

# ARINC 818

## Konvertierung von analogem Video mittels ARINC 818

*Ein Whitepaper von Paul Grunwald*



*Great River  
Technology*

[www.greatrivertech.com](http://www.greatrivertech.com)

Konvertierung von analogem Video mittels ARINC 818

Originaltitel: Analog Video to ARINC 818

*Ein Whitepaper von Paul Grunwald*

Great River Technology, 4910 Alameda Blvd NE, Albuquerque NM USA 87113

*Vorgetragen auf der SPIE DSS, Baltimore, 20. bis 24. April 2015*

## **Kurzbeschreibung**

Viele zivile/kommerzielle und militärische Luftfahrzeuge verwenden noch immer eine analoge Videoübertragung, beispielsweise nach RS-170, RS-343 oder STANAG 3350. Obgleich die Kosten einzelner digitaler Komponenten gering sein mögen, können die Kosten der erneuten Zertifizierung und Nachrüstung einer gesamten Luftfahrzeugflotte unerschwinglich hoch sein. Eine Vorgehensweise der teilweisen oder schrittweisen Aufrüstung, bei welcher analoge Kameras weiterhin verwendet, Daten aber konvertiert und digital verarbeitet werden, kann eine attraktive Alternative darstellen. Dieses Whitepaper beschreibt die Erfahrungen, die Great River Technology bei der Konvertierung mehrere Kanäle nach RS-170, der Anwendung eines Multiplexverfahrens und der Einspeisung dieses Signals in einen einzigen Lichtwellenleiter bzw. ein einziges Lichtwellenleiterkabel über einen Konzentrador gemacht hat. Dieses Whitepaper behandelt auch alternative Architekturen und wie ARINC 818 im Zusammenhang mit Legacy-System verwendet werden kann.

## **1. EINLEITUNG**

Viele zivile/kommerzielle und militärische Luftfahrzeuge verwenden noch immer eine analoge Videoübertragung, beispielsweise nach RS-170, RS-343 oder STANAG 3350. Obgleich die Kosten einzelner digitaler Komponenten gering sein mögen, können die Kosten der erneuten Zertifizierung und Nachrüstung einer gesamten älteren Luftfahrzeugflotte unerschwinglich hoch sein. Kostenfaktoren sind hierbei die körperliche Arbeit der Herstellung und des Ersetzens der alten bzw. die Installation der neuen Kabel und Leitungen im Luftfahrzeug. Zertifizierungen und behördliche Genehmigungen können ebenfalls Kosten verursachen und sehr zeitraubend sein. Eine Möglichkeit, zumindest einige dieser Kostenfaktoren zu vermeiden, ist ein Vorgehen im Rahmen eines Hybrid-Systems, bei welchem manche der bestehenden Komponenten, wie Anzeigen, Kameras oder die Verdrahtung, weiterverwendet, aber mit einem modernen Protokoll, wie ARINC 818, verknüpft werden.

Im Jahre 2005 empfand man bei Airbus und Boeing den Bedarf, die Entwicklungsmöglichkeiten der Programme Boeing 787 und Airbus A400M weiter zu ergänzen und eine Standardisierungsanfrage wurde durch das Digital Video Subcommittee der ARINC eingeleitet. Hauptgrund für diese Standardisierung war die Konsolidierung vieler proprietärer Standards, die in der Lieferkette für Komponenten der Avionik bestanden. Beispielsweise hatten Hersteller von Anzeigeeinrichtungen wie Honeywell, Rockwell Collins und Thales jeweils eigene Protokolle für ihre spezifischen Produkte. Die Spezifikation von ARINC 818 wurde im Januar 2007 mit Beteiligung einer großen Anzahl an Zulieferern und Herstellern in der Luft- und Raumfahrtindustrie ratifiziert. Die zweite Überarbeitung (Revision 2) der Spezifikation zur Ergänzung von Funktionen und Fertigkeiten wurde im Dezember 2015 ratifiziert.

Dieses Whitepaper behandelt drei Hauptthemen: (1) Erfahrungen, die bei der Konvertierung zwischen analogen Videodaten (RS-170) und ARINC 818 gemacht wurden, (2) Verfahren zur Übertragung mehrerer Videodatenströme über ARINC 818 und (3) Einsatz von CoaXPress in einer Legacy-Anwendung.

## **2. ANALOGE VIDEOAUFNAHMEN**

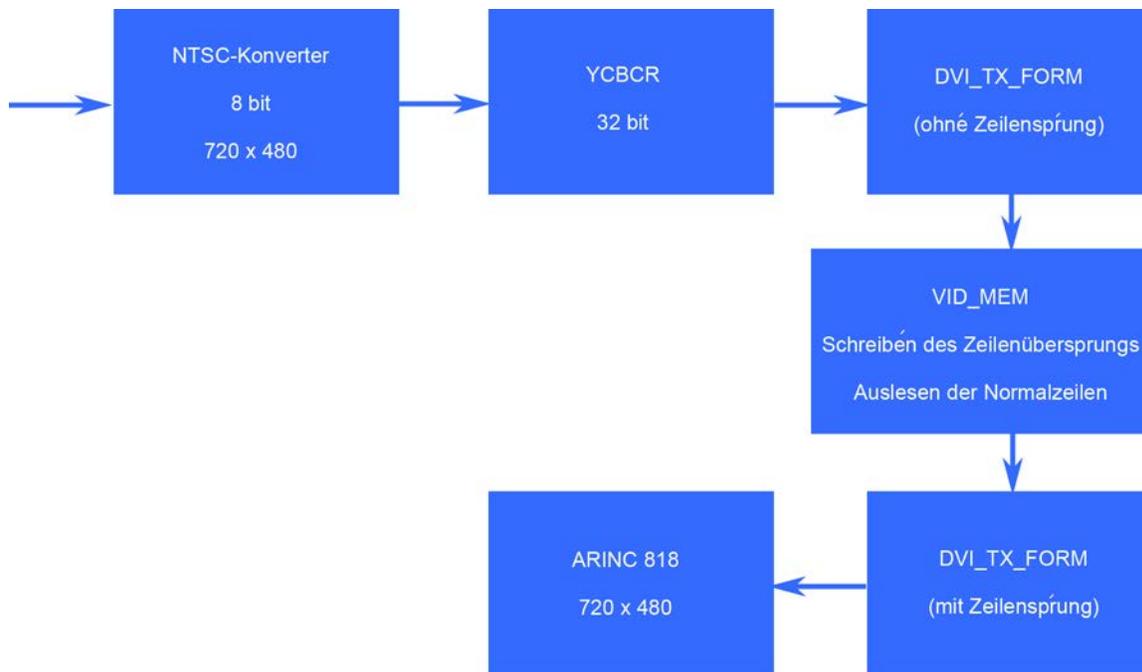
In der Avionik werden derzeit mehrere verschiedene Protokolle der analogen Videoübertragung eingesetzt. In den Vereinigten Staaten von Amerika sind RS-170 und RS-343 am gebräuchlichsten. In Europa findet hingegen STANAG 3350 oftmals Anwendung. Wir werden uns hier auf eine Umsetzung mit RS-170 konzentrieren, da dieses Protokoll das international wahrscheinlich gebräuchlichste ist. RS-170 ist sehr eng mit dem NTSC-Standard

verwandt. NTSC war der nordamerikanische Fernsehübertragungsstandard, der im Jahre 1953 eingeführt wurde. Mit dem Umstieg auf das Farbfernsehen wurde daraus RS-170A. Der Großteil der analogen Fernsehübertragungen fand im Jahre 2009 mit dem Wechsel auf das Digitalfernsehen ein Ende.

**Tabelle 1. Protokolle der analogen Videoübertragung**

	<i>Gesamtheit der Zeilen</i>	<i>Aktive Zeilen</i>	<i>Felder pro Sekunde</i>	<i>Bilder pro Sekunde</i>	<i>Kommentar</i>
NTSC EIA RS-170	525	480	60 i	30	
NTSC Color (farbig) RS-170A	525	480	60 i	30 + NTSC Color (farbig)	
PAL			50i	25 + PAL Color (farbig)	
PAL Non-Interlaced (ohne Zeilensprung)	312			50	
SECAM	625		50 i	25 + SECAM Color (farbig)	
RS-343	875 (bis zu 1023)		60		
STANAG 3350 Class A (Klasse A)	625		60		ähnlich RS-343
STANAG 3350 Class B (Klasse B)	625		50		ähnlich PAL
STANAG 3350 Class C (Klasse C)	525		60		ähnlich NTSC RS-170A

Es gibt viele unterschiedliche Umsetzungen von RS-170 und die Unterschiede zwischen diesen sind manchmal eher subtil. Für die Zwecke unseres Beispiels suchen wir uns eine möglichst generische Umsetzung. Ursprünglich wurden bei RS-170 29,97 Vollbilder pro Sekunde übertragen. Jedes Bild verfügte dabei über 262,5 Bildzeilen und somit 525 insgesamt. 483 Zeilen waren dabei sichtbar. Die nicht sichtbaren Zeilen dienten der Austastlücke, damit bei Kathodenstrahlröhrenbildschirmen der Strahl zum Beginn des Bildes zurückkehren konnte. Die meisten modernen Umsetzungen von RS-170 verfahren ohne Zeilensprung („non-interlaced“).



**Bild 1. NTSC-Video in 60 Hz.**

Bei unserem Beispiel empfangen wir eine farbige NTSC-Videoübertragung bei einer Frequenz von 60 Hz. Ein Video-Decoder für analoge Geräte ADV7180BCPZ 10-Bit, mit 4x Überabtastung („Oversampling“) und SDTV-Format wird zur Digitalisierung des Videos auf 720x480-Format mit YCbCr-Farbmodell verwendet. Der Konverter sucht für eingebettete V-Sync- und H-Sync-Daten zur Aktivierung. Die Daten werden verzögert und nur für jede 4. Instanz des 8-Bit-Dateneingangs aktiviert, um ein 32-Bit-YCBCR-Signal zu erzeugen. Es wird dann nach Zeilen gesucht, welche Zusatzdaten entsprechen, und diese werden dann entfernt. Ebenfalls wird nach der letzten Zeile aktiver Daten ein V-Sync erzeugt. Diese Daten werden dann in einen Bildpuffer geladen, wo sie dann so abgespeichert werden als wären diese von einem moderneren DVI-Puffer mit Zeilensprung erhalten worden. Dies ist erfolgt, um eine Kompatibilität mit dem bestehenden GRT-FPGA-Kern nach ARINC 818 herzustellen.

### 3. ERWÄGUNGEN ZUR AUSLEGUNG

Die aufgenommene Videoauflösung ist standardmäßig 4:3, aber jede Videozeile könnte auf eine höhere oder niedrigere Auflösung abgetastet werden (d. h. 640 x 480). PAL-Daten werden beispielsweise üblicherweise bei 768 x 573 abgetastet. Die Spezifikation NTSC1 ermöglicht Zusatzdaten in den Austastlücken und diese Daten könnten aufgenommen und den Zusatzdaten nach ARINC 818 zugeführt werden. Dabei könnte es sich um Daten handeln wie beispielsweise Teletext, Zeit, Positionen oder Kameraeinstellungen. Auch Untertitel ließen sich so aufnehmen. Die Farbtiefe des digitalisierten Videos ist ebenfalls optional. Diese könnte im YcBcR-Format verbleiben oder in 8-Bit, 16-Bit oder 24-Bit umgewandelt werden, abhängig davon, welche Bildtreue erforderlich und wie hoch die verfügbare Bandbreite im System ist.

Im obigen Beispiel wurden die Daten ohne Zeilensprung aufgenommen und im Objekt 2 nach ARINC 818 platziert (progressive Abtastung oder „progressive scan“). Eine Aufnahme der Videodatenströme mit Zeilensprung bei Einsatz der Container des Objekts 2 und 3 nach ARINC 818 wäre ebenfalls denkbar. NTSC überträgt auch Audiodaten, sodass diese auch aufgenommen und in einem Container des Objekts 1 nach ARINC 818 platziert werden könnten.

Im obigen Beispiel wird das gesamte Videobild in einen Video-Pufferspeicher geladen. Bei einer einsatzkritischen oder sicherheitskritischen Anwendung oder wenn die Anwendung eine Latenz in Höhe eines vollständigen Bildes

nicht toleriert, kann der Einsatz eines FIFO-Puffers zweckdienlich sein, welcher nur eine einzige Videozeile puffern würde. Diese Erwägungen in Bezug auf die Architektur müssen sowohl auf Systemebene als auch in Bezug auf Punkte wie die Zertifizierung nach DO-254 oder Ausstellung einer TSO gemacht werden.

#### 4. ANALOGE AUSGABE

In Bezug auf die Ausgabe werden die Daten aus dem Pufferspeicher nach ARINC 818 entnommen und in den YcBcR-Farbraum konvertiert. Dann werden die Videodaten in der umgekehrten Reihenfolge wie die obige Aufnahme an einen analogen Ausgabe-Chip übergeben. In unserem Beispiel wurden keine zusätzlichen Daten aufgenommen, die keine Bilder sind. Wenn diese aber existiert hätten, dann wären auch diese zusammen mit den Videodaten zur Einbindung in den Videodatenstrom in den Chip geladen worden.

Das kritischste Kriterium in Bezug auf Auslegung und Umsetzung ist es sicherzustellen, dass der ausgegebene Videodatenstrom mit der Anzeigeeinrichtung kompatibel ist. Üblicherweise schließt dies horizontale und vertikale Austastlücken und auch die Zeitsteuerung der Zeilen und Abtastung mit ein. Bei vielen Umsetzungen wäre hierzu lediglich die Einrichtung des DA-Chips erforderlich, oftmals sind aber auch physische Erwägungen von Relevanz, beispielsweise Ausgangspegel, Kabel- und Leitungsverluste usw.

#### 5. ARINC 818 und Multiplexverfahren

Ein weiterer Vorteil der Digitalisierung analoger Signale wie RS-170 ist die Bandbreite. Viele Legacy-Systeme werden durch eine einzige Quelle oder eine einzige Anzeige pro eingesetztem Kabel eingeschränkt. Durch die Digitalisierung und den Einsatz von Multiplexverfahren können Videodatenströme oder selbst Datenströme von Legacy-Systemen mit einem Legacy-Koaxialkabel oder einem einzigen Lichtwellenleiter übertragen werden.

***Tabelle 2. Datenübertragungsraten***

720x480 @ 60 Hz RGB 8:8:8 (24 bit)	0,622 Gb/s (kein Mehraufwand)
	0,684 Gb/s (mit Mehraufwand)
72 x 480 @ 60 Hz YCbCr (16 bit)	0,414 Gb/s (kein Mehraufwand)
	0,456 Gb/s (mit Mehraufwand)

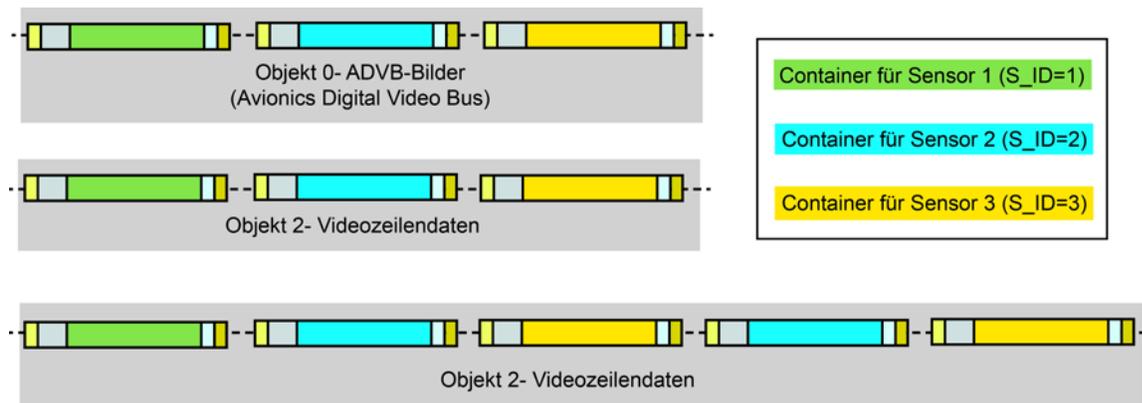
Viele Umsetzungen von ARINC 818 laufen mit 3,1875 Gb/s oder 4,25 Gb/s sowie in der Regel Standard-Hardwaresystemen und Lichtwellenleitern, wie wir sie auch in Rechenzentren finden würden. ARINC 818-1 unterstützt die folgenden Geschwindigkeiten (Gb/s):

- 1,0625 (FC 1x Rate)
- 1,5
- 1,62
- 2,125 (FC 2x Rate)
- 2,5
- 3,1875 (FC 3x Rate)
- 4,25 (FC 4x Rate)
- 8,5 (FC 8x Rate)

Mit dem Nachtrag 2 (Supplement 2) des Standards wurde die Liste um die folgenden Übertragungsraten ergänzt:

- 1,0625 (FC 1x Rate)
- 1,5
- 1,62
- 2,125 (FC 2x Rate)
- 2,5
- 3,1875 (FC 3x Rate)
- 4,25 (FC 4x Rate)
- 5,0
- 6,375 (FC 6x Rate)
- 8,5 (FC 8x Rate)
- 12,75 (FC 12x Rate)
- 14,025 (FC 16x Rate)
- 21,0375 (FC 24x Rate)
- 28,05 (FC 32x Rate)

Dabei ist es möglich, dutzende Kanäle auf einer einzelnen Verbindung zu unterstützen. Mit ARINC 818 erfolgt dies einfach über einen Time Division Multiple Access (TDMA). Jeder Videodatenstrom erhält dabei seinen eigenen Slot und durch Einsatz einer Quellen-ID (S\_ID) im Header nach ARINC 818 kann jeder Container eindeutig bestimmt werden.



*Bild 2. Identifikation des Containers.*

ARINC 818-2 unterstützt auch ein Umschalten und wenn sowohl Quellen-ID (S\_ID) und Ziel-ID (D\_ID) vorhanden sind, können unterschiedliche Videodaten- oder Datenströme über einen intelligenten Schalter oder Konzentrator/Demultiplexer geleitet werden. Wie bei den meisten Umsetzungen von ARINC 818 haben der Systemarchitekt und die Konstrukteure ein großes Maß an Freiheit, wenn es darum geht, die Einzelheiten der Umsetzung im ICD festzulegen.

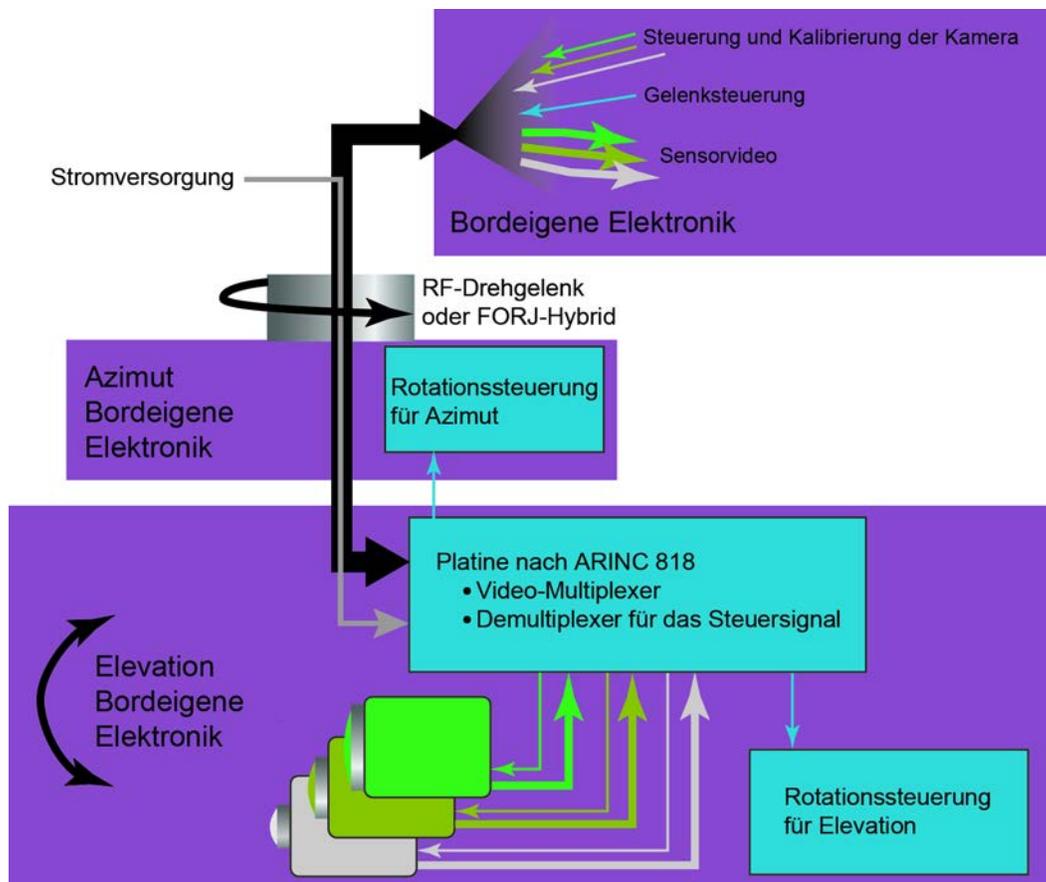
## 6. Legacy-Anwendungen

Viele Legacy-Umsetzungen sind mit 75-Ohm-Koaxialkabeln verdrahtet, deren Umrüstung in Lichtwellenleiterkabel entweder praxisfern oder unerschwinglich teuer wäre. CoaXPress ist ein Standard für die Hochgeschwindigkeitsübertragung von Videodaten über Koaxialkabel, das für die Bildverarbeitungsindustrie entwickelt wurde. CoaXPress wurde ursprünglich durch Adimec, Active Silicon und Components Express mit Chiptechnologie von EqcoLogic entwickelt. Der Standard wurde im März 2009 ratifiziert.

Die physische Schicht weist für Anwendungen der Luftfahrt, Raumfahrt und Verteidigung wünschenswerte Eigenschaften auf: sie erlaubt eine Kommunikation mit bis zu 6 Gb/s (12,5 Gb/s geplant), einschließlich eines Rückkanals mit 21 Mb/s, was eine bidirektionale Kommunikation ermöglicht, und liefert eine Leistung von bis zu 13 W — all dies lediglich über eine einzige Koaxialverbindung. Weil es sich um eine Kupferschnittstelle handelt, sind diese Leitungen auch gut für Drehkupplungen und Gleitkränze/Schleifringe geeignet, welche für Lichtwellenleiter problematisch sein können.

Der CoaXPress-Standard definiert sowohl eine physische Schicht als auch eine Protokoll-Schicht. Das CoaXPress-Videoprotokoll wurde für die Bildverarbeitungsindustrie optimiert und behandelt die spezifischen Anforderungen von Videosystemen an Bord von Luftfahrzeugen folglich nicht. Im Gegensatz dazu konzentrierten sich die Entwickler von ARINC 818 nicht nur auf die einzigartigen Anforderungen von Videosystemen an Bord von Luftfahrzeugen, sondern berücksichtigten auch die Anforderungen in Bezug auf die Lufttüchtigkeitsstandards der zivilen Luftfahrt. Bei vielen Systemen müssen Umsetzungen von ARINC 818 jede mögliche Verschlechterung der Verbindung erkennen, welche die Flugsicherheit beeinträchtigen könnte. Aus Sicht des Standards ist die physische Schicht bei ARINC 818 nicht auf eine spezielle Umsetzung festgelegt, so bestehen heute sowohl Umsetzungen mit Lichtwellenleitern als auch Kupferleitungen.

Das Protokoll ARINC 818 erlaubt aufgrund seiner paketbasierenden Natur eine zeitgesteuerte Multiplexierung von Videodatenströmen (und/oder Steuerkanälen) mit nur einer einzigen Verbindung. Dieser Umstand zusammen mit der Möglichkeit des ARINC 818 Express-Konzepts auch eine Befehlsübermittlung/Steuerung von Kameras im Rückkanal und eine Stromversorgung im selben Kabel zu leisten, könnte zu einer besseren Verkabelungslösung für Turmanwendungen mit mehreren Sensoren an Bord von Luftfahrzeugen führen.



**Bild 3. Beispielanwendung von A818 Express.**

Bei Luftfahrzeugen werden mittlerweile für viele ISR-Anwendungen („Intelligence, Surveillance and Reconnaissance“) sowie für EVS-Anwendungen („Enhanced Vision Systems“) Türme verwendet. In Fällen, in denen mehrere Kameras in einem einzigen Turm untergebracht sind und jedes Kamera über ein Videokabel, ein Steuerkabel und ein Stromkabel verfügen muss, kann die Auslegung der Freiheitsgrade in Bezug auf Azimut und Elevation äußerst komplex werden.

Dies zeigt wie das ARINC 818 Express-Konzept zusammen mit multiplexierten und zeitgesteuerten Video- und Steuerübertragungen zur Reduzierung der Verkabelungskomplexität, der Kosten (durch Reduzierung der Kabelmengen, die den Gleitkranz/Schleifring passieren müssen) und des Gewichts eingesetzt werden könnte. Durch Reduzierung der Kabelbiegungen könnte diese Herangehensweise auch die Zuverlässigkeit des Systems erhöhen.

Aus Sicht der Zuverlässigkeit wäre diese Herangehensweise auch vorteilhaft, weil die Verkabelung für die Videodaten, Steuerdaten und Stromversorgung, die von jeder Kamera benötigt wird, sehr kurz gehalten werden könnte und in Bezug auf die Elevationsebene so ausgelegt werden könnte, dass keine oder so gut wie keine Biegung der Kabel eintreten würde.

## **FAZIT**

ARINC 818 ist ein modernes Protokoll zur Übertragung von Daten- und Videoströmen, das ebenfalls bei Legacy-Systemen eingesetzt werden kann. Hybrid-Auslegungen, die moderne Komponenten und Legacy-Komponenten vereinen, lassen sich betriebsicher in heutigen Luftfahrtplattformen umsetzen. Die Mischung älterer analoger Komponenten und Verkabelungen kann Kosteneinsparungen bedeuten, während die Avionik dennoch auf den aktuellen Stand der Technik aufgerüstet wird.

---

1 <https://en.wikipedia.org/wiki/RS-170>.