

## Fachartikel

### Kompakte Kamera-Verbindungslösungen für ADAS-Systeme und autonomes Fahren

Der Einsatz von Kameras in Automobilen boomt, ihr Einsatz nimmt in zahlreichen Anwendungen stetig zu. Für Fahrzeughersteller und Zulieferer stellen sich zwei Herausforderungen: Sie benötigen Optiken mit einer zuverlässigen und schnellen Datenanbindung, und sie müssen die Kosten im Griff behalten, ohne die Qualität einzuschränken. Die steigende Vielfalt, aber auch die Störungen globaler Lieferketten, machen es schwieriger, von Skaleneffekten zu profitieren. „Ein modularer Systemansatz in Kombination mit umfassenden Fertigungs- und Integrationsdienstleistungen kann dazu beitragen, Kosteneffizienz trotz verschärfter globaler Handelsbedingungen aufrechtzuerhalten“, so die Antwort von Sebastian Mysyk, Director Product Management Data Connectors bei Rosenberger Hochfrequenztechnik.

Moderne Pkw entwickeln sich immer mehr zu rollenden Computern. Eine wachsende Zahl von Fahrer-Assistenz-Systemen bietet sowohl einen Sicherheitsgewinn als auch zusätzliche Komfortfunktionen. In vielen Fällen spielen dabei Kameras eine entscheidende Rolle, damit das Auto seine Umgebung umfassend wahrnehmen kann. Sie liefern hochauflösende Bilder mit vielen Details, beispielsweise um Objekte, Verkehrszeichen oder Fahrbahnmarkierungen zu erkennen. Zu den wichtigsten kamera- und bildbasierten Assistenzsystemen zählen:

- **Frontkamera:** für die Erkennung von Verkehrszeichen, den Spurhalteassistenten und Kollisionswarnungen bzw. für ein Notbrems-Assistenz-System;
- **Rückfahrkamera:** Unterstützung beim Rückwärtsfahren und Einparken
- **360-Grad-Kamerasysteme:** ermöglichen eine Rundumsicht beim Manövrieren auf engem Raum und ermöglichen eine (teil-)autonome Einparkhilfe;
- **Nachtsichtkameras:** bessere Sicht und frühzeitige Fußgängererkennung bei schlechten Licht- bzw. Wetterverhältnissen mittels Infrarot-Technologie (IR);
- **Adaptive Geschwindigkeitsregelung (Adaptive Cruise Control, ACC):** Automatische Geschwindigkeitsanpassung im fließenden Verkehr mittels kombinierter Kamera- und Radar-Sensorik;
- **Gestensteuerung:** Der Fahrer kann durch bestimmte Handbewegungen Funktionen steuern;
- **Aufmerksamkeitsassistentz:** Überwachung des Fahrer-Verhaltens mittels Innenraum-Kamera;
- **Dashcams und Überwachungskameras im Stand (Sentry Mode):** Sie zeichnen während der Fahrt auf (z. B. bei Unfällen) oder dienen der Überwachung im geparkten Zustand.

Hinzu kommen Spezialfälle wie Sicherheitsüberwachungen im Innenraum, beispielsweise von Taxis oder Geldtransportern, oder KI-basierte, autonom gesteuerte Taxis und Transportfahrzeuge.

Die Marktexperten von Fortune Business Insights erwarten, dass weitere Innovationen, aber auch gesetzliche Anforderungen sowie das Interesse von Versicherungen den Trend zu immer mehr Kameras weiter anheizen und der weltweite Umsatz mit Automobil-Kameras sich von 2022 bis 2032 verdreifachen wird – auf rund 22,5 Mrd. US-Dollar.

#### Arbeitsteilung im Fahrzeug

Doch nicht nur die Zahl der Kameras wächst – auch die Technologie verändert sich. Die Verarbeitung der Bilddaten verlagert sich weg von den Kameras hin zu leistungsfähigen zentralen Steuergeräten, wo größere Rechen- und Speicherkapazitäten zur Verfügung stehen, wie sie beispielsweise von KI-Anwendungen benötigt werden. Dies ermöglicht zugleich eine weitere Miniaturisierung.

## Fachartikel

Aktuelle Fahrzeug-Kameras beschränken sich daher im Wesentlichen auf die optischen Komponenten, also Linse und Imager-Chip, sowie ein kompaktes Gehäuse mit einer Netzwerk-Schnittstelle. Sämtliche weitere Technik, wie Bildaufbereitung und -auswertung, ist ausgelagert.

Da die Bilderkennung teils für Sicherheitsfunktionen eingesetzt wird und deshalb die Informationsübertragung zeitkritisch ist, kommt es auf geringe Latenzen an. Ebenso müssen ausreichende Bandbreiten zuverlässig zur Verfügung stehen. Die Anbindung erfolgt daher in der Regel über Highspeed-Datenlinks, die mehrere GB/s übertragen können.

Um dies zu gewährleisten, müssen auch die Steckverbinder ihren Beitrag zur Sicherstellung der Konnektivität der Kamera leisten. Ein robuster und fehlerresistenter Sitz trotz andauernder Belastungen wie Temperaturwechsel, Feuchtigkeit, Schmutz und Salz sowie Vibrationen ist dafür entscheidend.

### Ökonomische Herausforderungen für OEMs und Tier-1

Für die Fahrzeughersteller (OEMs) und ihre Zulieferer (Tier-1) bedeuten die zusätzlichen Fahrzeugkomponenten einen höheren Aufwand und mehr potenzielle Fehlerquellen, außerdem einen höheren Kapitaleinsatz. Die Kosten für Bildsensoren und Linsensysteme werden sogar von denen für die weiteren Integrationskomponenten wie Gehäuse, Schnittstellen und Kabelsätze übertroffen. Hinzu kommen Nebenkosten für Assembly, Transport und Lagerhaltung sowie den Einbau ins Fahrzeug.

Üblicherweise versucht man, solche Kosten über Skalierungseffekte zu minimieren, also eine möglichst hohe Zahl gleicher Bauteile zu produzieren bzw. zu verarbeiten. Dem stehen jedoch zwei Hemmnisse gegenüber. Dies ist zum einen die Modellstrategie der Fahrzeughersteller, die teils mit High-/Mid-/Entry-Versionen arbeiten, zum anderen auch auf verschiedene Märkte angepasste Fahrzeugvarianten mit unterschiedlichen Ausstattungsmerkmalen führen.

### Local-to-Local-Ansatz kein Widerspruch

Ein zweiter Grund sind die jüngsten Probleme in den globalen Lieferketten. Die Antwort der Industrie lautet konsequenterweise „lokale Produktion für lokale Märkte“. Doch das bedeutet keineswegs, dass man sich automatisch von Skalierungseffekten verabschieden muss.

„Statt riesige Mengen unterschiedlicher Kameras herzustellen, empfiehlt sich ein modulares Konzept, das eine Produktion ganz nach Kundenbedarf bei trotzdem niedrigen Kosten ermöglicht. Denn die einzelnen Komponenten – abseits kundenindividueller Gehäuse – sind ihrerseits standardisiert und daher in großer Zahl kosteneffizient produzierbar“, so Thomas Miedl, Head of Product Management Team Camera Solutions.

### Flexibler Baukasten bietet Vorteile

Die benötigte Varianz der Kameras entsteht durch die Kombination der unterschiedlichen Teile aus dem „Baukasten“. Drei Komponenten stehen dabei im Fokus:

- **Rückdeckel:**

Hier können Kunststoffe oder Metall (Aluminium) verwendet werden, Größe und Form sind je nach Kundenanforderung variabel. Gefragt sind z. B. Varianten mit 24 oder 26 mm Kantenlänge und

## Fachartikel

individuell definierten Befestigungspunkten. Für Kameras in Fahrzeuginnenräumen wie etwa die Fahrerüberwachung sind darüber hinaus besonders schlanke Gehäuse möglich. Zudem besteht die Option, die Wasserdichtigkeit der Kamera gemäß Schutzart IPx7 umzusetzen.

Das Backhousing kann vollständig in Metall, vollständig in Kunststoff, oder in einer zweiteiligen Lösung ausgeführt werden, bei dem der Rückdeckel aus Aluminium und das Schnittstellengehäuse aus Kunststoff geformt wird.

### ▪ **Schnittstellen:**

Zur Verfügung stehen verschiedene koaxiale Schnittstellen für Kameraanwendungen:

- FAKRA-Interface (bis 6 GHz)
- HFM®-Interface (bis 20 GHz)
- RMC®-Interface (bis 9 GHz)

Darüber hinaus sind optionale Varianten mit Power Pins (MQS) sowie Ausführungen mit Backhousing, Flansch- oder DirectLink-Pigtail-Anschlüssen (Wire-to-Board auch mit MQS-Pins) erhältlich.

### ▪ **Toleranzausgleichsfunktionen:**

Die Lage der PCB innerhalb des Gehäuses kann basierend auf den Anforderungen flexibel realisiert werden, ebenso sind unterschiedliche Abgangsrichtungen der Schnittstellen und Leitungen verfügbar. Zudem stehen zwei Montage-Varianten zur Verfügung. Zum einen die „starre“ Verbindung, die ein exaktes Positionieren beim Steckprozess erfordert, gleichzeitig aber mehr Toleranzen beim Verkleben bzw. Verschweißen des Kamerakopfes zulässt.

Zum anderen die „Floating“-Variante: Durch einen Toleranzausgleich innerhalb des Stecksystems wird während des Kamera-Assembly-Vorgangs der Stecker automatisch zentriert und ideal positioniert. Eine Verspannung der Komponenten, die Druck auf den Stecker ausüben oder ein Verbiegen der Leiterplatte bewirken könnten, wird so wirksam verhindert. Dies gewährleistet ein langfristig zuverlässiges Funktionieren, da der HF-Pfad immer exakt gleich ist. Dafür sind weniger Toleranzen beim Verkleben bzw. Verschweißen zulässig.

Für den OEM oder den Tier-1-Lieferanten besonders interessant: Beide Varianten sind Footprint-kompatibel. Sprich: Setzt der Kunde beispielsweise im US-Werk auf die eine und im EU-Werk auf die andere Variante, so ändert sich lediglich der Leiterplatten-Steckverbinder. Alle anderen Komponenten – und damit auch die Kennwerte des Kamerakopfes – bleiben gleich.

### ▪ **„DirectLink“-Pigtails oder Wire-to-Board-Lösungen**

Insbesondere in Fahrerüberwachungssystemen, die häufig in engen Bauräumen, beispielsweise hinter Rückspiegeln oder im Dachhimmel, untergebracht sind, zeigen "DirectLink"-Pigtails oder Wire-to-Board-Lösungen ihre Vorteile. Ihre kompakten Bauformen ermöglichen eine platzsparende Integration, ohne dass Kompromisse bei der Signalqualität oder der elektromagnetischen Verträglichkeit eingegangen werden müssen. Selbst bei komplexen Innenraumkamerasystemen zur Analyse des Blickverhaltens oder zur Müdigkeitserkennung lassen sich die Schnittstellen nahtlos und mit hoher Übertragungssicherheit implementieren.

## Fachartikel

Alle Elemente dieses „Baukastens“ stehen Kunden weltweit zur Verfügung. Die Verwendung standardisierter Komponenten ermöglicht eine automatisierte Produktion unter Einhaltung des Best-Cost-Ansatzes. Das heißt, es kann jeweils in den unterschiedlichen Märkten nach dem „Local-to-Local“-Prinzip vor Ort kosteneffizient produziert werden. Gleichzeitig haben die Kunden volle Flexibilität bei minimalem Aufwand. So können sie beispielsweise eine FAKRA-Variante in einem Markt anbieten und eine HFM®-Variante in einem anderen, wobei diese sich lediglich in der Schnittstelle unterscheiden, aber ansonsten aus den gleichen standardisierten Komponenten zusammengesetzt sind.

### Phy2Phy-Strategie

Statt einer reinen Komponentenbelieferung rückt zunehmend ein ganzheitlicher Systemansatz in den Fokus, bei dem die technische Verantwortung die gesamte Signalstrecke umfasst – von der Erfassung durch den Bildsensor bis hin zur Weiterverarbeitung in der zentralen Steuerungseinheit („von Phy zu Phy“).

Das bedeutet zum einen, dass die Zuverlässigkeit der Datenverbindung mit hohen Bandbreiten, geringen Latenzen und ohne Unterbrechungen der Datenübertragung im Mittelpunkt steht. Alle Komponenten für den Kamerakopf sind darauf optimiert, bis hin zu einer optimierten EMV-Verträglichkeit.

Zum anderen sieht man sich aber auch als Systempartner auf Augenhöhe, der die Prozesse des Kunden im Blick hat und seinen Beitrag zu einer kosteneffizienten Produktion leistet.

### Fazit

Kein neues Fahrzeug kommt mehr ohne ein Kamerasystem aus. Vielmehr steigt die Zahl der Kameras im Fahrzeug und Hersteller wie Zulieferer sind gefordert, den Zuwachs bei der Fahrzeugausstattung kosteneffizient zu bewältigen. Modellvarianz auf der einen Seite sowie Multi-Source-Ansätze und Risiken in den Lieferketten auf der anderen Seite erfordern neue strategische Antworten, die über Skalierungseffekte der Massenproduktion hinausgehen.

Ein modularer Baukasten-Ansatz gibt diese Antworten – und das gleich auf mehreren Ebenen. Er bietet Flexibilität bei der Wahl standardisierter Komponenten wie der Schnittstelle, verknüpft dies mit der Individualität bei Gehäuseformen und -größen, und berücksichtigt auch unterschiedliche Produktionsverfahren der Abnehmer. Technisches Fachwissen im Bereich der Hochfrequenz-Datenübertragung seitens eines IT-Dienstleisters ist dabei essenziell, um die Qualität des Datensignals über alle Segmente des Datenlinks hinweg, vom Bildsensor bis zur verarbeitenden CPU, zu sichern.

Weitere Informationen finden Sie hier: <https://www.rosenberger.com/de/produkt/kameraloesungen-fuer-automobile-anwendungen/>

**Autor:** Harry Jacob, freier IT-Journalist aus Augsburg

## Fachartikel

**Bildmaterial:** (honorarfreie Verwendung bei Quellangabe „Bild: Rosenberger“):

	<p>Modulare Kamerasteckverbinder in drei coaxialen Varianten: RMC®, HFM® und FAKRA</p>
	<p>Die All-in-One-Lösung inkl. Steckverbinder, Gehäuse und Leiterplatten-Steckverbinder/Bullet für alle Kamera-Anwendungen im Fahrzeug</p>
	<p>Verschiedene Materialoptionen für Kamera- und Schnittstellengehäuse – beispielsweise aus Metall oder Kunststoff – sind robust, kostenoptimiert und bieten eine exzellente EMV-Schirmung</p>
	<p>Übersicht der verschiedenen Kamera-Anwendungen im Fahrzeug, inkl. LiDAR-, Radar- sowie Innen- und Außenkamerasystemen, einschließlich Surround-View-, Front-, Heck- und Spiegelkameras</p>
	<p>"DirectLink"-Pigtail-Steckverbinder im kompakten Format ermöglichen eine flexible Integration in stark begrenzten Bauräumen</p>

## Fachartikel

### Über Rosenberger

Rosenberger, ein weltweit renommierter Hersteller von Elektronik-Komponenten und -Systemen, steht für Spitzentechnologien, Entwicklungskompetenz und kompromisslose Qualität. Die Rosenberger-Gruppe mit Unternehmenszentrale in Deutschland ist weltweit mit Vertriebs- und Produktionsstandorten vertreten und bietet ein breites Spektrum an standardisierten und maßgeschneiderten Verbindungslösungen in Hochfrequenz-, High-Voltage- und Faseroptik-Technologien.

Rosenberger gewährleistet die zuverlässige Übertragung von Signalen, Daten und Energie in anspruchsvollsten Anwendungsfeldern. Führende Hightech-Unternehmen aus den Bereichen Mobilfunk und Telekommunikation, industrielle Messtechnik, Automobilelektronik, Medizin- und Industrieelektronik, Rechenzentren sowie Luft- und Raumfahrt vertrauen auf die Produkte von Rosenberger, die sich durch Präzision und höchste Zuverlässigkeit auszeichnen. Der Bereich CNC-Zerspanung fertigt Präzisionsteile für verschiedene Branchen, darunter die Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie, den Schiffbau sowie den klassischen Maschinen- und Anlagenbau.

Rosenberger ist seit der Unternehmensgründung 1958 in Familienbesitz und beschäftigt weltweit rund 15.000 Mitarbeiter (m/w/d), die für Engagement, Innovationsstärke und Qualitätsbewusstsein in der Tradition eines Familienunternehmens stehen.

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.rosenberger.com](http://www.rosenberger.com)

### Medienkontakte

#### **Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG**

Aldo Croci Torti  
Marketing Services  
Hauptstraße 1  
83413 Fridolfing, Deutschland  
Tel. +49 8684 18 1707  
[aldo.crocitorti@rosenberger.com](mailto:aldo.crocitorti@rosenberger.com)  
[www.rosenberger.com](http://www.rosenberger.com)

#### **Profil PR oHG**

Jan Lauer  
Humboldtstraße 21  
38106 Braunschweig, Deutschland  
Tel. +49 531 387 33 18  
[j.lauer@profil-pr.com](mailto:j.lauer@profil-pr.com)  
[www.profil-pr.com](http://www.profil-pr.com)