

Übertragung von Audiosignalen über lange Distanzen mittels optischer Netze

Markus Koschier¹, Franz Graf², Erich Leitgeb¹, Gerhard Graber¹

¹ Technische Universität Graz, Institut für Breitbandkommunikation, 8010 Graz, Österreich,
Email: erich.leitgeb@tugraz.at, graber@tugraz.at

² JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, 8010 Graz, Österreich, Email: franz.graf@joanneum.at

Einleitung

In der Audiotechnik gibt es bereits eine Vielzahl an Standards und Möglichkeiten, Audiodaten digital zu übertragen. Diese sind aber zumeist auf geringe Distanzen (einige Meter) begrenzt.

Für die Anwendung zur Übertragung von Audiodaten in z.B. einem Tunnel ist es jedoch erforderlich, längere Strecken mit hoher Qualität zu überbrücken. Die schnellste Methode, Signale digital zu übertragen ist die optische Übertragungstechnik, welche elektrische Spannungssignale in optische Signale wandelt und diese über Lichtwellenleiter überträgt. Neben der hohen Geschwindigkeit zeichnet sich diese Übertragungstechnik durch eine hohe Bandbreite, geringe Dämpfung und Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen aus.

Im Zuge der Arbeiten wurde eine Recherche über die auf dem Markt erhältlichen Übertragungssysteme durchgeführt und verschiedene Realisierungsmöglichkeiten untersucht und analysiert. Da kein kommerzielles System die Anforderungen erfüllen konnte, wurde eigens ein neues System zur Übertragung von Audiodaten über optische Netze entwickelt, gebaut und getestet, das in der Lage ist, Audiodaten über mehrere Kilometer zu übertragen.

Kommerzielle Systeme zur Übertragung von digitalen Audiosignalen

Vor Beginn der Entwicklungsarbeiten wurde eine umfangreiche Recherche über die auf dem Markt befindlichen Systeme durchgeführt, um einerseits eventuell eine bereits passende Lösung zu finden oder andererseits Lösungsmöglichkeiten für die Eigenentwicklung zu finden.

Die Recherche hat ergeben, dass zwar einige Systeme zur Übertragung von Audiosignalen auf dem Markt kommerziell verfügbar sind, aber keines den Anforderungen für den Einsatz in einem Tunnel gerecht wurde. Die Ausscheidungskriterien waren:

- zu geringe Übertragungsdistanz
- qualitativ schlechte A/D-Wandler
- zu teuer (> €1.000,- / System)

Das Ergebnis der Recherche war, dass derzeit kein passendes System zur Übertragung von digitalen Audiodaten über lange Distanzen auf dem Markt verfügbar ist. Deshalb wurde ein System den Anforderungen entsprechend neu entwickelt.

Neu entwickeltes System

Die zentrale Frage im Entwicklungsprozess war jene des zu verwendenden Übertragungs-Standards. Neben den bekannten Audio-Standards S/PDIF, AES/EBU und ADAT wurden auch andere Netzwerkprotokolle, wie ATM, Ethernet, Token Ring und FDDI auf ihre Tauglichkeit zur Übertragung von Audiosignalen untersucht. Obwohl die bestehenden Audio-Standards zwar nicht zur Fernübertragung von digitalen Daten ausgelegt sind, erschien im Speziellen der Standard AES/EBU als der Geeignete zur Übertragung von Audiosignalen in optischen Netzen. Die Einschränkung der Übertragungsdistanz von einigen Metern bis max. 100m wurde durch ein entsprechendes Design des neuen Übertragungssystems aufgehoben. In Abbildung 1 ist das Blockschaltbild des neu entwickelten Systems dargestellt.

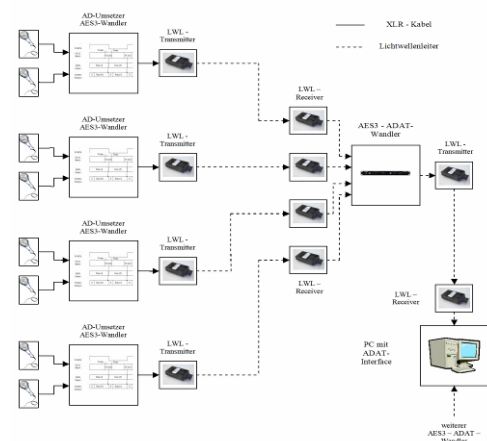


Abbildung 1: Blockschaltbild des neu entwickelten Systems [1]

Abbildung 2 zeigt schematisch die einzelnen Komponenten eines Kanalzugs der Neuentwicklung. Es werden je zwei Mikrofonssignale von einem Vorverstärker verstärkt und anschließend A/D gewandelt. Die nun in digitaler Form vorliegenden Signale werden von einem AES 3-Transmitter in ein elektrisches AES/EBU Signal umgesetzt und gelangen in dieser Form in den so genannten Transceiver. Transceiver sind elektro/optische Wandler, die sowohl einen Sender (=Transmitter) als auch einen Empfänger (= Receiver) beinhalten. Der Transceiver setzt das elektrische AES/EBU-Signal in ein optisches AES/EBU-Signal um.

Da für optische Netze viele Standards existieren, gibt es auch sehr viele unterschiedliche Transceiver-Typen. Diese unterscheiden sich nicht nur in der Übertragungsgeschwindigkeit, sondern auch im verwendeten Steckertyp, der Lichtwellenlänge, der verwendeten Lichtquelle, der ver-

wendbaren Lichtwellenleitertypen und damit auch in der maximalen Kabellänge.

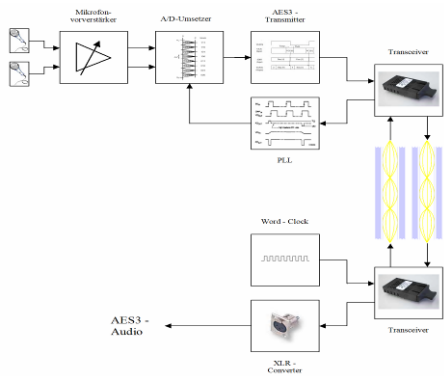


Abbildung 2: Blockschaltbild eines Kanalszugs des neu entwickelten Systems [1]

Transceiver sind noch recht teuer und da in der Übertragungstrecke keine hohen Datenraten erwartet werden, wurde die Wahl hauptsächlich auf Grund der Verfügbarkeit, der Lieferbarkeit kleiner Stückzahlen und des Preises getroffen und fiel auf den HFBR-5205 der Firma Agilent Technologies. Dieser Typ ist für Distanzen bis zu 2 km ausgelegt. Der Transceiver HFCT-5205 derselben Firma ist für Distanzen bis zu 15 km spezifiziert und ist pinkompatibel und dadurch problemlos austauschbar. Damit erreicht man maximale Flexibilität bei gleichzeitig günstigen Stückkosten.

Auf der Empfängerseite wird das übertragene optische AES/EBU-Signal durch einen so genannten XLR-Converter wieder in ein dem Audio-Standard entsprechendes elektrisches AES/EBU-Signal umgesetzt und kann im Anschluss weiteren Verarbeitungsschritten zugeführt werden. Jeweils vier auf optischem Weg übertragene AES/EBU-Signale (8 Kanäle) werden von einem Interface (Alesis AI4) anschließend in ein ADAT-Signal umgesetzt und zur weiteren Verarbeitung mit einem PC mit ADAT-kompatibler Soundkarte verbunden.

Im Rahmen der Arbeiten wurde der Schaltungsentwurf für die einzelnen Elektronik-Komponenten durchgeführt und danach jeweils Prototypen gebaut. Diese Prototypen wurden umfangreichen Tests unterzogen und Optimierungsmaßnahmen bzw. Schaltungsverbesserungen durchgeführt. Die Prototypen konnten alle Spezifikationen erfüllen und haben einwandfrei funktioniert.

Abbildung 3 zeigt den Prototyp der Platine mit dem aufgebauten A/D-Umsetzer, dem AES-Transmitter, der PLL und dem Transceiver.

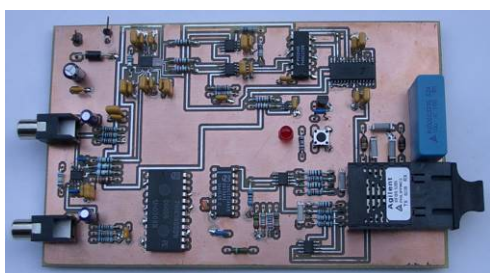


Abbildung 3: Prototyp der „senderseitigen“ Platine mit A/D-Umsetzer, Transmitter, PLL & Transceiver [1]

In Abbildung 4 ist der Prototyp der Platine für die Empfängerseite dargestellt. Auf der Platine sind ein Transceiver und der XLR-Converter zur Umsetzung der optischen Signale in elektrische Signale angeordnet. Abbildung 5 zeigt das Übertragungssystem, das für Tests auf kurze Distanz mit Lichtwellenleitern aufgebaut wurde.



Abbildung 4: Prototyp der Platine mit Transceiver und XLR-Converter auf der „Empfängerseite“ [1]



Abbildung 5: Auf „kurze“ Distanz aufgebautes Prototyp-Übertragungssystem

Zusammenfassung

Zur Übertragung von Audiodaten über lange Distanzen (z.B. in Tunnels) ist derzeit kein adäquates kommerzielles System auf dem Markt. Im Rahmen der Arbeiten wurde ein neues System entwickelt, das Mikrofonsignale vorverstärkt und in ein optisches AES/EBU-Signal umsetzt. Das Signal kann so über mehrere Kilometer via Lichtwellenleiter übertragen und anschließend wieder in ein elektrisches AES/EBU-Signal umgesetzt werden. Nach dem Schaltungsentwurf wurden Prototypen gebaut und diese umfangreichen Tests unterzogen.

Literatur

- [1] Koschier, M. "Aufbereitung von Audiosignalen zur Übertragung in optischen Netzen", Diplomarbeit, TU Graz, 2005
- [2] Strawn, J. "The Computer Music And Digital Audio Series – Digital Audio Engineering an Anthology", Verlag William Kaufmann, INC.
- [3] Reference to TFH-Berlin, „Digitale Audio – Schnittstellen“
URL: http://www.tfh-berlin.de/~cbradter/DAT/Material/CBradter_Interf.pdf