

Die unterschiedlichen Belichtungsverfahren und warum Sie global shutter in der industriellen Bildverarbeitung und im ITS¹ Bereich verwenden sollten

Ob Kennzeichenerkennung, automatisierte Qualitätskontrolle (Quality 4.0), Überwachung von Produktionsabläufen oder die Prüfung von Barcodes: Die Auswahl des richtigen Kamerasensors für industrielle Bildverarbeitung stellt Machine-Vision-Anwender vor Herausforderungen. Neben der Beachtung verschiedener Parameter, wie Sensortyp, Schnittstellen, Auflösung, Bildrate, Belichtungszeit, Sensorgröße und Quantenwirkungsgrad² spielt auch das Belichtungsverfahren (engl. Shutter) eine wichtige Rolle.

1. Sensortypen und Shutter

In seiner originären Funktion schirmt der Verschluss oder Shutter den Kamerafilm vor Licht ab und öffnet sich bei Betätigung des Auslösers. Je nach eingestellter Belichtungszeit, erscheint das Bild dann heller (längere Belichtungszeit) oder dunkler (kürzere Belichtungszeit).³

Das gleiche Prinzip findet sich bei den heute statt Filmen gebräuchlichen CMOS- oder CCD-Sensoren. Diese lesen Bilder auf elektronischem Weg aus, indem sie Licht (Photonen) in elektrische Signale (Elektronen) umwandeln. Dabei setzt sich jedes Bild aus einer Vielzahl horizontaler Zeilen zusammen, die je nach Auflösung wiederum aus einer unterschiedlichen Zahl an Pixeln bestehen.

CCD-Sensoren kommen für Anwendungen infrage, die weder hohe Bildraten (max. 30 fps) noch hohe Auflösungen (max. 2 MP) benötigen und erreichen auch bei schlechten Lichtverhältnissen sehr gute

Bildqualität. Aufgrund ihrer speziellen Eigenschaften wie langer Belichtungszeit bei dunklem Himmel, hoher Messgenauigkeit oder hoher Datentiefe sind CCD-Sensoren insbesondere im wissenschaftlichen Sektor (z.B. Astronomie, Mikroskopie) weiterhin interessant.

Sensoren mit CMOS-Technologie kommen dagegen für Anwendungen in Betracht, die hohe Auflösung und hohe Bildraten erfordern und eignen sich daher vor allem für die industrielle Bildverarbeitung und den ITS Bereich. Wegen ihrer niedrigen Kosten und der schnellen Auslesegeschwindigkeit haben sich CMOS-Sensoren gegenüber CCD-Sensoren weitestgehend etabliert. Zudem überzeugen sie mit einem geringeren Energieverbrauch, geringerer Wärmeproduktion, verbesserter Quanteneffizienz, verbesserten Rauscheigenschaften und einem guten Preis-Leistungsverhältnis.

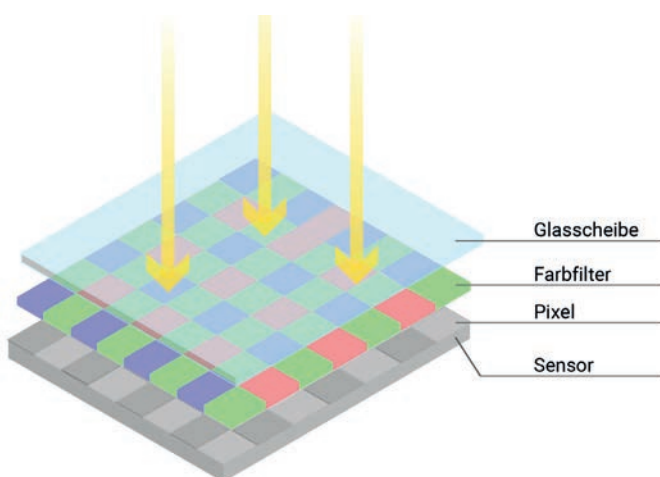


Abb. 1: Sensoraufbau



Abb. 2: Beispiel für einen CMOS-Sensor der Alvim Serie von Allied Vision verbaut in der Wahtari nCam mini

1 ITS: Intelligent Transport Systems

2 Unter Quanteneffizienz (QE) versteht man eine Maßeinheit für Sensoren, die die wellenlängenabhängige Umwandlungsrate von Photonen in Elektronen angibt. Sie ist – in Relation zur Lichtsituation – ein wichtiger Qualitätsfaktor für das Signal-Rausch-Verhältnis.

3 Längere Belichtungszeit ermöglicht beispielsweise die Darstellung der Flugbahn von sich langsam bewegenden Objekten (z.B. Himmelskörper), wohingegen kürzere Belichtungszeit präzisere Bilder hervorbringt.

Die älteren CCD-Sensoren sind bauartbedingt mit Global-Shutter ausgestattet. Bei den moderneren CMOS-Sensoren unterscheidet man nach der Art der Belichtung zwischen Rolling-Shutter- und Global-Shutter-Sensoren.

Ein Rolling-Shutter-Sensor lichtet ein Bild nicht als Ganzes ab, sondern zeitlich versetzt nach Zeilen oder Spalten. Das Auslesen des Bildes erfolgt also nicht für alle Bild-Pixel gleichzeitig, sondern sequenziell.



Abb. 3: Rolling Shutter

Bei einem Global-Shutter-Sensor findet hingegen eine zeitgleiche Belichtung aller Pixel, also des Gesamtbildes, statt.

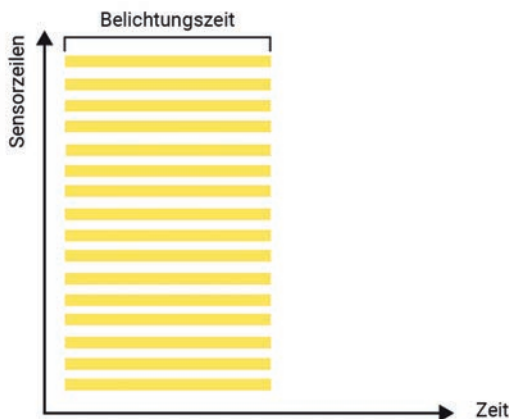


Abb. 4: Global Shutter

2. Problem: Rolling-Shutter-Effekt

Die Unterschiede von Global-Shutter- oder Rolling-Shutter-Sensoren zeigen sich vor allem bei der dynamischen Bildaufnahme:

Während ein Global-Shutter-Sensor Bewegtbilder korrekt darstellt, da das bewegte Motiv als Ganzes abgelichtet wird (Momentaufnahme des ganzen Bildes), kann es bei Rolling-Shutter-Sensoren zu geometrischen Verzerrungen und Deformierungen kommen (sog. Rolling-Shutter-Effekt).

Dieser entsteht dadurch, dass sich das bewegte Objekt während des sequenziellen Auslesens bei jeder Zeile

bereits an einer anderen Stelle auf dem Bildsensor befindet. Bei der Zusammensetzung aller Zeile zu einem Bild, erscheint das bewegte Motiv dann krumm oder verzerrt. Bei Bildaufnahmen unter Helligkeitsschwankungen (z.B. durch das für das menschliche Auge unsichtbare Flackern künstlicher Lichtquellen) können außerdem dunkle und helle Streifen auf dem Bild erscheinen.

Zwar kann der Rolling-Shutter-Effekt durch schnelle Bildausleseraten, aufwändige Blitzlicht- und Fremdlichtabschattungs-Konstruktionen oder nachträgliche Bearbeitung mit entsprechenden Programmen teilweise abgemildert werden.

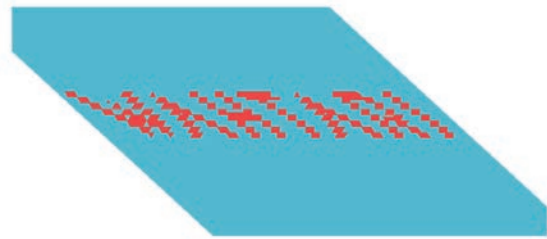


Abb. 5: Rolling-Shutter-Effekt

Der zusätzliche Kostenaufwand überwiegt den grundsätzlichen Preisvorteil von Rolling- gegenüber Global-Shutter-Sensoren allerdings ein und Blitzlicht-Konstruktionen führen nur in dunkler Umgebung zu brauchbaren Ergebnissen, nicht jedoch bei Dauerlicht.



Abb. 6: Global Shutter im Vergleich

Für Aufgaben, die eine hohe Bildgenauigkeit erfordern, ist es also sinnvoll, von vornherein Global-Shutter-Sensoren zu verwenden, um mangelhafte Ergebnisse oder nachträgliche Kosten, Probleme und Zeitaufwand zu vermeiden.

3. Lösung in der Industrie: Global Shutter

Bei CMOS-Sensoren sollte man im industriellen Bildverarbeitungsbereich zwingend auf eine Global-Shutter-Ausstattung achten, da aus unserer Sicht nur unter dieser Prämisse sinnvolle Qualitäts- und Produktionskontrollen mittels Machine-Vision-Lösung denkbar sind.



Abb. 7: Global Shutter: Nummernschild erkennbar

Gerade unter industriellen Bedingungen (kein Tageslicht, automatisierte und schnelle Bewegungsabläufe, vibrierende und sich bewegende Maschinen, Staub etc.) und ebenso bei der Kennzeichenerkennung im höheren Geschwindigkeitsbereich sind Rolling-Shutter-Kameras sehr fehleranfällig und führen zu verzerrten oder unpräzisen Bildern. Der Rolling-Shutter-Effekt macht sich hier also besonders bemerkbar, erschwert die Bildauswertung oder macht sie sogar unmöglich.

Im Gegensatz zu vielen anderen Herstellern bietet Wahtari deshalb bei allen nCam-Varianten die Möglichkeit der Ausstattung mit Global-Shutter Sensoren. So kann unsere nCam auch bei hochfrequenten Prozessen (z.B. Fließband-Produktion) oder hohen Geschwindigkeiten (z.B. Verkehrsüberwachung) gestochen scharfe Bilder erzeugen, die von der integrierten KI problemlos ausgewertet werden können.



Abb. 8: Rolling Shutter: Nummernschild nicht auswertbar

Dabei setzt Wahtari auf die Bildsensoren der Alviu-Serie von Allied Vision. Diese beinhaltet zahlreiche Modelle mit leistungsfähigen Bildsensoren von 0,5 bis 20.4 Megapixel Auflösung und bildet ein solides Fundament für höchste Bildqualität.

Mit Global-Shutter-Sensoren von Allied Vision vertraut Wahtari direkt auf der untersten Ebene der Bildererkennung auf starke Qualität um die Erkennungsgenauigkeit bei der Bildauswertung trotz gleichbleibender Produktionsgeschwindigkeit zu optimieren.

Lernen Sie auf unserer modularen Wahtari KI-Plattform mehr über unsere Integrationsmöglichkeiten für Ihr System: wahtari.io

Vor- und Nachteile auf einen Blick

	Rolling Shutter	Global Shutter
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Preisgünstiger durch Pixelarchitekturen mit weniger Transistoren • Benötigt weniger Speicher • Geringere Wärmeleistung • Geringes Elektronikrauschen 	<ul style="list-style-type: none"> • Scharfe Bilder auch bei sehr kurzen Belichtungszeiten • Scharfe Bilder von sich schnell bewegenden Objekten • Umfangreichere Anwendungsmöglichkeiten • Hohe Bildraten • Hohe Auflösung • Ausgezeichnetes Rauschverhalten auch bei dunklen Lichtverhältnissen • Weiter Dynamikbereich • Hohe Quanteneffizienz von bis zu 70 %
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Verzerrungen und Unschärfe bei Bewegtbildern • Streifige Ergebnisse bei Kunstlichtquellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Etwas teurer • Mehr benötigter Speicher

WAHTARI

© Wahtari GmbH, 07/2021