Apex-Serie

3-CMOS- R-G-B-Prisma-Flächenkameras für anspruchsvolle Bildverarbeitungsanwendungen

Wenn es auf Farbgenauigkeit ankommt, ist die Apex-Serie die ultimative Wahl!

- **Außergewöhnlich genaue Farbbilddaten**
- **Höhere räumliche Auflösung und Empfindlichkeit als bei Kameras mit einem einzigen Sensor**
- **Branchenführende Wellenbandtrennung mit minimalem Übersprechen**

Version 2

Die Apex-Serie

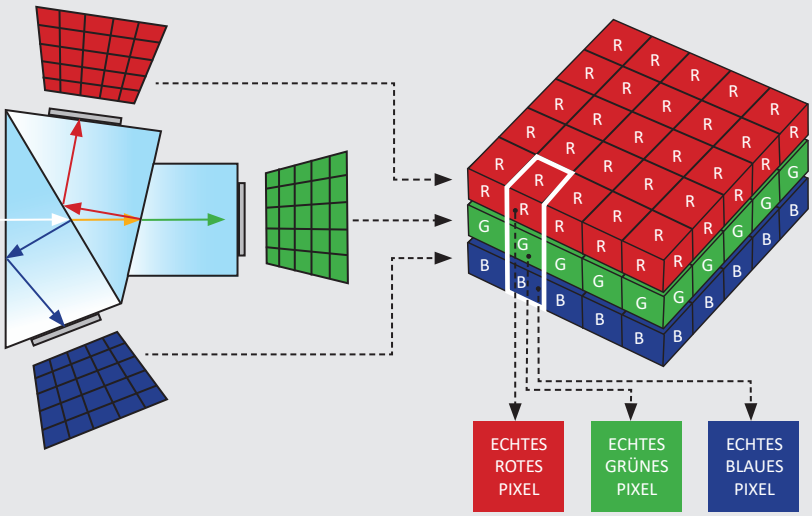
3-CMOS- R-G-B-Prisma-Flächenkameras
für anspruchsvolle Bildverarbeitungsanwendungen

Das Chamäleon beherrscht Farben mit makelloser Präzision...
Genau wie die Natur setzt auch die Apex-Serie Maßstäbe im Bereich der Farbbildgebung. Mit ihrer fortschrittlichen 3-CMOS-Technologie auf Prismenbasis liefern Apex-Kameras eine unvergleichliche Farbgenauigkeit und räumliche Präzision.

Außergewöhnliche Farbgenauigkeit für Ihre anspruchsvollsten Bildverarbeitungs- und Inspektionsanwendungen

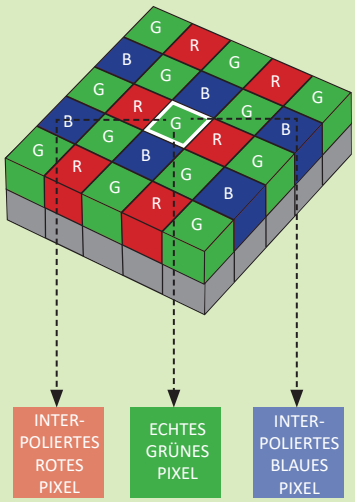
Wenn Sie ein Bildverarbeitungssystem entwickeln, das eine hochpräzise Farbbildgebung erfordert, ist die JAI Apex-Serie die ideale Wahl. Die Kameras der Apex-Serie nutzen eine prismenbasierte Bildgebungstechnologie, um das einfallende Licht in rote, grüne und blaue Wellenlängen zu trennen und das Licht auf drei präzise pixelgenau ausgerichtete CMOS-Sensoren zu lenken. Dieser fortschrittliche Ansatz liefert eine deutlich höhere Farbtreue und räumliche Präzision als herkömmliche Bayer-Mosaik-basierte Farbkameras.

Prismabasierte Bildgebung im Vergleich zur Bayer-Mosaik-Bildgebung



Prismabasierte Bildgebung: Naturgetreue Farben

Das Prisma in der Kamera teilt das Licht in seine roten, grünen und blauen Wellenlängen auf, die dann von drei präzise ausgerichteten CMOS-Sensoren erfasst werden. Die drei Bilder werden zu einem einzigen R-G-B-Bild mit genaueren Farbwerten pro Pixel und besserer räumlicher Präzision kombiniert, wodurch sie herkömmliche Farbkameras übertreffen, die auf der Bayer-Mosaik-Farbinterpolationstechnik basieren.



Bayer-Mosaik-Bildgebung: Interpolierte Farben

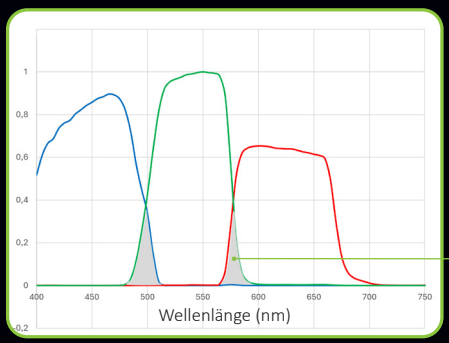
Bei der Bayer-Technik wird jedes Pixel gefiltert, um nur eine der drei Grundfarben zu erfassen. Daher kann kein einzelnes Pixel alle Rot-, Grün- und Blauwerte vollständig darstellen. Um ein Vollfarbbild zu erstellen, interpoliert die Bayer-Technik die fehlenden Farbinformationen, indem sie auf die umgebenden Pixel zurückgreift. Bei diesem Verfahren werden die Rot-, Grün- und Blauwerte für jedes Pixel auf der Grundlage seiner Nachbarn geschätzt. Das Ergebnis dieser Interpolationstechnik ist eine geringere Farbgenauigkeit und eine geringere Auflösung im Vergleich zu einer prismenbasierten Kamera.

Minimaler Farb-Crosstalk für präzise Farbwerte und höhere räumliche Genauigkeit

Enthüllen Sie die feinsten Farbdetails

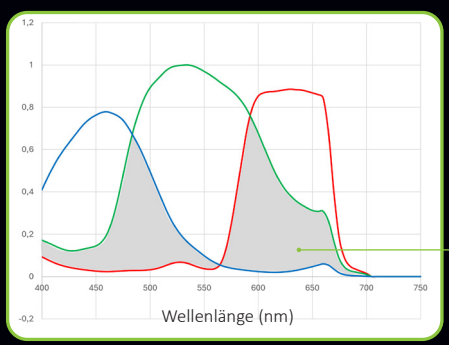
Die prismenbasierten APEX RGB-Kameras verwenden präzisionsgefertigte, harte dichroitische Filter mit steilen spektralen Grenzfrequenzen, um reine rote, grüne und blaue Wellenlängen auf spezielle Sensoren zu lenken. Diese scharfe spektrale Trennung minimiert den Farb-Crosstalk und liefert präzisere, lebendige Farben, während selbst die subtilsten visuellen Unterschiede sichtbar werden.

Im Gegensatz dazu basieren Bayer-Farbkameras auf Farbfilter-Arrays mit breiteren, weniger selektiven spektralen Empfindlichkeitskurven. Die daraus resultierende Überlappung zwischen den Rot-, Grün- und Blaukanälen verstärkt den Farb-Crosstalk, was die Farbgenauigkeit sowie die Fähigkeit zur Unterscheidung subtiler Farbunterschiede beeinträchtigt.



AP-5100T – Prismen-Flächenkamera mit 3 IMX548-Monochrom-Sensoren.

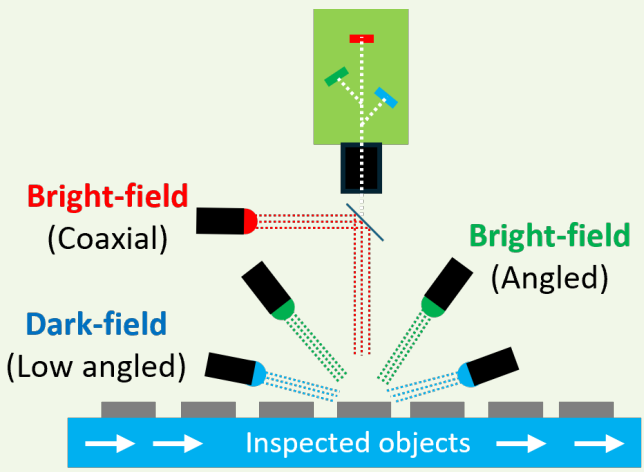
Minimaler Farb-Crosstalk



GOX-5105C – Bayer-Zeilenkamera mit 1 x IMX547-Farbsensor.

Starker Farb-Crosstalk

Optimierung der Multifield-Sichtprüfung

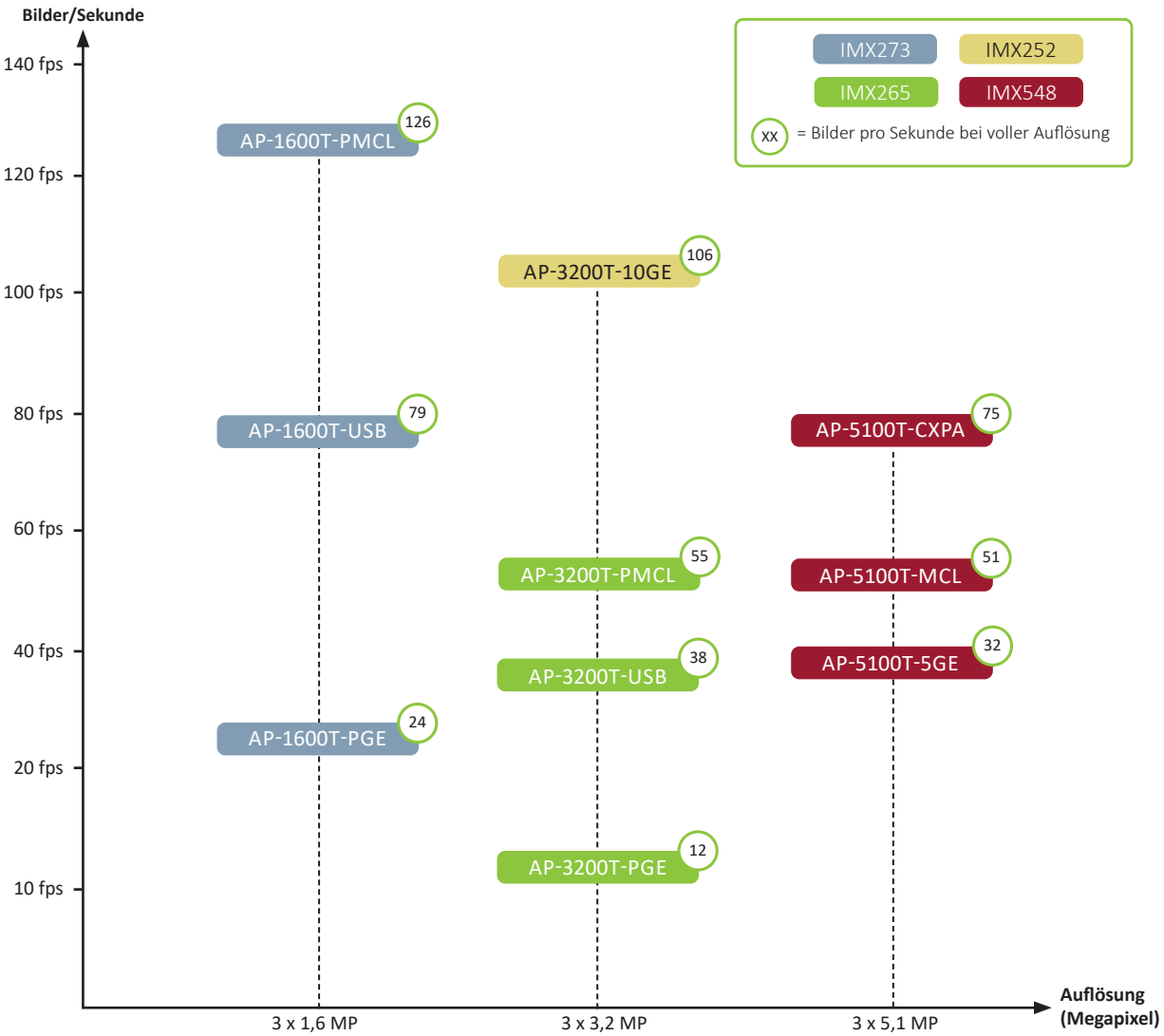


Durch die Kombination der Multisensor-Prismenkameratechnologie mit schmalbandiger LED-Beleuchtung ist es möglich, gleichzeitig Bilder von Licht zu erfassen, das in verschiedenen Winkeln gestreut wird (koaxial, Hellfeld und Dunkelfeld). Die roten, grünen und blauen LEDs können alle gleichzeitig leuchten, da das Kameraprisma dichroitische Filter verwendet, um die verschiedenen Wellenlängenbereiche zu trennen und sie auf drei pixelausgerichtete Bildsensoren zu lenken.

Diese Bildverarbeitungskonfiguration ermöglicht eine echte parallele Bildgebung bei hohen Bandgeschwindigkeiten und macht gleichzeitig eine komplexe Synchronisation zwischen Beleuchtung und Kameraauslösung überflüssig. Dadurch erfasst das System in einem einzigen Durchlauf gleichzeitig pixelausgerichtete Bilder unter koaxialer, Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung.

Wählen Sie aus einer Vielzahl von Auflösungen, Bildraten und Schnittstellen

Die Modelle der Apex-Serie sind mit PregiusTM- und PregiusTM S-Bildsensoren ausgestattet und bieten eine Vielzahl von Auflösungsoptionen, darunter 3 x 1,6 Megapixel, 3 x 3,2 Megapixel und 3 x 5,1 Megapixel. Die Bildraten reichen von 12 bis 126 Bildern pro Sekunde, je nach gewählter Auflösung und Schnittstelle.



44 x 44 x 84 mm (H x B x T)

54 x 54 x 74 mm (H x B x T)

62 x 62 x 86.5 mm (H x B x T)

54 x 54 x 74 mm (H x B x T)

44 x 44 x 74 mm (H x B x T)

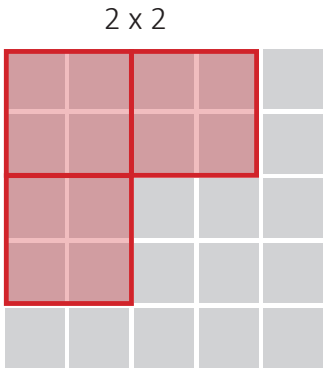
44 x 44 x 74 mm (H x B x T)

54 x 54 x 74 mm (H x B x T)

Pixel-Binning

Für eine verbesserte Lichtempfindlichkeit der Sensoren.

Das herkömmliche Pixel-Binning kann zur Verbesserung der Lichtempfindlichkeit eingesetzt werden und erhöht das Signal-Rausch-Verhältnis. Es eignet sich daher ideal, wenn die Bildqualität Vorrang vor der maximalen Auflösung hat. Es stehen mehrere Binning-Optionen zur Verfügung:
2x1 (horizontal), 1x2 (vertikal) oder 2x2 (horizontal und vertikal).



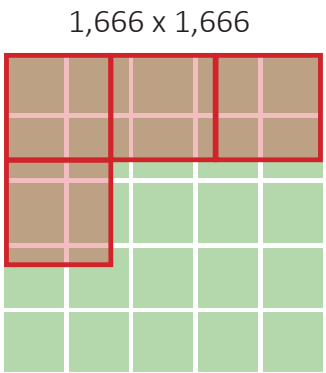
Traditionelles 2x2-Binning.

Xscale-Funktion

Subpixel-Skalierung zur Erfüllung Ihrer Anforderungen hinsichtlich Pixelgröße, Empfindlichkeit und Auflösung.

Die Xscale-Funktion bietet deutlich mehr Flexibilität als herkömmliches Pixel-Binning bei der Anpassung von Pixelgröße, Auflösung, Empfindlichkeit und Signal-Rausch-Verhältnis. Während herkömmliches Binning auf ganze Pixelgruppen beschränkt ist – wie 1x2, 2×1 oder 2×2 – unterstützt Xscale Fließkommawerte. Das bedeutet, dass Sie ganze und gebrochene Pixel kombinieren können, um „virtuelle“ Pixel mit genau der von Ihnen benötigten Größe zu bilden.

Hinweis: Die Xscale-Funktion ist nur bei den Apex-Modellen mit 5,1 Megapixeln verfügbar.

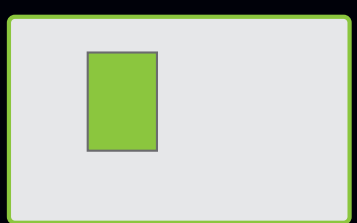


Beispiel für die Subpixel-Skalierung von Xscale.

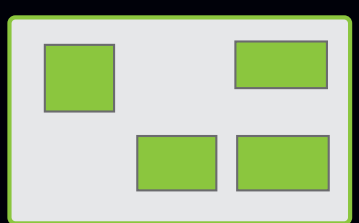
Einzelne und mehrere Regionen von Interesse (ROI)

Für verbesserte Bildraten und effizientere Bildverarbeitung.

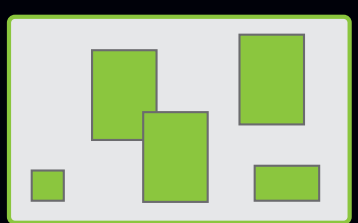
Die Kameras unterstützen sowohl Einzel- als auch Mehrfach-ROI-Konfigurationen (Region of Interest), wodurch die Bildaufnahme bestimmter quadratischer oder rechteckiger Bereiche innerhalb der Szene ermöglicht wird. Durch die Beschränkung der Verarbeitung auf diese definierten ROIs erreichen die Kameras höhere Bildraten und reduzieren die Bildverarbeitungslast, was zu schnelleren und effizienteren Inspektionsroutinen führt.



Einzelne ROI.



Multi-ROI, gitterbasiert.



Multi-ROI mit Überlappungen.

Hinweis: Multi-ROI und Multi-ROI mit Überlappungen sind bei ausgewählten Modellen verfügbar.

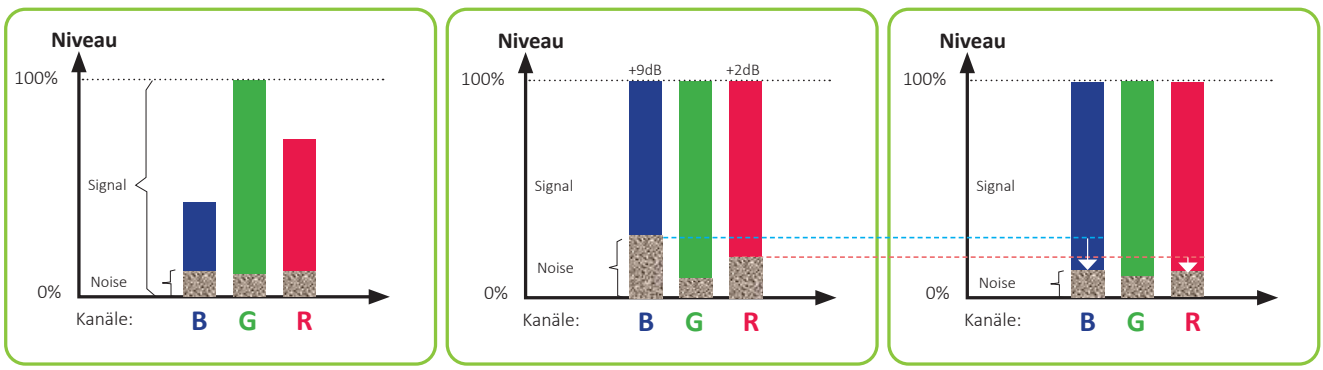
Shading-Korrektur auf ROI. (nur AP-5100T-Modelle)

Wenn die Beleuchtung nicht den gesamten Sensorbereich abdeckt, kann die Shading-Korrektur nur auf den gewünschten Bereich angewendet werden. Auf diese Weise können Sie eine Teilfeldbeleuchtung verwenden, ohne die Korrekturgenauigkeit im aktiven Bildgebungsbereich zu beeinträchtigen.

Belichtungssteuerung pro Kanal

Für klarere, präzisere Farben.

Apex-Kameras bieten eine unabhängige Belichtungssteuerung für jeden der roten, grünen und blauen Sensoren. Durch die individuelle Anpassung der Verschlusszeit für jeden Kanal erhöht die Kamera das echte Signal, ohne das Rauschen künstlich zu verstärken. Dies führt zu klareren Bildern von höherer Qualität mit präzisen Farben und konsistentem Kontrast, selbst bei multispektralen oder gemischten Beleuchtungskonfigurationen.



Typisches CMOS-Bild.

Unterschiedliche Graustufen auf den 3 Kanälen, wenn **Verstärkung** *und* **Belichtung** *identisch sind. Pegelanpassung erforderlich.*

Bayer-Kameras können die Pegel nur über **GAIN** *ausgleichen.*

Das Bildrauschen nimmt proportional zu.

Apex-Kameras können die **Belichtungszeit** *für jeden Sensor individuell steuern.*

Das Bildrauschen bleibt minimal.

Die Zunahme des Rauschens mit der Belichtungszeit ist nahezu vernachlässigbar (innerhalb der Standardbelichtungszeitbereiche).

Kamerainterne Korrektur chromatischer Aberrationen

Schärfere Bilder.

Um eine perfekte räumliche Ausrichtung über alle Farbkanäle hinweg zu gewährleisten, verfügen die Apex-Modelle mit 5,1 Megapixeln über eine fortschrittliche Korrektur der lateralen chromatischen Aberration, mit der die Vergrößerung für jeden Kanal unabhängig voneinander angepasst werden kann. Dadurch werden optische Dispersionseffekte, die durch Linsen verursacht werden, ausgeglichen, sodass schärfere und genauere Bilder erzielt werden – was insbesondere für präzise Messungen, die Fehlererkennung und die multispektrale Analyse von entscheidender Bedeutung ist.

Hinweis: Die Modelle AP-3200T und AP-1600T bieten eine serienmäßige Aberrationskorrektur.

Automatische Pegelsteuerung (ALC)

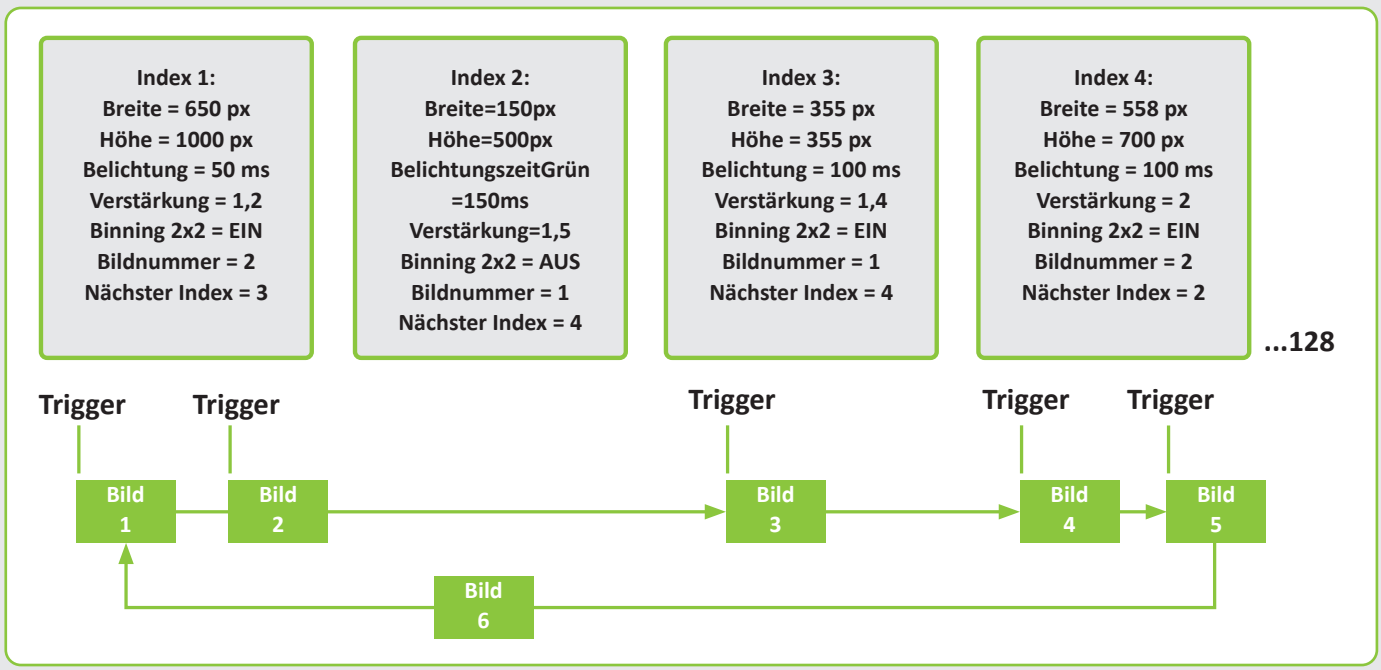
Aufrechterhaltung einer gleichmäßigen Bildhelligkeit.

Die automatische Pegelsteuerung (ALC-Automatic Level Control) ist eine intelligente Bildgebungsfunktion der Kamera, die sowohl die Verstärkung als auch die Verschlusszeit (innerhalb benutzerdefinierter Schwellenwerte) dynamisch anpasst, um eine gleichmäßige Helligkeit und Bildqualität (ohne Bewegungsunschärfe) auch bei schwankenden Lichtverhältnissen aufrechtzuerhalten. Dies ist besonders nützlich für Echtzeit-Bildgebungssysteme im Außenbereich, die unter verschiedenen und sich ändernden Umgebungsbedingungen zuverlässig funktionieren müssen.

Sequenzer-Steuerungsfunktion

Aufnahme mehrerer Belichtungen mit unterschiedlichen Kameraeinstellungen.

Alle Apex-Modelle sind mit einer Sequenzer-Steuerungsfunktion ausgestattet, mit der Benutzer mehrere Kombinationen (Indizes) aus Belichtungszeit, Verstärkung, ROI und anderen Kameraeinstellungen definieren können, die jedes Mal durchlaufen werden können, wenn die Kamera ein Triggersignal empfängt. Dies ist besonders nützlich, um schnell mehrere Belichtungen von zu prüfenden Objekten aufzunehmen und Bereiche oder Komponenten mit deutlich unterschiedlichen Reflexionsgraden oder Kontrasten anzupassen, wodurch die Effizienz der Inspektion verbessert wird. Benutzer können bis zu 128 Indizes festlegen und die Reihenfolge definieren, in der die Indizes ausgeführt werden sollen.



Farbkonvertierung in der Kamera zur Anpassung an Ihre Anwendung

Apex-Kameras bieten eine fortschrittliche integrierte Farbraumkonvertierung, die eine flexible Anpassung an anwendungsspezifische Anforderungen wie Druckinspektion und Flachbildschirmprüfung ermöglicht.

Unterstützte Konvertierungen sind:
R-G-B zu HSI, R-G-B zu CIE XYZ, R-G-B zu sR-G-B und R-G-B zu Adobe R-G-B.

Darüber hinaus ermöglicht eine benutzerdefinierte Farbkorrekturmatrix die individuelle Konfiguration von R-G-B-Profilen und damit eine verbesserte Kontrolle über die Farbwiedergabe.

Flexible optische Ein-/Ausgänge für komplexe Trigger-Szenarien

Mit bis zu vier Opto-Eingängen und vier Opto-Ausgängen lassen sich Apex-Kameras problemlos in komplexe Inspektionssysteme integrieren. Diese Flexibilität ermöglicht die Einrichtung komplexer Trigger-Schemata zur Koordination mehrerer Lichtquellen, Kameras oder Bewegungssteuerungsgeräte – und gewährleistet so ein präzises Timing für jeden Beleuchtungsschritt in multispektralen Arbeitsabläufen.

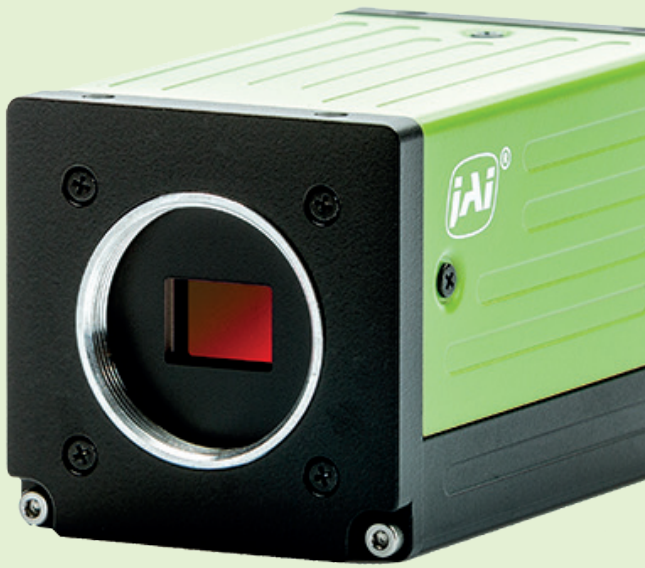
Robustes Design für zuverlässigen Betrieb

Die Kameras wurden für anspruchsvolle industrielle Anwendungen entwickelt und zeichnen sich durch eine robuste Konstruktion mit hoher Stoßfestigkeit (50 G) und Vibrationsfestigkeit (3 G) aus, die auch in rauen Umgebungen und bei hohen Temperaturen (Umgebungstemperaturbereich:-5 °C bis +45 °C) eine zuverlässige Leistung gewährleistet.

50G	3G	-5°C to +45°C	> 100K Stunden
Stoßfes-tigkeit	Vibration	Tempera-turbereich	MTBF

Außerdem viele weitere Funktionen, die Ihnen die Arbeit erleichtern:

- Automatischer Weißabgleich
- Voreingestellte Farbtemperaturfunktion
- Gamma-/Lookup-Tabellen
- Fehlerausgleich
- Shading-Korrektur
- Precision Time Protocol (PTP). Hinweis 1
- Farbverbesserungsfunktion
- Kantenverbesserungsfunktion.
- Video-Bypass-Modus
- Impulsgenerator
- Zählerfunktion
- RCT-Modus (ausgewählte Modelle)
- Particle Image Velocimetry (PIV)-Modus. Hinweis 2
- Power over Ethernet (PoE) – AP-1600T-PGE und AP-3200T-PGE
- Power over Camera Link (PoCL) – AP-1600T-PMCL und AP-3200T-PMCL
- Power over CoaXPress (PoCXP) – AP-5100T-CXPA



Hinweis 1: Wird von allen Modellen mit GigE Vision-Schnittstelle unterstützt.

Hinweis 2: Der PIV-Modus ist bei den AP-5100T-Modellen verfügbar.

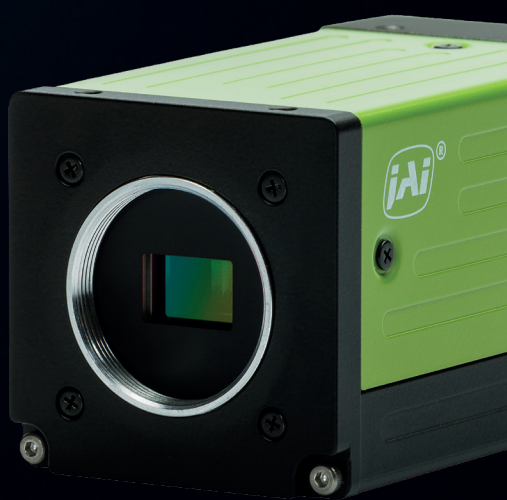
Finden Sie das richtige Apex-Modell für Ihr nächstes Farberkennungssystem:

Modell	Vorderansicht	Auflösung Megapixel (MP) (horizontale x vertikale Pixel)	Bilder pro Sekunde (fps)	Sensor format	Pixelgröße (µm)	Daten Ausgabe (Bit)	Sensor name	Schnittstelle
Modelle mit 3 x 1.6 Megapixel:								
AP-1600T-PGE		3 x 1,6 MP 1456 x 1088	24 fps	1/2,9″ CMOS	3,45 x 3,45 µm	8/10/12	IMX273 (Pregius)	GigE Vision
AP-1600T-USB [1]		3 x 1,6 MP 1456 x 1088	79 fps	1/2,9″ CMOS	3,45 x 3,45 µm	8/10/12	IMX273 (Pregius)	USB Vision
AP-1600T-PMCL		3 x 1,6 MP 1456 x 1088	126 fps	1/2,9″ CMOS	3,45 x 3,45 µm	8/10/12	IMX273 (Pregius)	Mini CL
Modelle mit 3 x 3.2 Megapixel:								
AP-3200T-PGE		3 x 3,2 MP 2064 x 1544	12 fps	1/1,8″ CMOS	3,45 x 3,45 µm	8/10/12	IMX265 (Pregius)	GigE Vision
AP-3200T-USB [1]		3 x 3,2 MP 2064 x 1544	38 fps	1/1,8″ CMOS	3,45 x 3,45 µm	8/10/12	IMX265 (Pregius)	USB Vision
AP-3200T-PMCL		3 x 3,2 MP 2064 x 1544	55 fps	1/1,8″ CMOS	3,45 x 3,45 µm	8/10/12	IMX265 (Pregius)	Mini CL
AP-3200T-10GE [2]		3 x 3,2 MP 2064 x 1544	106 fps	1/1,8″ CMOS	3,45 x 3,45 µm	8/10/12	IMX252 (Pregius)	GigE Vision (10GBASE-T)
Modelle mit 3 x 5.1 Megapixel:								
AP-5100T-CXPA **NEW**		3 x 5,1 MP 2472 x 2064	75 fps	1/1,8″ CMOS	2,74 x 2,74 µm	8/10/12	IMX548 (Pregius S)	CoaXPress (CXP-12) 1-connector
AP-5100T-5GE [3] **NEW**		3 x 5,1 MP 2472 x 2064	32 fps	1/1,8″ CMOS	2,74 x 2,74 µm	8/10/12	IMX548 (Pregius S)	GigE Vision (5GBASE-T)
AP-5100T-MCL **NEW**		3 x 5,1 MP 2472 x 2064	51 fps	1/1,8″ CMOS	2,74 x 2,74 µm	8/10/12	IMX548 (Pregius S)	Mini CL

Hinweis 1: Die Modelle sind mit oder ohne IR-Sperrfilter erhältlich. Modelle ohne IR-Sperrfilter bieten eine höhere Empfindlichkeit im roten Kanal und eine höhere NIR-Empfindlichkeit.

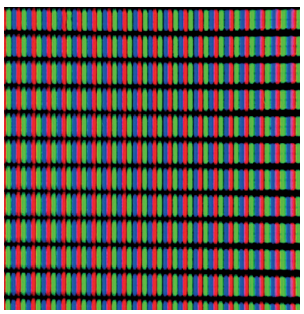
Hinweis 2: Kann automatisch auf 5GBASE-T, 2,5GBASE-T und 1000BASE-T umschalten.

Hinweis 3: Kann automatisch auf 2,5 GBASE-T und 1000BASE-T umschalten.



Anwendungsbeispiele

Die Apex-Serie ist die ideale Wahl für industrielle Bildgebungsanwendungen, bei denen genaue Farbdaten von entscheidender Bedeutung sind:



Display-Prüfung

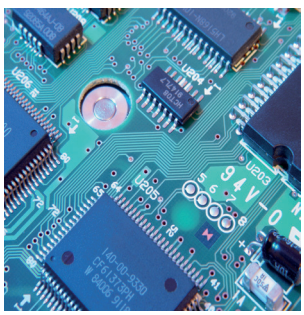
Die R-G-B-Kanaltrennung ermöglicht die gleichzeitige Prüfung der roten, grünen und blauen Subpixel auf Helligkeit, Gleichmäßigkeit und tote Pixel, ohne dass es zu Überlagerungen zwischen den Kanälen kommt, wodurch kritische Messfehler vermieden werden.

Pharmazeutische Qualitätsprüfung

Die Bildgebung mit geringem Übersprechen isoliert echte Farbunterschiede in Ampullen, Kapseln und mehrschichtigen Tabletten und verbessert so die Erkennung von Beschichtungsabweichungen oder Verunreinigungen, die bei Bayer-Sensoren durch Farbverläufe zu falschen Ergebnissen führen können.

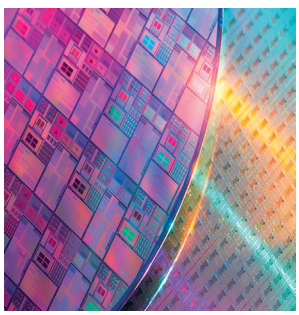
Inspektion von elektrischen Bauteilen und Leiterplatten

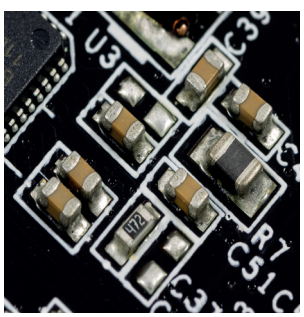
Erfassen Sie mehrere Inspektionsbilder – beispielsweise zur Überprüfung der Lötstellenintegrität, der Siebdruckausrichtung und der Bauteilpräsenz – in einem einzigen Durchgang unter Verwendung unterschiedlicher Beleuchtung pro Kanal. So steigern Sie den Durchsatz, reduzieren gleichzeitig die Anzahl der Kameras und sparen Platz im System.



Halbleiter- und Waferinspektion

Dank minimaler spektraler Überlappung können mehrere Beleuchtungsarten – wie Dunkelfeld, Hellfeld und Hintergrundbeleuchtung – oder verschiedene Wellenlängen gleichzeitig ohne Kanalverunreinigung verwendet werden, was eine detailliertere und effizientere Fehlererkennung in Wafern und Mikrostrukturen ermöglicht.





MLCC-Prüfung

MLCCs sind empfindlich und sehr anfällig für mechanische und thermische Belastungen. Selbst ein winziger Oberflächenriss kann sich ausbreiten und während des Betriebs zu Kurzschlüssen führen. Die hohe räumliche Auflösung der APEX-Kameras kann dabei helfen, winzige Risse und andere Defekte in MLCCs zu erkennen, bevor sie auf Leiterplatten montiert werden.

Druckinspektion

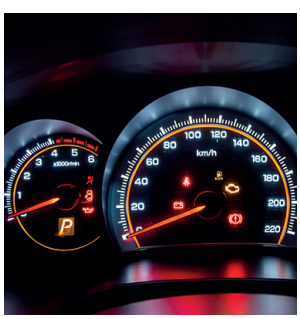
Beheben Sie Farbseparationen mit außergewöhnlicher Präzision für die Rasteroffset-Erkennung und die genaue Abtastung von Passermarken oder Farbkontrollfeldern, um die Druckqualität und -konsistenz sicherzustellen.

Sortieren und Klassifizieren von Lebensmitteln

Die prismatische Trennung verhindert Farbübertragungen und ermöglicht eine präzise Einstufung subtiler Reifegrade und Fehlerfarben bei Obst, Gemüse, Eiern und Fleisch – selbst bei gemischter Beleuchtung, bei der Bayer-Sensoren an Kontrast verlieren.

Inspektion in der Automobilindustrie

Durch die Erfassung reiner R-G-B-Kanäle messen Prismensensoren Farbtöne und LED-Farben präzise und ohne Verfälschung durch benachbarte Wellenlängen, wodurch zuverlässige Ergebnisse unter verschiedenen Lichtverhältnissen gewährleistet sind.



JAI A/S cannot be held responsible for any technical or typographical errors in this document and reserves the right to make changes to products and documentation without prior notification. August 2026 -v2.

EMEA

Denmark - JAI A/S
E-mail: camerasales.emea@jai.com

Germany - JAI A/S
E-mail: camerasales.emea@jai.com

The Netherlands - JAI A/S
E-mail: camerasales.emea@jai.com

APAC

Japan: JAI Ltd., Japan
E-mail: camerasales.japan@jai.com

China - JAI Technology (Beijing) Co., Ltd.
E-mail: camerasales.apac@jai.com

South Korea - JAI
E-mail: camerasales.apac@jai.com

Taiwan - JAI Representative Office
E-mail: camerasales.apac@jai.com

AMERICAS

United States - JAI Americas Inc.
E-mail: camerasales.americas@jai.com

www.jai.com

See the possibilities