

## CoaXPress 2.0 – Der Standard in der industriellen Bildverarbeitung für anspruchsvolle Applikationen

CoaXPress (CXP) hat sich in den letzten Jahren zu einem neuen Standard in der industriellen Bildverarbeitung entwickelt. Die CXP-Schnittstelle ist vor allem dort interessant, wo hohe Datenraten und eine niedrige Latenzzeit benötigt werden. Nachdem ältere CXP-Versionen seit ca. 10 Jahren in verschiedenen anspruchsvollen Applikationen zum Einsatz kommen, wird nun demnächst die neue Version, CoaXPress 2.0, veröffentlicht. Diese Weiterentwicklung des CXP-Standards bietet verschiedene Vorteile zum vorherigen Standard. In unserem White Paper wollen wir sowohl den alten als auch den neuen Standard näher betrachten und die Vorteile der Schnittstelle erläutern.



### Inhalt

1. CoaXPress – der Standard für hohe Datenraten.....	1
1.1 Historie.....	1
1.2 Eigenschaften von CXP 1.1.1.....	1
1.3 Eigenschaften von CXP 2.0.....	2
2. Aufbau eines klassischen CoaXPress 2.0 Bildverarbeitungssystems.....	3
3. Vorteile von CoaXPress.....	3
4. Checkliste: Wann passt CoaXPress zu meiner Anwendung.....	4
5. Fazit: Fit für die Zukunft mit mehr Leistung dank CoaXPress.....	4

### 1. CoaXPress – der Standard für hohe Datenraten

Einer der wichtigen Trends der industriellen Bildverarbeitung in der Fertigungsautomatisierung und in der optischen Inspektion ist die Erhöhung des Datendurchsatzes. Während in der Vergangenheit die Sensorleistung den Datendurchsatz einschränkte, sind es bei den heute verbreiteten CMOS-Sensoren mit ihren hohen Bildwiederholraten eher die Schnittstellen wie GigE oder USB 3.0, die das Nadelöhr bezüglich der Schnelligkeit der Datenübertragung darstellen. Doch seit einigen Jahren können Anwender die Möglichkeiten moderner Bildsensoren dank Hochgeschwindigkeitsschnittstellen wie CoaXPress voll ausschöpfen und in ihren Anwendungen maximale Leistung erzielen.

#### 1.1 Historie

Die Schnittstelle CoaXPress wurde von mehreren Unternehmen aus der industriellen Bildverarbeitung konzeptionell entwickelt und 2008 das erste Mal der Öffentlichkeit vorgestellt. In den darauffolgenden Jahren wurde das Konzept in einen offiziellen Industriestandard weiterentwickelt, welcher von der Japan Industrial Imaging Association (JIIA) seit Anfang 2011 betreut wird. Seitdem gab es einige kleinere Ergänzungen, die in den Versionen 1.1 und 1.1.1

#### 1.2 Eigenschaften von CXP 1.1.1 - Kabeltechnologie und Geschwindigkeiten

Der CXP-Standard setzt auf 75  $\Omega$ -Koaxialkabel. Dabei werden verschiedene Kabeltypen unterstützt, wie beispielsweise RG11, RG6 oder auch RG59. Derartige Kabel sind teilweise noch in analogen Systemen im Einsatz und können beim Wechsel auf digitale Kamertechnologie eventuell wiederverwendet werden. Die Qualität der eingesetzten Kabel hat dabei einen direkten Einfluss auf die realisierbare Kabellänge. Als Stecker wurde, ebenfalls aus dem Analogkontext, der BNC-Stecker zunächst übernommen. Später folgte der kleinere DIN1.0/2.3-Stecker.



Abbildung 1: Links: DIN1.0/2.3-Stecker, rechts: BNC-Stecker

Mit dieser Infrastruktur können maximal 6,25 Gigabit pro Sekunde pro Kanal übertragen werden. Die Anzahl der Kanäle ist dabei nicht limitiert. Wie oben bereits angedeutet, kann eine klare Aussage zur maximalen Kabellänge nur in Anlehnung an die eingesetzte Kabelqualität getroffen werden. Darüber hinaus besteht auch eine Abhängigkeit zur Übertragungsgeschwindigkeit. Für ein Standardkabel gelten folgende Werte:

CXP-Typ	Bitrate	Maximale Kabellänge
CXP-1	1,25 Gbps	130 m
CXP-2	2,5 Gbps	110 m
CXP-3	3,125 Gbps	100 m
CXP-4	5 Gbps	60 m
CXP-6	6,25 Gbps	40 m

Abbildung 2: Maximale Kabellängen in Abhängigkeit zur Bitrate

Wichtig ist hierbei noch anzumerken, dass die Kamera über das Koaxialkabel auch mit Strom versorgt werden kann und somit eine Ein-Kabel-Lösung möglich ist. Des Weiteren bietet das CoaXPRESS-Protokoll ein hohes Echtzeitverhalten bei minimalen Latenzzeiten, bei sehr hohen Datenmengen und bei anspruchsvollen Mehrkamerasystemen.

### 1.3 Eigenschaften von CXP 2.0

Um den Erfolg der Schnittstelle zukunftssicher fortzusetzen, wurde stetig an der Weiterentwicklung des Standards gearbeitet. Diese Arbeit mündete in den Standard 2.0, der vier große Neuerungen mit sich bringt.

Die erste Neuerung ist die Erweiterung der unterstützten Bitraten um zwei Ausbaustufen (CXP-10 & CXP-12), womit CXP nun mit maximal 12,5 Gigabit pro Sekunde eine der schnellsten Schnittstellentechnologien in der industriellen Bildverarbeitung darstellt.

CXP-Typ	Bitrate	Maximale Kabellänge
CXP-1	1,25 Gbps	130 m
CXP-2	2,5 Gbps	110 m
CXP-3	3,125 Gbps	100 m
CXP-4	5 Gbps	60 m
CXP-6	6,25 Gbps	40 m
<b>CXP-10</b>	<b>10 Gbps</b>	<b>40 m</b>
<b>CXP-12</b>	<b>12,5 Gbps</b>	<b>40 m</b>

Abbildung 3: Mit CXP 2.0 werden nun maximal 12,5 Gigabit pro Sekunde Bandbreite pro Kanal unterstützt

Auch bei diesen Datenraten kann mit einem einzigen CoaXPRESS-Kabel gearbeitet werden, da auch hier die Stromversorgung darüber sichergestellt ist. Mit diesen hohen Datenmengen können hochauflösende Sensoren mit einer hohen Bildwiederholrate eingesetzt werden.

Die zweite Neuerung ist die Vereinheitlichung auf einen Steckertyp: den Micro-BNC oder auch HD-BNC-Stecker. Dieser kombiniert die Vorteile der kleinen Bauform des DIN1.0/2.3 mit dem sicheren Bajonett-Verschluss des BNC-Steckers.

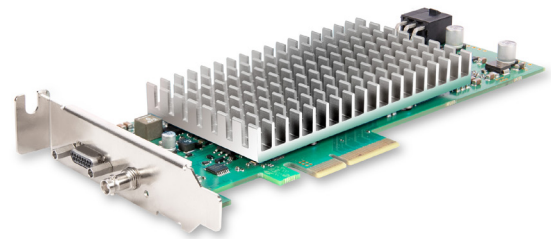


Abbildung 4: Micro-BNC-Stecker an einem Einkanal-Framegrabber

Durch die Vereinheitlichung ergibt sich eine reduzierte Komplexität in der Kabelauswahl und eine einfachere Verarbeitung in den Systemen.

Als dritte Neuerung kann die Voraussetzung der GenTL-Kompatibilität der Geräte genannt werden. Diese ermöglicht eine deutlich vereinfachte Integration verschiedener Kameras und Framegrabber in die gängigen Bildverarbeitungsbibliotheken.

Die vierte Neuerung ist eher im Hintergrund wirksam. Es gibt seit geraumer Zeit mehr Auswahl und einen Preisrutsch bei den notwendigen elektronischen Komponenten zur Datenübertragung. Sowohl bei den Transceivern als auch bei den FPGAs gibt es neue Entwicklungen. Diese Komponenten werden mittlerweile von mehreren Herstellern angeboten und weisen ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis auf. Eine bessere Langezeitverfügbarkeit der unterschiedlichen Komponenten ist sicher gestellt.

## 2. Aufbau eines klassischen CoaXPress 2.0-Bildverarbeitungssystems

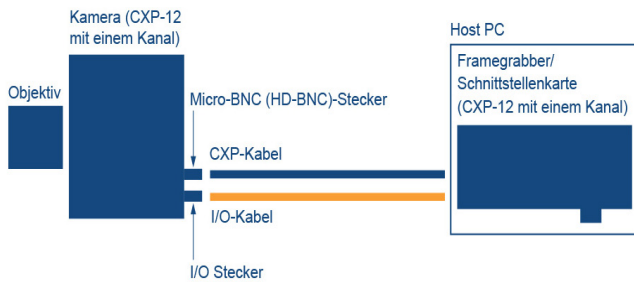


Abbildung 5: Typischer Aufbau eines CoaXPress 2.0-Systems

In der Darstellung sieht man einen typischen Aufbau eines CoaXPress 2.0-Systems. Die CXP-Kamera ist im Vergleich zu kompakten USB3.0- oder GigE-Kameras tendenziell größer. Dies liegt u.a. an den größeren verbauten Sensoren, die mit sehr hohen Geschwindigkeiten betrieben werden und dementsprechend eine größere Wärmeentwicklung abgeleitet werden muss. Auf der Rückseite der Kamera sieht man den Vorteil des CXP 2.0-Standards. Hier kann im Vergleich zur Vorgängerversion ein Systemaufbau mit reduzierter Anzahl an Datenkabeln realisiert werden. Auf I/O-Kabel kann häufig verzichtet werden, weil die Stromversorgung und das Triggern über das Koaxialkabel sichergestellt wird. Die neuen standardisierten Micro-BNC-Anschlüsse sind robuster und die Verwendung von weniger Kabeln macht den Systemaufbau wesentlich einfacher und flexibler.

Für das System wird immer ein Framegrabber bzw. eine Schnittstellenkarte benötigt. Diese ist notwendig um die CPU-Last vom Host-PC zu reduzieren. Der Kunde muss am Ende entscheiden, ob er einen Framegrabber oder eine Schnittstellenkarte verwenden möchte. Der Unterschied liegt im Preis und in der technischen Ausführung. Der Framegrabber ist technisch anspruchsvoller, weil er beispielsweise eine Vorverarbeitung sowie weitere Bildverarbeitungsfeatures enthält.

## 3. Vorteile von CoaXPress 2.0

Im Folgenden wollen wir Ihnen die wesentlichen Vorteile von CoaXPress näher erläutern.

### Sehr hohe Bandbreite – Durchsatz maximieren

Mit bis zu 12,5 Gbps ist CoaXPress aktuell eine der schnellsten Schnittstellen auf dem Markt.

### Ausreichende Kabellängen - Überbrückung größerer Distanzen

Mit maximalen Kabellängen unter 10 Metern, wie sie eine USB3.1 Gen. 1-Schnittstelle oder auch eine CameraLink-Schnittstelle erlaubt, haben Kunden häufig Probleme. CoaXPress bietet hier mit bis zu 40 m bei deutlich höherer Bandbreite eine sehr gute Alternative. Bei niedriger Bandbreite können sogar Kabellängen von mehr als 100 Metern überbrückt werden.

### Plug-and-play - Einfach zu verbinden

CoaXPress ermöglicht sowohl die Datenübertragung als auch die Stromversorgung über das Koaxialkabel, sodass auf einfachem Wege eine Verbindung zwischen Kamera und PC hergestellt werden kann. Der CXP-Standard ist zudem an den GeniCam-Standard gekoppelt und entspricht anderen gängigen Vision-Standards. Daher bietet dieser Standard aus SW-seitiger Sicht eine einfache Verbindung zwischen PC-Software und Kamera.

### Genauere Synchronisation - Präzise Kontrolle

Durch optimale Kombination von Framegrabber-Technologie mit den eingesetzten Kameras ist eine sehr präzise Kamerasynchronisation auch in Multikamera-Systemen bei sehr geringen Latenzzeiten möglich.

### Kostenvorteile durch einfacheres System-Setup und Komponentenverfügbarkeiten

Sowohl neu verfügbare Elektronik-Komponenten als auch die Möglichkeit Ein-Kabel-Lösungen zu verwenden, führen zu einem deutlich gesteigerten Preis-Leistungs-Verhältnis. CoaXPress 2.0 (CXP-12) ist damit das Interface mit den geringsten Kosten pro übertragenen Megabyte!

CoaXPress-Systeme eignen sich besonders für Anwendungen, die eine synchronisierte Bilderfassung von mehreren hochauflösenden Kameras bei hohen Geschwindigkeiten erfordern. Wenn zum Beispiel ein Objekt, das sich schnell über ein Förderband bewegt, aus mehreren Perspektiven für die industrielle Inspektion erfasst und ausgewertet werden soll, ist das präzise Auslösen aller Kameras und die Synchronisation zwischen den Geräten für eine korrekte Analyse von entscheidender Bedeutung. Ein solches Szenario lässt sich in den Branchen der Halbleiterindustrie, der Fertigungsautomatisierung, der Medizin und der Sport- und Bewegungsanalyse finden.

Last zur Bildaufnahme erzeugt.

#### **4. Checkliste: Wann passt CoaXPress zu meiner Anwendung**

Wenn einer der folgenden Punkte auf Sie zutrifft, lohnt es sich, die CoaXPress-Technologie näher zu betrachten:

- 1.** Sie wollen die volle Geschwindigkeit des eingesetzten hochauflösenden Sensors nutzen, aber ihre aktuelle Schnittstelle ermöglicht dies nicht.
- 2.** Ihre aktuell eingesetzte Schnittstelle benötigt sehr sperrige und steife Kabel und erschwert Ihnen so die platzsparende Integration.
- 3.** Sie möchten bei gleichbleibend hoher Geschwindigkeit größere Distanzen überbrücken.
- 4.** Sie möchten Kameras mit neuester hochauflösender Bildsensortechnologie verwenden.
- 5.** Sie möchten mehrere schnelle hochauflösende Kameras präzise über das Datenkabel synchron betreiben.
- 6.** Sie möchten von analogen Kameras upgraden.
- 7.** Sie benötigen ein System, welches eine geringe CPU-

#### **5. Fazit: Fit für die Zukunft mit mehr Leistung dank CoaXPress**

Seit fast 10 Jahren hat sich der CoaXPress-Standard (CXP-1 bis CXP-6) im ersten Entwicklungszyklus mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 6,25 Gbit/s pro Kanal im Markt etabliert. Die derzeitige für CXP-1 bis -6 verfügbare Hardware wird immer preiswerter und konkurrenziert zunehmend mit bewährten Industrie-Standards wie z.B. CameraLink.

In naher Zukunft wird der neu entwickelte CoaXPress 2.0-Standard mit doppelter Datenrate verfügbar sein. Die Bandbreite der Kameras kann damit verdoppelt werden. Damit bietet CoaXPress eine sehr attraktive, einfache und vor allem zuverlässige Perspektive für anspruchsvolle Hochgeschwindigkeitsanwendungen in der Gegenwart und der Zukunft.



## Autor

### Thomas Karow

Product Market Manager

Thomas Karow ist seit 2018 als Product Market Manager bei der Basler AG tätig und ist verantwortlich für die Produktparte des Performance Segments. In dieser Funktion betreut er die Markteinführung von neuen Kameramodellen. Darüber hinaus beobachtet und bewertet er im Rahmen von Marktanalysen kontinuierlich Trends und Anforderungen in derameratechnik und hat dadurch die Kundenwünsche fest im Blick. Über Basler

Thomas Karow besitzt ein Diplom in Betriebswirtschaft. Vor seinem Einstieg bei Basler arbeitete er bereits mehr als 8 Jahre im internationalen Vertrieb für Industriekameras und bringt somit viele Erfahrungen und Marktkenntnisse aus der industriellen Bildverarbeitung mit.

## Kontakt

Thomas Karow – Product Market Manager

Tel. +49 4102 463 611

Fax +49 4102 463 46611

E-Mail: [thomas.karow@baslerweb.com](mailto:thomas.karow@baslerweb.com)

Basler AG

An der Strusbek 60-62

22926 Ahrensburg

Deutschland

## Basler AG

Basler ist ein international führender Hersteller von hochwertigen Kameras und Kamerazubehör für Anwendungen in Fabrikautomation, Medizin, Verkehr und einer Vielzahl von weiteren Märkten. Das Produktportfolio umfasst Flächen- und Zeilenkameras in kompakten Gehäusegrößen, Kameramodule als Boardlevel-Varianten für Embedded Vision-Lösungen sowie 3D-Kameras. Abgerundet wird das Angebot durch unser bedienerfreundliches pylon SDK sowie ein breites Spektrum von teils eigens entwickeltem Zubehör, das optimal auf unsere Kameras abgestimmt ist. Basler verfügt über drei Jahrzehnte Erfahrung im Bereich der Computer Vision. Das Unternehmen beschäftigt rund 600 Mitarbeiter an seinem Hauptsitz in Ahrensburg sowie in Niederlassungen und Vertriebsbüros in Europa, Asien und Nordamerika.

### Basler AG

#### Germany, Headquarters

Tel. +49 4102 463 500

Fax +49 4102 463 599

[sales.europe@baslerweb.com](mailto:sales.europe@baslerweb.com)

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

### Basler, Inc.

#### USA

Tel. +1 610 280 0171

Fax +1 610 280 7608

[sales.usa@baslerweb.com](mailto:sales.usa@baslerweb.com)

### Basler Asia Pte Ltd.

#### Singapore

Tel. +65 6367 1355

Fax +65 6367 1255

[sales.asia@baslerweb.com](mailto:sales.asia@baslerweb.com)