung ist, dass bei kleineren Veranstaltungen nicht gleich die gesamte Strecke beschallt werden muss, sondern man auf diese Weise gezielt nur bestimmte Bereiche versorgen kann.

Die erwähnte PFL-Funktion wird über insgesamt vier ITEC Multimix digital realisiert. Davon sind zwei von der Bedienoberfläche aus zugänglich, so dass der Kommentator auch so etwas wie einen Gain für seine Signalquellen voreinstellen kann, damit gleiche Faderstellungen in etwa zu gleichen Ausgangspegel führen. Dass der Kommentator die Ausgangspegel für die verschiedenen Beschallungszonen von seinem Bedienpult aus einstellen kann, ist im Kern eine Funktion des ITECNET-Audionetzwerks. Bei der Konfiguration jedes einzelnen Ausgangs - bei einem Spider 44 oder einem Spidermike - kann man konfigurieren, von welcher Instanz im Netz er die PegelEinstellung für den Ausgangspegel beziehen soll. Das kann auf der einen Seite das Local Device, also der Spider selbst sein, an dem sich der Ausgang befindet - aber auch einer der anderen Netzwerkteilnehmer. Um eine Fadersteuerung umzusetzen, kann man beispielsweise die analogen Steuerspannungseingänge an jedem Spider benutzen. Bei der Konfiguration eines Ausgangs kann man dann festlegen, ob

ein lokaler Steuerspannungseingang benutzt werden soll, oder ob der Ausgang die Daten von einem anderen Gerät im Netz beziehen soll, wobei die Steuerdaten gegebenenfalls von einem der an jenem Gerät vorhandenen Steuerspannungseingänge kommen kann. Auf diese Weise wird auch die Fern-Ausgangspegel-Einstellung realisiert: Die Ausgänge der verschiedenen Lautsprecherzonen auf der Rennstrecke sind so programmiert, dass sie ihre Ausgangspegel von dem Spider 44 in der Kommentator-Bedienkonsole beziehen. Diese Fernpegelstellung funktioniert nicht nur von der Bedienkonsole aus, sondern sinngemäß entsprechend auch mit allen anderen Komponenten im ITECNET, weil ja alle Netzwerk-Teilnehmer gleichberechtigt sind. Die Art und Weise, wie diese Funktionen im ITECNET implementiert ist, bedeutet auch, dass man mit beispielsweise einem Fader beliebig viele Ausgänge an Spidern oder Spidermikes steuern kann, die miteinander ansonsten nichts zu tun haben und auch räumlich gegebenenfalls weit voneinander getrennt sein können.

Pegelanzeige

Bei einer mischpultähnlichen Bedienkonsole ist natürlich auch die Anzeige der beeinflussbaren Pegel ein wichtiges Thema. Das gilt speziell für die Ausgangspegel, weil die Beschallungszonen so weit voneinander entfernt sind, dass der Kommentator naturgemäß die Auswirkungen seiner Faderbedienung nicht direkt hören kann.

Für die Realisierung einer Pegelanzeige, die die tatsächlichen Ausgangsbedingungen von weit entfernten Beschallungszonen praktisch in Echtzeit anzeigt, macht man sich die Statusmeldungen der ITECNET-Netzwerkkomponenten zunutze. Das ITECNET ist so konzi-

piert, dass alle Netzwerkclients in Abständen von 100ms Statusmeldungen als Broadcast verschicken. Bei diesen Statusmeldungen handelt es sich im Prinzip um eine Tabelle, die alle wichtigen Betriebszustände des Gerätes inklusive der Zustände der verschiedenen Ein- und Ausgänge enthält - und eben auch den aktuellen Pegel an jedem Ausgang. Damit stehen im Prinzip alle wichtigen Informationen netzwerkweit mit einer Verzögerung von maximal 100ms zur Verfügung. Dies wird einerseits für die Verwaltungsfunktionen im ITECNET benutzt, im vorliegenden Fall kann damit eben auch auf eine relativ einfache Art und Weise die besagte Ausgangspegelanzeige realisiert werden. Dazu muss der Spider 44 im Kommentatorraum lediglich die Statusmeldungen derjenigen Netzwerkgeräte „auf sammeln“, an deren Ausgangspegel man interessiert ist.

Durch Auslesen der entsprechenden Werte bekommt man mit einer Verzögerung von besagten maximal 100ms die aktuellen, tatsächlichen Werte für die Ausgangspegel an denjenigen Ausgängen, die der Kommentator mit seinen Fadern fernbedienen kann. Um die Pegelanzeige dann auch auf einem TFT-Bildschirm zu visualisieren, war noch ein kleiner Zwischenschritt notwendig: Der Spider 44, der die Statusinformationen erfasst, setzt die Ausgangspegelwerte in eine serielle Datenfolge um, die über eine RS-232-Schnittstelle an einen PC gesendet werden. Dieser wiederum ist dafür zuständig, die über die serielle Schnittstelle erhaltenen Daten in eine grafische Pegeldarstellung umzusetzen. Für diese Aufgabe wird ein normaler Windows-Panel-PC eingesetzt. Für die Eingangspegel liegt die Sache etwas einfacher, weil die ITEC Multitmix digital lokal im direkten Zugriff sind und eine

Mobiles Medienrack im PK-Raum (links), Ansicht des Pressekonferenzraums mit Powerline-Beschallungslautsprechern (rechts)



Zur Entwicklungsgeschichte von ITEC*NET

*Beim Besuch der Rennstrecke in Abu Dhabi gab es natürlich auch die Gelegenheit, mit den Projektverantwortlichen über das Projekt Yas Marina Circuit zu sprechen, um damit die Basis für den vorliegenden Artikel zu legen. Im Gespräch mit Romano Hammer, einem der Geschäftsführer von ITEC, kam natürlich auch die Frage auf, wie ein mittelständischer Hersteller von beschallungstechnischen Komponenten auf die Idee kommt, ein netzwerkfähiges Audiosystem wie ITEC*NET zu entwickeln. Die Antwort von Romano Hammer ist eigentlich ausgesprochen einleuchtend:*

Vor etwa drei Jahren, genauer: im November 2006, begannen wir, den Gedanken in die Tat umzusetzen, ein eigenes netzwerkbasierendes Audiosystem zu entwickeln, welches in Echtzeit digitales Audio und Daten über bestehende LAN-Netzwerke übertragen kann.

Nach längerer Recherche und genauerer Betrachtung diverser, bereits existierender Systeme (CobraNet/Ethersound/MaGiC/ Livewire) entschieden wir uns, selbst ein proprietäres System zu entwickeln, welches die Vorteile diverser Systemen vereint, mit den zusätzlichen Features, die komplette Steuerbarkeit und Überwachung aller einzelnen Netzwerkknoten über das Ethernet zu ermöglichen. In 2007 wurde durch eine IEEE-Arbeitsgruppe der erste Entwurf von IEEE P1722 veröffentlicht, der sich zum Ziel setzte, zeitsensitive Daten wie Audio/Video über Bridged LANs auf Layer 2 zu übertragen. In der Hoffnung, dass sich aus der Tätigkeit dieser Arbeitsgruppe ein Standard entwickeln würde, haben wir anfangs das neue ITEC*NET-Übertragungsprotokoll an diesen

P1722 Entwurf angelehnt.

Da unsere Entwicklung jedoch wesentlich rascher voranschritt als die IEEE-Bemühungen, wurde es im Laufe der Zeit notwendig, alle gewünschten Features selbst zu implementieren. Mittlerweile ist man dabei, aus P1722 einen IEEE802.1 Standard mit der Bezeichnung 802.1BA - Audio Video Bridging (AVB) zu entwickeln. Die erste Version (Draft0.0) ist im September 2009 veröffentlicht worden, und es wird sicher noch eine Weile dauern, bis dies wirklich ein weltweit gültiger Standard wird.

Basierend auf Switched Fast-Ethernet (100MBit/s) ist es mit ITEC*NET nun möglich, die Audioqualität (Latenzzeit, Abtastfrequenz und Wortbreite) den Wünschen und Bedürfnissen anzupassen. Dadurch können entweder bis zu 90 unkomprimierte Audiokanäle bei 2.6ms Latenz und 16bit@48kHz oder auch zum Beispiel 30 Kanäle bei 0,6ms Latenz und 32bit@96kHz übertragen werden. Jeder der bis zu 4096 möglichen Knoten kann jeden verfügbaren Kanal im Netz wiedergeben, diese bei Bedarf mischen und auch über spezifische Klangfilter verändern. Dabei können alle Einstellungen am System in Echtzeit über die entsprechende Konfigurationssoftware NETDESIGN vorgenommen werden. ITEC*NET ist ein fertiges, erprobtes und äußerst mächtiges Audioverteil- und Steuerungssystem, mit dem wir jetzt auch schon Sicherheitsbeschallungsanlagen nach EN 60849 ausführen. Konzentriert wird im Moment daran gearbeitet, ITEC*NET bald nach EN 54-16 zertifizieren zu lassen, um dann in naher Zukunft unseren Kunden zertifizierte Produkte für die Installation von Sicherheitsbeschallungsanlagen nach DIN 833-4 (in Österreich: TRVBS 158) rechtzeitig vor Ablauf der Übergangsfrist zur Verfügung stellen zu können.

grafische Anzeige der Eingangspegel ohnehin bereits Teil der Betriebssoftware des Multimix-Mischers ist. Als problematischster Part bei der Pegelanzeige hatte sich übrigens - als kleine Anekdote - die Aufgabe erwiesen, das Windows daran zu hindern, automatisch - zu allen unpassenden Zeitpunkten - Hinweise oder Fehlermeldungen auf dem Bildschirm einzublenden.

Pressekonferenzraum

Der Pressekonferenzraum bietet Platz für circa 50-60 Journalisten. An der Front des Raumes gibt es ein kleines Podium, auf dem sechs Personen Platz nehmen können (normalerweise drei Fahrer plus jeweils eine weitere Person des jeweiligen Teams). Hinten befindet sich ebenfalls ein etwas erhöhter Bereich, der den



Ansicht des grossen Pressesaals im Media-Center mit drei grossen Barco-Rückpro-Displays - die Beschallung erfolgt mit Itec-Deckenlautsprechern.

TV-Kameras die Möglichkeit gibt, über die Köpfe der Anwesenden hinweg direkt das Geschehen auf dem Podium zu erfassen. Um den O-Ton der Pressekonferenz den Rundfunk und Fernsehanstalten zur Verfügung stellen zu können, gibt es eine portable Pressebox, die das Summensignal der Beschallungsanlage auf insgesamt 24 Line-Pegel-Ausgänge ausgibt. Pro Ausspielweg steht das Signal an XLR-Buchsen und 3,5mm-Stereoklinkenbuchsen zur Verfügung, so dass die meisten portablen Recorder und auch die Audioeingänge der Kameras angeschlossen werden können. Parallel wird das Signal leise über eine auf dem Boden liegende Lautsprecherbox ausgespielt, so dass auch Diktiergeräte, die nur über ein eingebautes Mikrofon und keinen Line-Eingang verfügen, benutzt werden können. Im Raum gibt es eine Live-Beschallung mit vier Powerline-2-Lautsprechern, die an den Seitenwänden installiert sind. Die lokale Beschallung wird über ein mobiles Zuspielrack gefahren, das über einen Bodentank mit den Signalquellen und -senken im Saal sowie mit dem ITEC*NET verbunden wird. Man hat sich hier für eine mobile Lösung entschieden, weil es keinen Regieraum gibt und der Raum nicht immer für eine Frontalveranstaltung genutzt wird. Die sechs Podium-Mikrofone laufen über den automatischen Mikrofonomischer des ITEC Multimix. Das mobile Zuspielrack mit integriertem Mischer erlaubt aber auch, eine Pressekonferenz manuell zu fahren.



Projektbeteiligte beim Gespräch in Abu Dhabi (v.l.n.r): Romano Hammer (Geschäftsführer ITEC), Günther Hiss (Geschäftsführer PKE), Gernot Fröstl (Managing Director PKE Gulf)

Zusammenfassung

Der Yas Marina Circuit - die neue Formel 1 Rennstrecke in Abu Dhabi - ist fast in jeder Beziehung ein Projekt der Superlative. Das gilt auch für die Audiovernetzung und die Beschallungstechnik: Ein solch ausgedehntes Audionetzwerk wie das hier installierte ITEC*NET bekommt man höchstens noch in Themenparks zu Gesicht, pardon: Gehör. Dass mit den ITEC*NET-eigenen Systemfunktionen auch noch die Anforderungen einer Sicherheits-Beschallungsanlage inklusive standortübergreifender Überwachungs- und Steuerfunktionen abgedeckt werden können, ist schon gar nicht mehr selbstverständlich für ein Audionetzwerk. Bei der Installation in Abu Dhabi wurde jedoch nicht nur an die Sicherheitsfunktionen gedacht, sondern auch eine für eine Rennstrecke außergewöhnlich leistungsfähige, sprach- und musiktaugliche Beschallungsanlage für die Grandstands realisiert. Der österreichische Hersteller ITEC legt damit nicht nur ein eindrucksvolles Projekt von höchstem internationalem Rang vor, sondern mit ITEC*NET auch ein netzwerkfähiges Audiosystem, das über das Abu Dhabi Projekt hinaus das Zeug hat, in Zukunft eine wichtige Rolle im Installationsmarkt zu spielen.

ITEC*NET Grundlagen

Aus den Erfahrungen mit den Audiosystemen für die Formel-1-Rennstrecken in Bahrain und Istanbul entstand der Wunsch nach der Entwicklung eines betriebssicheren Audio-Verteilsystems, das auch Sicherheitsfeatures aufweisen und insbesondere flexibel einsetzbar sein sollte - was eine traditionelle Punkt-zu-Punkt-Verkabelung ausschloss. Daher entschied man bei ITEC, ein neues, rein digitales, netzwerkfähiges Audiosystem zu entwickeln. Das weit verbreitete Ethernet bot sich als ideale Basis für ein solches System an, denn Netzkabel und Netzwerk-Hardware sind überall preiswert und in guter Qualität verfügbar, und die Installationsfirmen sind mit der Hardwareinstallation vertraut.

Die Bandbreite des klassischen 100Mbit-Fast-Ethernet reicht aus, um rund 60 Audiokanäle in CD-Qualität zu übertragen und hat dabei genügend Reserven für die Übertragung von Steuerdaten und Statusmeldungen, wie sie in der Alarmierungstechnik erforderlich sind.

ITEC*NET ist als dezentrales, verteiltes System konzipiert, daher gibt es keine Systemzentrale - die womöglich ausfallen und ein „Single-Point-of-Failure“ sein könnte. Der Ausfall einer Komponente (Spider44 oder Spidermike2) beeinflusst in keinsten Weise die Performance aller anderen Netzwerkkomponenten. Darüber hinaus kann im ITEC*NET eine Netzwerkkomponente eine andere ersetzen, auch dann, wenn sie sich evtl. räumlich an einer ganz anderen Stelle (und im Havariefall eben auch in sicherer Entfernung) befindet. Partielle Stromausfälle, Unterbrechungen in der Verkabelung, etc. können das Gesamtsystem nicht zum Ausfall bringen. - die Reboot-Time einer Komponente nach Fehlerbehebung, bzw. Power-up beträgt weniger als 5 Sekunden.

Ethernet als Basis

Ethernet galt früher lange Zeit als wenig geeignet für die Audioübertragung, weil es von Haus aus erst einmal kein deterministisches Übertragungsverhalten hat und demzufolge eigentlich weder eine isochrone Übertragung von Mehrkanal-Audiodaten, noch eine latenzarme Übertragung garantieren könnte. Mit der praktisch allgegenwärtigen Verwendung von Netzwerk-Switches ist das Thema allerdings praktisch erledigt, weil ein Switch virtuelle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen herstellt und so dafür sorgt, daß von vornherein keine Kollisionen auftreten können.

Dennoch gibt es bei ITEC NET einer Art Systemtakt (Masterclock), der von einem automatisch ausgewählten Netzwerk-Teilnehmer erzeugt wird und für die zeitliche Organisation von Audiodaten, Status- und Steuerinformationen und sonstigem Netzwerk

verkehr sorgt, damit das Netzwerk auch für Datenübertragung genutzt werden kann. Beispielsweise werden im ITEC*NET ständig auch Systemdaten ausgetauscht, die die Durchführung von Mess- und Steuerungsaufgaben ebenso wie die Überwachung und Konfiguration des Systems über das Netzwerk ermöglichen (siehe Beispiele im Projektbericht). Für den Planer bedeutet das, dass zwischen den ITEC*NET-Systemkomponenten nur die Netzwerkverbindung existieren muß, u den kompletten Datenaustausch sicherzustellen.

Die Kanalkapazität eines 100MBit/s Fast-Ethernets erlaubt es, bei einer Netzauslastung von unter 75% bis zu 64 Audio-Kanäle in Studioqualität (24Bit/48kHz, höhere Auflösungen sind ebenfalls einstellbar) über ITEC*NET zu übertragen, wobei die Latenzzeit nur 1,3ms beträgt. ITEC NET ist dabei auch für Großinstallationen geeignet, da über 4000 Komponenten (SPIDER44, SPIDERMIKE2, Windows-Stationen für Konfiguration, Überwachung etc., Router für Fernwartung und Fernsteuerung etc.) in einem System verbunden werden können.

Die Haupt-Hardwarekomponenten in einem ITEC*NET sind das universelle I/O-Modul Spider 44 sowie die Sprechstelle Spidermike. Beide basieren auf derselben Hardwareplattform mit einem Analog Devices DSP.

Der SPIDER44 ist eine 1HE/19"-Einheit mit jeweils 4 analogen Audio-Ein- und Ausgängen und einem Ethernet-Port als Schnittstelle zum ITEC*NET. Zusätzlich gibt es zwei serielle Schnittstellen (RS-232 und RS-485) für Steueraufgaben, 8 analoge Messeingänge, 8 digitale Eingänge, 4 digitale Ausgänge, eine optionale Steckkarte für Lautsprecherüberwachung (4 Wege) sowie ein optionales Flash-Memory als Speicher z.B. für Sprachdurchsagen. Das eingebaute Display dient der Ausgabe von Meldungen, der Programmwahl und Lautstärkeeinstellung. Mit dem digitalen Encoder/Taster kann der SPIDER44 im per Software konfigurierten Umfang auch direkt bedient werden. Zusätzlich verfügt das Gerät über eine IR-Empfangsdiode für die Steuerung über eine IR-Fernbedienung.

Das SPIDERMIKE2 sieht zwar aus wie eine einfache Sprechstelle, hat aber im Prinzip die Leistungsmerkmale eines SPIDER 44, da es auf derselben DSP-Plattform basiert. Lediglich die Schnittstellenausstattung ist etwas unterschiedlich: Es gibt natürlich ein steckbares Schwanenhalsmikrofon sowie zusätzlich einen zweiten Mikrofon-/Line-Eingang sowie 19 frei konfigurierbare Tasten und ein 2-zeiliges Display für Textanzeigen und die Ausgabe von Fehlermeldungen. Der eingebaute Lautsprecher kann z.B. auch für Interkom-Zwecke eingesetzt werden.