

Was ist G.703?

Dies ist keine technische Abhandlung, sondern eine Notiz, die Ihnen wertvolle grundsätzliche Informationen zum Verständnis der G.703/G.704 Schnittstelle geben soll.

G.703 ist eine Empfehlung der ITU-T (<http://www.itu.org>.) Sie beschreibt detailliert die physikalischen/elektrischen Eigenschaften von hierarchischen digitalen Schnittstellen.

G.702 definiert die hierarchischen Ebenen gemäß nachfolgender Tabelle:

Digitale Hierarchieebene	Hierarchische Bitraten (kbit/s) für Netzwerke mit digitaler Hierarchie (basierend auf den ersten Ebene) mit Bitraten von		
	1544kbit/s "T"	1544Kbit/s "J"	2048Kbit/s "E"
0	64		64
1	1 544	1 544	2 048
2	6 312	6 312	8 448
3	44 736	32 064	34 368
4	89 472	97 728	139 264
5	274 176	397 200	565 148
6			2 200 00

G.702 zeigt die empfohlene hierarchische Bitrate.

Für jede in obiger genannter Tabelle genannte Datenrate ist der G.703 Standard anwendbar.

Wenn der Begriff G.703 genannt wird, ist es daher immer wichtig auch die Geschwindigkeit zu spezifizieren: z.B. G.703 bei 2.048Kbit/s oder G.703 bei 34.368Kbit/s.

Die hierarchischen Ebenen finden Sie ebenfalls in der Tabelle. Ebenen, die auf 1.544kbit/s basieren, bezeichnet man als T1, T2, T3 ... oder J.1, J.2 usw. Ebenen, basierend auf 2.048Kbit/s als E.1, E.2, E.3 usw. Demzufolge ist E3 eine Schnittstelle mit einer Geschwindigkeit vom 34.386Kbit/s.

"E" bezeichnet die Europäischen hierarchischen Datenraten, "T" findet in Nordamerika Anwendung und "J" in Japan.

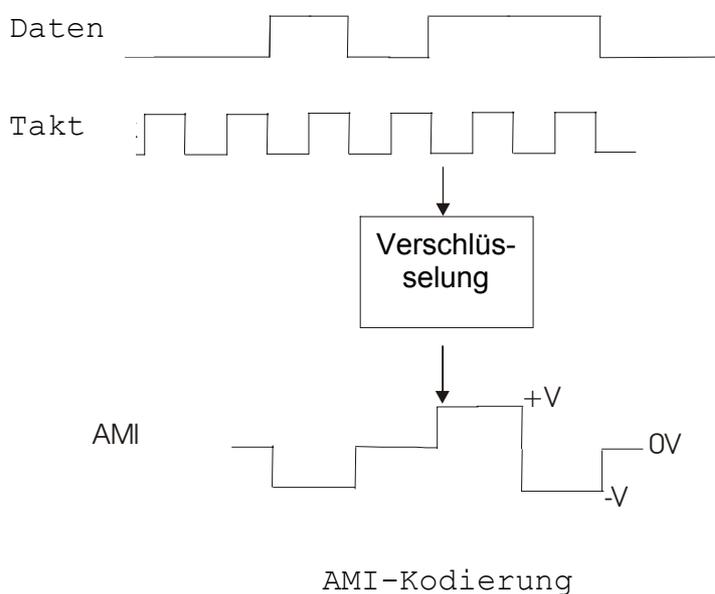
Bei der Hierarchie basierend auf einer Primärrate von 1.544Kbit/s werden immer einige Bits in den Rahmen für Qualitätskontrollen auf den digitalen Pfaden freigehalten. Für Netzwerke basierend auf der 2.048 kbit/s-Hierarchie gibt es im Prinzip keine Einschränkung für den Gebrauch der vollen Kapazität der digitalen Pfade.

Allgemein nennt man einen Datendienst, der alle verfügbaren Bits verwendet einen "clear channel".

Von besonderem Interesse wird für Sie die G.703/G.704-Schnittstelle mit 2.048Kbit/s sein, auch bekannt als E1. Physikalisch kann die E1-Schnittstelle entweder als unsymmetrisch (75 Ohm) mit zwei koaxialen (BNC) Steckern oder symmetrisch (120 Ohm) mit einem Twisted Pair (RJ-45) Stecker ausgeführt sein.

G.703 mit 2.048Kbit/s

Der G.703-Standard spezifiziert, welche Kodierung für die Übertragung verwendet werden muss. Die beiden wichtigsten Anforderungen an die Leitungskodierung sind die Sicherstellung ausreichender Zeitinhalte auf den Übertragungswegen, wenn 0 z.B. als keine Stromspannung dargestellt wird, dann wird eine lange Zeichenfolge von Nullen die Übertragung jeglicher Taktinformation verhindern. Zusätzlich verhindert die Leitungskodierung während der Übertragung der Codes jegliche DC Offset-Bildung auf der Leitung. Zum Beispiel: Würden wir die 1 als +Spannung kodieren und die 0 als keine Spannung, dann könnte jedes Muster aus Nullen und Einsen eine wandernde DC-Komponente im Signal beinhalten. Diesen Vorgang nennt man Grundlinienwanderung, die in Telekommunikationssystemen unerwünscht ist. Für den G.703-Standard bei 2.048Kbit/s hat man ein Kodierungssystem gewählt, das als HDB3 bekannt ist. HDB3 steht für High Density Bipolar mit einer Ordnung von 3. Eine digitale 0 wird übertragen als 0V (keine Stromspannung). Eine digitale 1 wird übertragen als eine abwechselnd positive Stromspannung (+V) dann negative Stromspannung (-V). Diese Art der Kodierung nennt man AMI (Alternate Mark Inversion)



HDB3 ist eine Variation des AMI-Kodes. Bei der AMI-Kodierung führt eine lange Zeichenfolge von Nullen zu keiner Übertragung auf der Leitung und somit gibt es keine Zeitinformationen. Bei der HDB3 Kodierung wird bei Zeichenfolgen von mehr als 3 Nullen jede vierte Null durch eine Eins in „verbotener“ Richtung (d.h. dieselbe Richtung wie die vorhergehende Eins) ersetzt.

Diese Schnittstelle wird entweder auf einem symmetrischen Aderpaar oder einem Koaxialpaar realisiert.

Was ist G.703?

1 G.704 Rahmenstruktur

Der G.704 Standard beschreibt die Rahmenstruktur von primären und sekundären Hierarchieebenen.

Ein nach PCM (Pulse-Code-Modulation) kodierter Sprachkanal benötigt eine Datenrate von 64kbit/s. Bei einer PCM-Digitalisierung werden die Töne (typisch 3,4 kHz) mit 8 kHz abgetastet, die einzelnen Werte dann mit 8 Bit digital aufgelöst. Da $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$ entspricht, ergibt sich für die digitale Sprache eine Bandbreite von $8000 \text{ Hz} \times 8 \text{ Bit}$ oder $8000 \text{ 1/s} \times 8 \text{ Bit} = 64.000 \text{ bits/s}$. Diese 64kbit/s-Verbindungen gelten als der Standard in der Datenkommunikation.

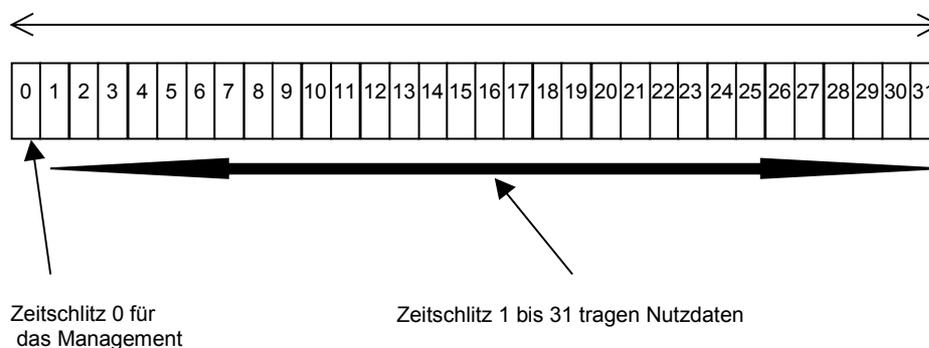
Die 2,048Mbit/s-Schnittstelle unterstützt 31 Sprachkanäle mit 64kbit/s bei einer seriellen Übertragung im Zeitmultiplexverfahren über eine einzige digitale Verbindung. Über 64kbits können sowohl Daten als auch Sprache in verlustfreier guter Qualität übertragen werden.

Jede dieser individuellen 64kbit/s Einheiten bezeichnet man als Zeitschlitz. Auf einer 2,048Mbit/s-Leitung gibt es faktisch 32 Zeitschlitze. Zeitschlitz 0 trägt aber keine Nutzdaten, sondern Zusatzdaten zur Fehlerüberwachung und Synchronisation des Multiplexrahmens (64kbit/s Vielfachen).

Die Unterteilung einer 2 Mbit/s-Leitung nennt man Rahmung. Jeder Rahmen enthält 256 Bits. Diese bestehen aus 8 Bits für Zusatzinformationen und $8 \times 31 = 248$ Bits von Nutzdaten.

Jeder Rahmen hat 256 Bits und eine Dauer von 125μ Sekunden

1 Rahmen dauert 125μ Sek.
Rahmen-Wiederholrate = 8KHz
Frame repetition rate = 8KHz



G.704 2,048 Mbit/s Rahmenstruktur

Die Zusatzdaten werden für die Synchronisation der digitalen Leitung benötigt, um sicherzustellen, dass die Endgeräte an jedem Leitungsende Daten im richtigen Zeitschlitz senden und empfangen können. Diesem Zweck dient Zeitschlitz 0. Den Beginn von Zeitschlitz 0 markiert ein Rahmingleichlauf-Muster auf wechselnden Zeitschlitz 0-Plätzen. Das Rahmenkennungswort ist ein 7 Bit-Muster mit X0011011. X als erstes Bit ist das erste Bit des Zeitschlitzes 0. Ist das Muster erkannt, wird erwartet, dass es NICHT im nächsten Rahmen auftaucht. Dieses Wort nennt man auch NICHT-Rahmenkennungswort. Überprüft wird es anhand Bit 2 im Zeitschlitz 0. Im Rahmenkennungswort ist Bit 2 immer 0 (X0011011). Im Nicht-Rahmenkennungswort ist Bit 2 immer 1. Auf diese Weise stellt man sicher, dass Zufallsdaten nicht versehentlich für das Rahmenkennungswort gehalten werden.

2 Rahmen Synchronisation

Eine Synchronisation des Rahmens wird gebraucht, um ein Rahmenkennungswort, ein Nicht-Rahmenkennungswort und ein Rahmenkennungswort aufeinanderfolgen zu lassen.

Über die Dauer von Zeitschlitz 0 wird ein Rahmensynchronisationsimpuls generiert. Die Rahmensynchronisation wird als verloren angesehen, wenn entweder drei aufeinanderfolgende Rahmenkennungswörter oder 3 aufeinanderfolgende Nicht-Rahmenkennungswörter fehlerhaft sind. Gelegentliche Fehler, die im Zeitschlitz 0 empfangen werden, führen so zu keiner Re-Synchronisation.

Nur Bit 1 bis 8 jedes Rahmens (Zeitschlitz 0) sind als G.704 spezifiziert.

Die folgende Tabelle zeigt wie Zeitschlitz 0 zugeteilt wird.

Bit Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Wechselnde Rahmen								
Rahmenkennungswort	S_i	0	0	1	1	0	1	1
	Notiz 1	Rahmengleichlaufmuster						
NICHT Rahmenkennungswort	S_x	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}
	Notiz 5	Notiz 2	Notiz 3	Notiz 4				

- Notiz 1 S_i ist reserviert für eine CRC 4 Fehlerprüfeinrichtung.
- Notiz 2 Dieses Bit muss 0 sein für das Rahmenkennungswort und 1 für das Nicht-Rahmenkennungswort.
- Notiz 3 Dieses Bit ist eine 0, wenn das System funktioniert, oder 1 bei einer Alarmmeldung.
- Notiz 4 Diese Bits können für eine Signalisierung entsprechend G.761 verwendet werden.
- Notiz 5 Dieses Bit dient der Signalisierung von Mehrfachrahmen-Gleichläufen.

3 Mehrfachrahmen Struktur

Ein Mehrfachrahmen besteht aus 16 Rahmen. Das Synchronisationsmuster für einen Mehrfachrahmen wird in Bit 1 des Nicht-Rahmenkennungswortes signalisiert. Das Mehrfachrahmen Gleichlaufmuster ist in eine Bitfolge der Form 001011.

	Sub-Mehrfachrahmen (SMR)	Rahmen Nummer	Bit 1 bis 8 der Rahmung							
			1	2	3	4	5	6	7	8
M E H R F A C H R A H M E N	I	0	0	0	0	1	1	0	1	1
		1	C ₁	1	A	Sa ₄	Sa ₅	Sa ₆	Sa ₇	Sa ₈
		2	0	0	0	1	1	0	1	1
		3	C ₂	1	A	Sa ₄	Sa ₅	Sa ₆	Sa ₇	Sa ₈
		4	1	0	0	1	1	0	1	1
		5	C ₃	1	A	Sa ₄	Sa ₅	Sa ₆	Sa ₇	Sa ₈
		6	0	0	0	1	1	0	1	1
		7	C ₄	1	A	Sa ₄	Sa ₅	Sa ₆	Sa ₇	Sa ₈
	II	8	C ₁	0	0	1	1	0	1	1
		9	1	1	A	Sa ₄	Sa ₅	Sa ₆	Sa ₇	Sa ₈
		10	C ₂	0	0	1	1	0	1	1
		11	1	1	A	Sa ₄	Sa ₅	Sa ₆	Sa ₇	Sa ₈
		12	C ₃	0	0	1	1	0	1	1
		13	E	1	A	Sa ₄	Sa ₅	Sa ₆	Sa ₇	Sa ₈
		14	C ₄	0	0	1	1	0	1	1
		15	E	1	A	Sa ₄	Sa ₅	Sa ₆	Sa ₇	Sa ₈

4 Zyklische Redundanzprüfung (CRC)

Diese Methode erlaubt eine Fehlerüberwachung. Die Idee hinter der zyklischen Redundanzprüfung ist die folgende:

CRC kann man als eine Variante der einfachen Mathematik erklären:

Im Bereich der Natürlichen Zahlen (Positive ganze Zahlen ohne Kommawerte) werden Dividieren/Teilen Kommawerte als Rest ausgedrückt z.B.: $123 / 4 = 30$ mit einem Rest von 3.

Bei der CRC werden nun anhand dieser Restwerte die Richtigkeit der vorangegangenen Bits überprüft. Reserviert man 4 Bits für die CRC wird nach obigen Beispiel der Wert $123-3$ übertragen. Dadurch können alle Fehler, die nicht eine Veränderung von 4 als Folge haben, erkannt werden: $122-3$ ist bei einem Teiler von 4 unmöglich ($122/4 = 120$ Rest 2 = $122-2$). $119-3$ kann bei einem Teiler von 4 wiederum korrekt sein und wird dementsprechend nicht als falsch erkannt.

Das heißt je mehr Platz (Bits) der CRC zugestanden werden, desto zuverlässiger ist die Fehlererkennung. Im allgemeinen kann man sagen, wenn der Teiler gut gewählt ist, dann kann bei einem CRC von n-Bits jeder Fehler bis n Bits erkannt werden.

Technisch wird CRC wie folgt ausgeführt:

Jeder Sub-Mehrfachrahmen ist getaktet durch ein 4-stufiges Schieberegister mit „speziellen“ Rückmeldungsabgriffen. Die vier Ausgänge des Schieberegisters sitzen dort, wo letztendlich das CRC Wort produziert wird. Das Schieberegister ist anfangs mit 4 Nullen auf ihren Ausgängen geladen. Alle 2048 Bits des Sub-Mehrfachrahmens werden durch das Schieberegister getaktet indem die C_x Bits als 0 gesetzt werden. Wenn 2048 Taktimpulse abgelaufen sind und alle Sub-Mehrfachrahmendaten getaktet wurden, ist das Vier-Bit Wort auf

den Ausgängen des Schieberegisters die zyklische Redundanzprüfung (CRC) für diesen Mehrfachrahmen. Diese vier Bits werden in Positionen C_x auf dem nächsten Sub-Mehrfachrahmen nach der CRC-Kalkulation eingesetzt.

Daraus folgt: Die zyklische Redundanzprüfung (CRC) für den Sub-Mehrfachrahmen N, wird tatsächlich erst auf dem Sub-Mehrfachrahmen N+1 übertragen.

5 E Bits

Wenn Fehler bemerkt werden, werden die E-Bits des Übertragungsrahmens auf den nächsten verfügbaren Rahmen gesetzt. Werden 915 von 1000 CRC-Blöcken fehlerhaft empfangen, dann wird angenommen, dass ein Fehlgleichlauf vorliegt und die Re-Synchronisation wird eingeleitet.

6 A Bits

Diese Bits werden im Übertragungsrahmen gesetzt, wenn kein Rahmengleichlaufmuster gefunden wird.

7 10 häufige Fragestellungen zum Thema G.703/E17E3 10 einfache Lösungsvorschläge von BLACK BOX

1. Ich suche eine Lösung zur Impedanzanpassung meiner Geräte mit einer unsymmetrischen Koaxialschnittstelle an eine symmetrische Twisted Pair-G.703/G.704 Schnittstelle?
Die BLACK BOX Lösung - der [MT242](#)
2. Ich möchte meine Endgeräte mit einer X.21-Schnittstelle über eine E1-Leitung verbinden. Welche Möglichkeiten gibt es bei einer benötigten Geschwindigkeit von 2.048kbit/s? ProduktInfos zum [MEG270AE](#)
n x 64kbit/s? ProduktInfos zum [MTU200-n64M](#)
n x 64kbit/s mit Management? ProduktInfos zum [MEG272AE](#)
kombiniert als Kartenversion im Rack? ProduktInfos zum [RMU200](#)
3. Gibt es eine Lösung mit der ich meine 2Mbit/s-Daten bis zu 14 Kilometer weit über ein einziges Kupferpaar übertragen kann ?
ProduktInfos zum [MDU9658-R2](#)
4. Wie kann ich den Betriebsbereich meiner G.703-Geräte erweitern?
Gibt es auch eine Lösung für den Aussenbereich?
ProduktInfos zum [MT312A](#) , [MT314A](#)
5. In unserem Gebäude haben wir einen E1-Hausanschluss und eine Glasfaserverkabelung installiert. Um zu sparen, suchen wir nach einer Lösung mit der wir die vorhandene Verkabelung für die Anbindung der, über mehrere Kilometer entfernten, Datenkommunikationsgeräte an den E1-Hausanschluss nutzen können.
ProduktInfos zum [MT651AE-ST bis MT650C](#)

Ist das auch für E3-Verbindungen mit einer Geschwindigkeit von 34,368 Mbit/s möglich?
ProduktInfos zum [MT620AE-FC](#)

6. Wir suchen eine kleine, aber doch flexible Lösung mit der wir unsere Mietleitungen kostensparend für unsere Anwendungen einsetzen können.
ProduktInfos zum [MXG1702AE](#)

7. Wie kann ich meine E1-Übertragungstrecken kostensparend für Sprach- und Datenverkehr nutzen?
ProduktInfos zum [MXU9940](#)

Welche Unterstützung bietet BLACK BOX bei unseren ROI-Kalkulationen?
Bitte rufen Sie unseren FREE TECH SUPPORT unter 0811/5541-110 an.

8. Gibt es eine einfachere und günstige Alternative zu hochpreisigen SDH-Multiplexern?
ProduktInfos zum [MXG1600AE](#)

9. 2Mbit/s sind nicht genug. Wie erhalte ich mehr Bandbreite auf meiner E1-Leitung?
ProduktInfos zum [MTU3802](#)

10. Wie kann ich den Datenverkehr meines HSSI-Routers, -Hostcomputers und Kanal-extendern auf einer E3-Leitung bündeln?
ProduktInfos zum [MTU3100x](#)