

BEDIENUNGSANLEITUNG

ITALA G SERIES

GigE Vision Cameras



Inhalt

1	ALLGEMEINE INFORMATIONEN	6
1.1	Haftungsausschluss	6
1.2	Bestimmungsgemäße Verwendung	6
1.3	Verbotene Verwendung	6
1.4	Revisionen	9
1.5	Bestellcode	12
2	GARANTIE UND ZERTIFIZIERUNGEN	14
2.1	Garantie	14
2.2	CE-Erklärung	14
2.3	FCC-Erklärung	14
2.4	KC-Zertifizierung	15
2.5	Schock und Vibrationen	15
2.5.1	ITALA G - ITALA G.EL	15
2.5.2	ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP	16
2.6	RoHS, REACH und WEEE	16
3	EINFÜHRUNG	17
3.1	Handbuch und Konventionen	17
3.2	Produktidentifikationsdaten	17
3.3	Lagerungs- und Betriebsbedingungen	18
3.3.1	Lagerbedingungen	18
3.3.2	Betriebsbedingungen	18
3.4	Reinigung und Wartung	19
4	ERSTE SCHRITTE	21
4.1	Überblick	21
4.2	Hardware-Installation	21
4.2.1	Kamerainstallation	21

4.2.2	Objektiv	21
4.2.3	Ethernet-Kabel	23
4.2.4	GPIO-Kabel	24
4.2.5	Flüssiglinse	26
4.3	Systemkonfiguration	36
4.3.1	Systemanforderungen	36
4.3.2	Kameratreiber	36
4.3.3	Netzwerk und Konfiguration	39
4.3.4	Bandbreitenverwaltung	40
4.3.5	NIC-Energieverwaltung	43
4.4	Itala SDK	44
4.5	Kamera mit Itala API verwenden	47
4.5.1	Itala SDK-Dokumentation	48
4.6	Kamera mit Software von Drittanbietern verwenden	48
4.7	Kamera mit Itala View verwenden	48
4.7.1	Registerkarten und Panels	48
4.7.2	IP-Konfigurator	50
4.7.3	Firmware-Update	51
4.7.4	LUT-Assistent	54
4.7.5	Assistent zur Korrektur defekter Pixel	55
4.7.6	Farbkorrektur-Assistent	56

5 TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN 60

5.1	Technische Spezifikationen	60
5.2	Elektrische Spezifikationen	63
5.2.1	Elektrische Eingangs-Spezifikationen	63
5.2.2	Elektrische Ausgangs-Spezifikationen	65
5.3	Optische Sensorantwort	67
5.4	Optische Filter	72
5.5	Mechanische Spezifikationen	73
5.5.1	Maßzeichnungen	73
5.5.2	GigE Vision mechanische Anforderungen	75
5.5.3	Sensorzentrierungsdaten	75
5.6	Steckverbinder und Pinbelegung	76
5.7	E/A-Schaltkreis	78
5.7.1	Optisch isolierter Eingang	78
5.7.2	Optisch isolierter Ausgang	79

5.8	LED-Anzeigen	79
-----	------------------------	----

6 KAMERAFunkTIONEN 81

6.1	Device Control	81
6.1.1	Sensor Temperature Status	83
6.1.2	Bandwidth limit	84
6.2	Image Format Control	84
6.2.1	Bildverarbeitungs-Pipeline	86
6.2.2	Bild-ROI	87
6.2.3	Binning	88
6.2.4	Dezimierung	89
6.2.5	Readout direction	89
6.2.6	Bittiefe und Pixelformat	90
6.2.7	Debayering	107
6.2.8	Test pattern	110
6.3	Acquisition Control	111
6.3.1	Trigger overlap	113
6.3.2	Dual Exposure	115
6.3.3	Trigger delay	116
6.3.4	<i>Timed vs TriggerWidth-Belichtungsmodus</i>	118
6.3.5	Image Compression	119
6.4	Analog Control	120
6.4.1	Gain	121
6.4.2	Weißabgleich	122
6.4.3	Gamma correction	124
6.4.4	Black level	125
6.5	OE Auto Functions Control	125
6.5.1	OE AutoAOI	126
6.5.2	OE Autoexposure/Autogain	128
6.6	LUT Control	131
6.6.1	LUT	131
6.7	Color transformation control	132
6.7.1	Color Correction Matrix (CCM)	133
6.7.2	Durchführung einer korrekten Farbkalibrierung	134
6.8	Digital I/O Control	140
6.8.1	Input Stage	141
6.8.2	Debouncer	142

6.8.3	Output stage	144
6.9	Counter and Timer Control	145
6.10	Encoder Control	146
6.10.1	Encoder interface	147
6.10.2	Encoder output mode	147
6.10.3	Encoder mode	147
6.10.4	Verwaltung des EncoderValue-Überlaufs	148
6.11	Logic Block Control	149
6.11.1	Logic block Modul	150
6.12	Action Control	152
6.12.1	Action Command	152
6.12.2	Scheduled Action Command	153
6.13	Event Control	154
6.13.1	Exposure End Event	156
6.13.2	Frame Trigger Missed Event	156
6.13.3	Frame Trigger Ready Event	157
6.13.4	Line 0 Rising Edge Event	158
6.13.5	Line 1 Rising Edge Event	158
6.13.6	Test Event	159
6.13.7	Autofocus Done Event	159
6.13.8	Sensor Temperature Event	159
6.13.9	Event Lost Event	160
6.13.10	Buffer Full Event	161
6.13.11	Buffer Ready Event	162
6.13.12	Transfer Skipped Event	162
6.14	User Set Control	163
6.15	Chunk Data Control	164
6.15.1	Chunk Data	165
6.15.2	Chunk Data: Anwendungsbeispiel	166
6.15.3	OE Serial Interface Control	167
6.16	Serial interface	168
6.17	OE Liquid Lens Control	170
6.17.1	Liquid Lens interface	173
6.17.2	Autofokus	174
6.18	OE Defective Pixel Correction Control	178
6.18.1	Defektpixelkorrektur	178
6.19	Test Control	180
6.20	Transport Layer Control	180

6.20.1	Precision Time Protocol (PTP)	183
6.21	Sequencer Control	184
6.21.1	Sequencer-Übersicht	185
6.21.2	Konfiguration eines Sequencer set	185

7 ANWENDUNGSFÄLLE 188

7.1	Beispiele für Verdrahtungsverbindungen	188
7.1.1	Kamera durch ein externes Gerät triggern	188
7.1.2	Synchronisierung eines externen Geräts mit Itala Kameras	189
7.2	Verzögerung für die Ausgangslinien der Kamera hinzufügen	191
7.3	Verwaltung der Streaming-Bandbreite	193
7.4	Kompatibilität mit Cognex Vision Pro	197
7.5	Konfigurationsbeispiel für die Sequencer-Steuerung	204
7.5.1	Arbeiten mit Sequencer-Pfaden	204

8 FEHLERBEHEBUNG 206

8.1	Die Kamera ist in der Liste der verfügbaren Geräte nicht auffindbar	206
8.2	Warum fehlen einige Funktionen im GenlCam-Baum des Kamera-Viewers?	206
8.3	Warum verliert die Kamera Frames?	207

1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN

1.1 Haftungsausschluss

Verwenden und lagern Sie Opto Engineering® Produkte stets unter den vorgeschriebenen Bedingungen, um deren einwandfreie Funktion zu gewährleisten. Die Nichtbeachtung der folgenden Bedingungen kann die Produktlebensdauer verkürzen und/oder zu Fehlfunktionen, Leistungsminierungen oder Ausfällen führen.

Beachten Sie, dass eine fehlerhafte Funktion dieses Geräts gefährliche Situationen oder erhebliche finanzielle Verluste verursachen kann. Es ist unbedingt erforderlich, dass die Benutzer sicherstellen, dass der Betrieb der Kamera für ihre Anwendungen geeignet ist.

Alle hierin genannten Markenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.
Soweit gesetzlich zulässig:

- Alle Hardware-, Software- und Dokumentationsprodukte werden „wie besehen“ bereitgestellt.
- Opto Engineering® übernimmt keine Haftung für mittelbare Schäden jeglicher Art.

Untersuchen Sie Ihr Opto Engineering® Produkt nach dem Empfang visuell auf Transportschäden. Wenn das Produkt beim Empfang beschädigt ist, informieren Sie bitte umgehend Opto Engineering®.

1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Dieses Produkt ist eine **Maschinenvisionkamera** zur Erkennung, Inspektion und/oder Messung physikalischer Eigenschaften von Gegenständen/Objekten. Es stellt einem Host-Gerät über eine Hochgeschwindigkeitsverbindung einen Bildstrom bereit. Der Betrieb kann mithilfe verschiedener elektrischer Signaltypen mit anderen Geräten synchronisiert werden.

Bitte beachten Sie, dass dieses Produkt nicht für den Einsatz als CCTV-Kamera in einem Videoüberwachungssystem bestimmt ist.

1.3 Verbotene Verwendung

Bitte lesen Sie die folgenden Hinweise vor der Verwendung dieser Kamera.

Wenden Sie sich bei Zweifeln oder für weitere Hinweise an Ihren Distributor oder Händler.

- Zerlegen, modifizieren oder reparieren Sie das Produkt nicht selbst. Dies kann zu dauerhaften Fehlfunktionen oder sogar zu Feuer oder elektrischen Schlägen führen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;

- Stellen Sie das Produkt nicht an staubigen, feuchten oder heißen Orten oder in der Nähe von Flammen auf. Diese Bedingungen können Fehlfunktionen und Schäden oder sogar Feuer oder elektrische Schläge verursachen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;
- Sprühen Sie kein Insektizid und verwenden Sie keine anderen flüchtigen Chemikalien auf oder in der Nähe des Produkts;
- Dieses Gerät darf nicht in einer Anwendung eingesetzt werden, bei der ein Ausfall eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit oder eine Beschädigung anderer Geräte verursachen könnte. Beachten Sie, dass der durch seine Schaltkreise und sein Gehäuse gebotene Schutz beeinträchtigt werden kann, wenn das Gerät in einer vom Hersteller nicht vorgesehenen Weise verwendet wird;
- Dieses Gerät wird mit Niederspannung versorgt. Daher darf die Potentialdifferenz zwischen einer beliebigen Kombination angelegter Signale zu keinem Zeitpunkt die Versorgungsspannung überschreiten;
- Höhere Spannungen können einen Fehler verursachen und sind gefährlich für die menschliche Gesundheit;
- Dieses Gerät bietet nur begrenzten Schutz gegen Transienten, die durch induktive Lasten verursacht werden. Verwenden Sie bei Bedarf externe Schutzgeräte wie schnelle Dioden oder besser noch spezielle Transienten-Schutzgeräte;
- Lassen Sie keine Fremdkörper in das Gerät gelangen oder in Löcher, Klemmen und andere Öffnungen oder Lücken fallen. Dies kann Feuer oder elektrische Schläge verursachen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;
- Trennen Sie das Stromkabel, bevor Sie das Produkt bewegen. Die Nichtbeachtung dieser Vorsichtsmaßnahme kann das Stromkabel beschädigen, Feuer oder elektrische Schläge verursachen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;
- Kratzen, schneiden, öffnen oder verdrehen Sie die Stromkabel nicht. Dies kann zu Fehlfunktionen, Feuer oder elektrischen Schlägen führen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;
- Wenn das Stromkabel beschädigt oder gebrochen ist, kontaktieren Sie bitte unseren technischen Support und verwenden Sie das Produkt nicht. Beschädigte Kabel können Fehlfunktionen, Feuer oder elektrische Schläge verursachen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;
- Stecken oder ziehen Sie den Stecker des Stromkabels nicht mit nassen Händen. Dies kann elektrische Schläge verursachen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;
- Verwenden Sie das Produkt nicht in Gegenwart von brennbarem Gas. Dies kann Ausbrüche und Flammen verursachen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;
- Wenn Sie Auffälligkeiten wie Geruch, Rauch oder Überhitzung bemerken, schalten Sie das Gerät aus und trennen Sie die Stromkabel. Die weitere Verwendung des Produkts unter diesen Bedingungen kann Feuer oder elektrische Schläge verursachen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann;

- Wenn Sie das Produkt fallen gelassen oder das Produktgehäuse beschädigt haben, schalten Sie das Gerät aus und trennen Sie die Stromkabel. Die weitere Verwendung des Produkts unter diesen Bedingungen kann Feuer oder elektrische Schläge verursachen, was zu schwerwiegenden Verletzungen führen kann.

1.4 Revisionen

In Tabelle 1 sind alle Revisionen des Benutzerhandbuchs aufgeführt.

In der Spalte *Beschreibung* sind alle wesentlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Revisionen aufgeführt.

Rev.	Date	Description	FW ver.
1.0	22/09/2021	Erste Handbuchveröffentlichung	1.0.0 - 1.1.2
1.1	14/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> - Verweise auf neue Kamerafunktionen hinzugefügt - Abschnitt zur SDK-Installation hinzugefügt - Abschnitt zur Treiberinstallation hinzugefügt - Schnellstartabschnitt für Itala View hinzugefügt - Itala View wizards-Abschnitte hinzugefügt 	1.1.3 - 1.1.5
1.2	10/02/2023	<ul style="list-style-type: none"> - CCM-Kalibrierungsverfahren hinzugefügt - TimerDelay-Funktion hinzugefügt - Verweise auf SDK-Dokumentation hinzugefügt - PTP-Dokumentation hinzugefügt - Lager- und Betriebsbedingungen aktualisiert - Sensor-ADC-Auflösung aktualisiert - Verweise auf mechanische GigE-Spezifikationen hinzugefügt - Neue Teilenummern im Abschnitt „Bestellcode“ hinzugefügt - Anwendungsfall in Abschnitt 7.2 hinzugefügt 	1.2.0 - 1.2.2
1.3	07/03/2023	<ul style="list-style-type: none"> - TriggerDelay-Funktion hinzugefügt - Action-Commands-Funktion hinzugefügt - Serielle Schnittstellenkonfiguration hinzugefügt - Serielles Protokoll (ASCII, Modbus, Binär) hinzugefügt - PTP-Offset von UTC-Funktion hinzugefügt 	1.3.0 - 1.3.2
1.4	04/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> - DualExposure-Funktion hinzugefügt - Neue Teilenummern im Abschnitt „Bestellcode“ hinzugefügt - Variante im Abschnitt „Bestellcode“ hinzugefügt - Trigger-Eingang verzögerung in „Elektrische Spezifikationen“ aktualisiert 	1.4.0
1.5	30/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> - TestControl-Funktion hinzugefügt - Bandbreitenbegrenzungsformel aktualisiert - Zugriffsattribut einiger Funktionen aktualisiert - Action-Command-Abschnitt hinzugefügt - Korrektur der Dual-Exposure-Timings 	1.4.1 - 1.5.3

1.6	04/08/2023	- Anwendungsfall „Streaming-Bandbreitenverwaltung“ hinzugefügt - Warnhinweis im Abschnitt zur Hardware-Installation der Flüssiglinse hinzugefügt - Stoß- und Vibrationsdaten hinzugefügt	1.4.1 - 1.5.3
1.7	23/08/2023	- Abschnitt zur FCC-Erklärung hinzugefügt	1.4.1 - 1.5.3
1.8	27/09/2023	- Kompatibilitätstestverfahren für Cognex Vision Pro hinzugefügt - Abschnitt zum Encoder-Ausgangsmodus aktualisiert - Encoder-Modus-Abschnitt hinzugefügt - Dual-Exposure-Timings aktualisiert	1.5.3 - 2.0.0
1.9	07/11/2023	- Firmware-Update-Verfahren aktualisiert - Hinweis zur TriggerWidth-Exposure-Funktion hinzugefügt	2.0.0 - 2.0.2
1.10	20/11/2023	- Hinweis zur DualExposure-Funktion hinzugefügt - Hinweis zur TriggerWidth-Exposure-Funktion hinzugefügt	2.0.0 - 2.0.2
1.11	16/01/2024	- Korrektur der monochromen Testmustersequenz - Aktualisierung der optischen Antwortdiagramme der Sensoren - Überarbeitung aller im Dokument genannten Funktionsnamen - Sequencer-Control-Abschnitt hinzugefügt - Sequencer-Konfigurationsanwendungsfall hinzugefügt	2.1.0 - 2.1.2
1.12	30/05/2024	- Informationen zur Dual Use-Klassifizierung für IMX990-Kameras hinzugefügt - ChunkSequencerSetActive-Funktionen hinzugefügt - Hinweis zur Priorität der Sequencer-Pfade hinzugefügt - Sequencer-Mehrpfad-Beispiel verbessert - IMX249-Unterstützung hinzugefügt (Bestellcode, Dual Exposure, QE-Diagramme) - Korrektur der Dual-Exposure-Timings - Korrektur des PSD für den Zufallsvibrationstest - Sensorzentrierungsdaten hinzugefügt - Dual-Exposure-Timings aktualisiert - Bestellcodeinformationen aktualisiert - Abschnitt 6.3.1 hinzugefügt - Abschnitt 6.10.4 hinzugefügt	2.2.0 - 2.2.2
1.13	31/07/2024	- Autofokus-Abschnitt hinzugefügt - Abschnitt zur Bildkomprimierung hinzugefügt - Encoder- und Zähler-Chunk-Daten hinzugefügt - Polarisierte Pixelformate hinzugefügt	2.3.0

1.14	20/12/2024	<ul style="list-style-type: none"> - Informationen zum Gerätedruck hinzugefügt - YUV411-Pixelformat hinzugefügt - Abschnitt zur Linux-Treiberinstallation hinzugefügt - Spezifikationen für Itala G.IP hinzugefügt - AutofocusDone-Ereignis hinzugefügt - oeLiquidLensAutofocusTriggerSource-Funktion hinzugefügt - oeFramesInBuffer-Funktion hinzugefügt - Drehmomentspezifikation für Befestigungsschrauben hinzugefügt - F-Mount-Option entfernt - Maximal verfügbaren Strom an Digitalausgängen hinzugefügt - Anforderungen an die Stromversorgung zur Erfüllung von 62368-1 hinzugefügt 	2.4.0 - 2.5.1
1.15	26/08/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl der Sequencer-Sets erhöht - Abschnitt 4.3.5 hinzugefügt - Kompatibilität mit Ubuntu-Versionen aktualisiert - LED-Farbcodierung aktualisiert 	≥ 3.0.0
1.16	26/09/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung für Ubuntu arm64 hinzugefügt 	≥ 3.0.0
1.17	19/02/2026	<ul style="list-style-type: none"> - Getestete Hardware für arm64-Plattform hinzugefügt - IP-Konfiguration für Ubuntu hinzugefügt - Jumbo-Frames-Konfiguration für Ubuntu hinzugefügt - NIC-Energieverwaltung für Ubuntu hinzugefügt - SDK-Installationsanweisungen für Ubuntu hinzugefügt - GigE-Vision-Steckverbinderspezifikationen hinzugefügt - Kamerareinigungsanweisungen aktualisiert - Corning® Varioptic® Flüssiglinsen-Funktionen hinzugefügt - Abschnitt zum Sensor-Temperaturstatus hinzugefügt - Ereignisbeschreibungen hinzugefügt - Abschnitt zu Entprellung und Entrauschung hinzugefügt - Abschnitt zu Bittiefe und Pixelformat hinzugefügt - Debayering-Abschnitt hinzugefügt - Chunk-Data-Abschnitt hinzugefügt - Abschnitt zur Bildverarbeitungs-pipeline hinzugefügt - OE-AutoAOI-Abschnitt hinzugefügt 	≥ 3.2.0
1.18	15/06/2026	<ul style="list-style-type: none"> - Iterativer Autofokus-Algorithmus hinzugefügt - Autofokus-Unterstützung für Corning® Varioptic® Flüssiglinsen hinzugefügt 	≥ 3.3.0
1.19	29/06/2026	<ul style="list-style-type: none"> - Spezifikationen für Itala G.EL.IP hinzugefügt 	≥ 3.3.0

Table 1: Handbuchrevisionen

1.5 Bestellcode

Die Kamerateilenummer ist wie folgt aufgebaut:

ITA000-WX-00Y-ZZ

Der Bestellcode ist in Tabelle 2 erläutert.

Besuchen Sie die Website von Opto Engineering, um die Verfügbarkeit der gewünschten Teilenummer zu prüfen.

HINWEIS: *ITA13-GM-10C-SWIR Produkt unterliegt gesetzlichen Exportkontrollvorschriften und erfordert möglicherweise schriftliche Angaben zum beabsichtigten Endverwendungszweck und zum endgültigen Bestimmungsort.*

Dual Use Klassifizierung: 6A003.B.4.A.

Code	Beschreibung	Optionen	Wert
ITA	Serienname		
000	Sensorauflösung	04	IMX287 - 0.40 Mpixel
		13	IMX990 - 1.34 Mpixel
		16	IMX273 - 1.58 Mpixel
		23	IMX249 - 2.35 Mpixel
		24	IMX392 - 2.35 Mpixel
		32	IMX265 - 3.19 Mpixel
		50	IMX264 - 5.07 Mpixel
		51	IMX547 - 5.10 Mpixel
		81	IMX546 - 8.13 Mpixel
		89	IMX267 - 8.95 Mpixel
		120	IMX304 - 12.37 Mpixel
			IMX253 - 12.37 Mpixel
		124	IMX545 - 12.41 Mpixel
		162	IMX542 - 16.19 Mpixel
		168	IMX387 - 16.88 Mpixel
		196	IMX367 - 19.66 Mpixel
		204	IMX541 - 20.35 Mpixel
		246	IMX540 - 24.55 Mpixel
		315	IMX342 - 31.49 Mpixel
W	Schnittstelle	G	Ethernet
X	Mono-/Farbsensor	M	Monochrom
		C	Farbe
00	Variante	1X	Sony IMX Pregius™ Sensor der 1./2. Generation
		2X	Sony IMX Pregius S™ Sensor der 4. Generation
Y	Anschluss	C	C-mount
		J	J-mount (M42x1 FD 12)
ZZ	Optionale Funktionen	-	Standardversion
		EL	Mit Flüssiglinsen-Controller
		PL	Polarisierter Polarsens™ Sensor
		SWIR	VIS-SWIR SenSWIR™ Sensor
		IP	IP67-Gehäuse
		EL-IP	IP67-Gehäuse mit Flüssiglinsen-Controller

Table 2: Bestellcode

2 GARANTIE UND ZERTIFIZIERUNGEN

2.1 Garantie

Die Gerätegarantie beträgt 5 Jahre ab dem tatsächlichen Lieferdatum, bezogen auf die Seriennummer des Geräts.

Die Garantie umfasst den Austausch oder die Reparatur des defekten Teils (Komponenten, Gerät oder Teile davon), mit Ausnahme von Demontage- und Versandkosten.

Der Austausch einer oder mehrerer Komponenten erneuert die Garantiezeit des gesamten Geräts nicht.

Die Elektronik und Teile, die normalem Gebrauch oder Verschleiß durch atmosphärische Einflüsse und äußere Umgebungsbedingungen unterliegen, sind von der Garantie ausgeschlossen. Ebenfalls ausgeschlossen sind alle Schäden, die durch fehlende, unzureichende oder unsachgemäße Wartung durch ungeschultes oder nicht autorisiertes Personal entstehen, sowie Schäden durch Fehlanwendung oder nicht autorisierte Ersetzungen, Änderungen oder Reparaturen.

Die allgemeine Gültigkeit der Garantie hängt ab von:

- Einer korrekt durchgeführten Wartung gemäß der Geräteanleitung;
- Der bestimmungsgemäßen Verwendung des Geräts gemäß dieser Anleitung.

2.2 CE-Erklärung

Itala Kameras entsprechen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und erfüllen daher die folgenden Normen:

Norm	Beschreibung
EN 61000-6-2	Allgemeine Normen – Störfestigkeitsnorm für Industrieumgebungen
EN 61000-6-4	Allgemeine Normen – Emissionsnorm für Industrieumgebungen

Table 3: EMV-Normen

2.3 FCC-Erklärung

Dieses Gerät wurde getestet und entspricht den Grenzwerten für ein digitales Gerät der Klasse B gemäß Teil 15 der FCC-Vorschriften. Diese Grenzwerte sind darauf ausgelegt, einen angemessenen Schutz vor schädlichen Störungen in Wohninstallationen zu bieten. Dieses Gerät erzeugt, verwendet und kann Hochfrequenzenergie abstrahlen und kann, wenn es nicht gemäß den Anweisungen installiert und verwendet wird, schädliche Störungen des Funkverkehrs verursachen. Es gibt jedoch keine Garantie, dass bei einer bestimmten Installation keine Störungen auftreten. Wenn

dieses Gerät schädliche Störungen beim Radio- oder Fernsehempfang verursacht, was durch Ein- und Ausschalten des Geräts festgestellt werden kann, wird dem Benutzer empfohlen, die Störungen durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen zu beheben:

- Empfangsantenne neu ausrichten oder an einen anderen Standort versetzen.
- Den Abstand zwischen dem Gerät und dem Empfänger vergrößern.
- Das Gerät an eine Steckdose eines anderen Stromkreises als dem des Empfängers anschließen.
- Den Händler oder einen erfahrenen Radio-/Fernsehtechniker um Hilfe bitten.

2.4 KC-Zertifizierung

Elektrische und elektronische Geräte, die nach Südkorea importiert werden, unterliegen der KC-Zertifizierung. Dies ist ein obligatorisches Zertifizierungssystem, das sicherstellt, dass nur von anerkannten Stellen zertifizierte Produkte auf den südkoreanischen Markt gelangen. Die Zertifizierung prüft insbesondere die Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Itala Kameras, die für den südkoreanischen Markt erhältlich sind, sind durch das KC-Zeichen und die KC-Registrierungsnummer gekennzeichnet.

Für weitere Informationen zu den KC-Identifikationsdaten scannen Sie bitte den QR-Code auf dem Produkt oder seiner Verpackung.

2.5 Schock und Vibrationen

Itala Kameras wurden gemäß den folgenden Normen und Grenzwerten auf Schock- und Vibrationsfestigkeit geprüft:

2.5.1 ITALA G - ITALA G.EL

Norm	Ausgabedatum	Test	Parameter
EN 60068-2-27	2009	Shock	x/y/z axis, 20g, 11ms, 10 pos. / 10 neg. shocks
EN 60068-2-6	2008	Sine vibration	x/y/z axis, 10g, 50-500 Hz, 10 sweep
EN 60068-2-64	2008+A1:2019	Random vibration	x/y/z axis, 5g RMS, 0.056g ² /Hz PSD, 30 min for each axis

Table 4: Normen und Grenzwerte für Schock und Vibrationen

2.5.2 ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Norm	Ausgabedatum	Test	Parameter
EN 60068-2-27	2009	Shock	x/y/z axis, 50g, 11ms, 10 pos. / 10 neg. shocks
EN 60068-2-6	2008	Sine vibration	x/y/z axis, 10g, 50-500 Hz, 10 sweep
EN 60068-2-64	2008+A1:2019	Random vibration	x/y/z axis, 5g RMS, 0.056g ² /Hz PSD, 30 min for each axis

2.6 RoHS, REACH und WEEE

Itala Kameras entsprechen den folgenden Richtlinien und Normen:

- RoHS 2011/65/EU
- REACH 1907/2006/EC
- WEEE 2012/19/EU

3 EINFÜHRUNG

3.1 Handbuch und Konventionen

Opto Engineering® SpA, mit Sitz in Strada Circonvallazione Sud 15, 46100 Mantova (Mn) - Italy, im Folgenden als Hersteller bezeichnet, stellt alle notwendigen Informationen in diesem Installations-, Betriebs- und Wartungshandbuch klar und verständlich zur Verfügung, um das Produkt Itala zu installieren, zu betreiben und zu warten.

Die Zielgruppe dieses Handbuchs sind alle Personen, die über das Wissen, die Erfahrung und die Fähigkeit verfügen, die in diesem Handbuch angegebenen Normen, Vorschriften und Sicherheitsmaßnahmen zu verstehen. Diese Personen werden im Folgenden als qualifiziertes Personal bezeichnet, das berechtigt ist, die in diesem Handbuch beschriebenen Produkte zu transportieren, zu installieren, zu betreiben und zu warten.

Dieses Material darf nur von dem Kunden verwendet werden, dem dieses Handbuch übergeben wurde, um das Produkt zu installieren, zu betreiben und zu warten.

Der Hersteller behält sich das Recht vor, das Handbuch und/oder das in diesem Handbuch genannte Produkt ohne vorherige Ankündigung zu ändern oder zu verbessern.

In diesem Dokument werden folgende typografische Konventionen verwendet:

HINWEIS: Hinweise enthalten wichtige Informationen. Sie sind außerhalb des Textes hervorgehoben, auf den sie sich beziehen.



VORSICHT: Diese Hinweise betonen Verfahren, die, wenn sie ganz oder teilweise nicht beachtet werden, zu Schäden an der Maschine oder an den Geräten führen können.



GEFAHR: Diese Hinweise betonen Verfahren, die, wenn sie ganz oder teilweise nicht beachtet werden, zu Verletzungen oder zur Gefährdung der Gesundheit des Bedieners führen können.

3.2 Produktidentifikationsdaten

Itala Kameras sind mit einem Etikett auf der Seitenseite der Verpackungsbox gekennzeichnet. Eine kompakte Version des Etiketts befindet sich auch auf der Rückseite der Kamera, in der Nähe der Anschlüsse.

Dieses Etikett dient zur Identifikation der Teilenummer, der Seriennummer und der MAC-Adresse jedes Geräts. Ein Beispiel eines Etiketts ist in Abbildung 1 dargestellt.

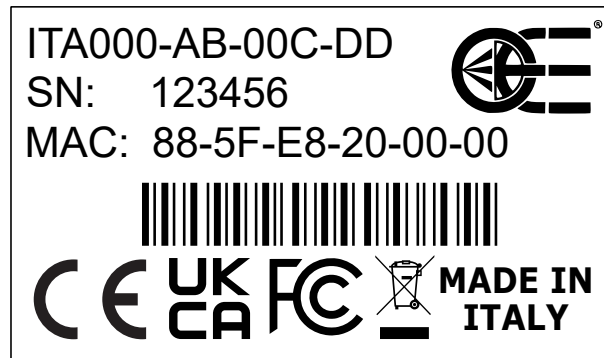


Figure 1: Beispiel eines Kameraetiketts.

3.3 Lagerungs- und Betriebsbedingungen

3.3.1 Lagerbedingungen

Lagerumgebung zwischen -10°C und 60°C.

Thermische Schocks vermeiden: das Produkt keinen plötzlichen Temperaturschwankungen aussetzen.

Das Produkt an einem trockenen Ort lagern: Lagerumgebung mit einer relativen Luftfeuchtigkeit (RH) von weniger als 80% (keine Kondensation).

3.3.2 Betriebsbedingungen

Extreme Temperaturen beeinträchtigen die Funktionalität des Produkts, insbesondere die elektronischen Komponenten.

Thermische Schocks vermeiden: das Produkt keinen plötzlichen Temperaturschwankungen aussetzen.

Da das Produkt elektronische Komponenten enthält, kann es im Betrieb Wärme erzeugen: Es ist sehr wichtig, eine ausreichende Wärmemenge abzuführen (falls erforderlich, das Gerät mit einem Zwangsluftkühlsystem betreiben).

Das Produkt an einem trockenen Ort betreiben: Betriebsumgebung mit einer relativen Luftfeuchtigkeit (RH) von weniger als 80% (keine Kondensation).

Generell ist die Lagerung und der Betrieb der Kamera in folgenden Umgebungen zu vermeiden:

- Umgebungen mit starken elektrischen/magnetischen Feldern.
- Orte, die direktem Sonnenlicht, Regen oder Schnee ausgesetzt sind.
- Umgebungen, die besonderen Gasen und gefährlichen Stoffen ausgesetzt sind.

- In stark vibrierenden Systemen.
- Staubige Orte.
- Extrem feuchte Orte.
- Extrem heiÙe/kalte Umgebungen.

Itala Kameras wurden in einer Klimakammer getestet, um die Temperaturföhigkeiten nachzuweisen.



VORSICHT: Die Qualität des Bildsensors verschlechtert sich leicht, wenn seine Temperatur den Bereich $-10^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$ (Sperrschichttemperatur) überschreitet.

In keinem Fall die absolute maximale Sensortemperatur von 100°C überschreiten.

Bitte lesen Sie das **Device Temperature** → **Sensor GenIcam-Feature**, um die Sensortemperatur zu überwachen und die absoluten Maximalwerte nicht zu überschreiten.

Opto Engineering übernimmt keine Verantwortung bei Schäden durch Überhitzung.



VORSICHT: Die Gehäusetemperatur darf den Bereich $-25^{\circ}\text{C} \div 65^{\circ}\text{C}$ nicht überschreiten.

Die Gehäusetemperatur wurde an der Außenseite des Aluminiumgehäuses, in der Nähe der Kamerahalterung, gemessen.



VORSICHT: Umgebungs- und Gehäusetemperatur können bei schlechter Wärmeableitung stark voneinander abweichen.

In diesem Szenario kann die Überwachung der Umgebungstemperatur nicht ausreichend sein.

Der Benutzer muss die Gehäusetemperatur der Itala überwachen und gegebenenfalls eine geeignete Wärmeableitungsstrategie anwenden, um 65°C nicht zu überschreiten.

Opto Engineering übernimmt keine Verantwortung bei Schäden durch Überhitzung und Beschädigung des Geräts.

3.4 Reinigung und Wartung

Auch wenn die Kamera mit einem robusten Mechanikgehäuse ausgestattet ist, müssen einige Maßnahmen befolgt werden, um die Kamera selbst nicht zu beschädigen.



VORSICHT: Versuchen Sie nicht, die Kamera zur Reinigung zu zerlegen. Interne Komponenten sind hochempfindlich, und unsachgemäÙe Handhabung kann dauerhafte Schäden verursachen oder die Garantie ungültig machen. Alle Reinigungsarbeiten sollten extern nach den empfohlenen Verfahren durchgeführt werden.

Housing



VORSICHT: Verwenden Sie keine ungeeigneten Reinigungschemikalien wie Benzol, Aceton, Verdünner oder Sprühreiniger.

Um das Kameragehäuse zu reinigen, verwenden Sie eine kleine Menge neutrales Reinigungsmittel, das mit einem weichen Tuch oder einer Bürste aufgetragen wird, und wischen Sie es dann trocken.

Sensor protection glass / filter



VORSICHT: Verwenden Sie keine ungeeigneten Reinigungschemikalien wie Benzol, Aceton, Verdünner oder Sprühreiniger.



VORSICHT: Verwenden Sie keine Druckluft mit hohem Druck, da diese Staubpartikel in die Kameramechanik treiben kann. Falls unbedingt notwendig, verwenden Sie nur Luft mit sehr niedrigem Druck, die durch eine feine Düse und einen geeigneten Druckregler abgegeben wird.

Reinigen Sie das Schutzglas oder den optischen Filter vor dem Sensor mit einem fusselfreien Wat-testäbchen, das leicht mit Isopropylalkohol angefeuchtet ist.

4 ERSTE SCHRITTE

4.1 Überblick

Itala ist eine industrielle **Gigabit-Ethernet-Kamera**, die mit den Spezifikationen *GigE Vision* und *GenICam* konform ist.

Diese Kamera ist in der Lage, Bilddaten mit hohen Frameraten und über große Entfernungen von bis zu mehreren hundert Metern zu übertragen.

Speziell für raue industrielle Umgebungen entwickelt, gewährleisten Itala Kameras einen zuverlässigen Betrieb und erstklassige Leistungen in ihrer Klasse. Die Konformität mit *GigE Vision* und *GenICam* ermöglicht eine einfache Kameraintegration und -austauschbarkeit. Dank flexibler Versorgungsoptionen (12–24 Vdc und **Power over Ethernet**) sind Itala Kameras mit den meisten Vision-Systemen kompatibel und ermöglichen einfache und flexible Verkabelungskonfigurationen.

4.2 Hardware-Installation

4.2.1 Kamerainstallation

Die Kamera ist mit 4 x M3-Gewindebohrungen auf jeder Seite ausgestattet, die eine flexible und robuste Montage ermöglichen. Es wird empfohlen, die Kamera mit einer Metallhalterung an einem Metallobjekt zu befestigen, um die Wärmeableitung zu erleichtern. Stellen Sie vor der Installation der Kamera sicher, dass diese entsprechend den Anforderungen Ihrer Applikation korrekt ausgerichtet ist. Beachten Sie, dass Sie auch die Kamerafunktionen **ReverseX** und **ReverseY** nutzen können, um das Bild entlang der X- und Y-Achse direkt in der Kamera ohne Leistungsverlust zu spiegeln.

Es sollte ausreichend Platz vorgesehen werden, um eine ordentliche Kabelführung auf der Rückseite der Kamera zu gewährleisten.

HINWEIS: Schrauben Sie die Schrauben mit einem Anzugsmoment von 1,2–1,4 Nm fest. Verwenden Sie eine Schraubensicherungsflüssigkeit, wenn das Gerät hohen Vibrationen ausgesetzt ist.

4.2.2 Objektiv

ITALA G - ITALA G.EL

Kameras im Gehäuse **TYP 1** sind mit einem Standard-**C-Mount** (1-Zoll-Durchmesser, 32 Gewindegänge pro Zoll) mit einem Flanschabstand von 17,526 mm ausgestattet.

Kameras im Gehäuse **TYP 2** sind mit einem **M42x1**-Gewindeanschluss mit einem Flanschabstand von 12 mm ausgestattet.

Siehe Abschnitt 5.5 für die Maßzeichnungen der Kameras.

Stellen Sie vor der Installation des Objektivs sicher, dass das Objektiv und das Schutzglas der Kam-

era einwandfrei sauber sind. Beachten Sie Abschnitt 3.4 für Reinigungsanweisungen.

HINWEIS: Erwägen Sie bei schweren Objektiven, das Objektiv direkt mit einem geeigneten Klemmsystem zu befestigen, anstatt sich auf die Kameramontagebohrungen zu verlassen. Wenn das Objektiv eine Einstellung der Montagephase erlaubt, ist diese Vorgehensweise unkompliziert. Andernfalls müssen Sie sicherstellen, dass die Kameraausrichtung nach dem Einschrauben in die endgültige Position korrekt ist.

ITALA G.IP

Kameras im Gehäuse **IP67** sind mit einem Standard-**C-Mount** (1-Zoll-Durchmesser, 32 Gewindegänge pro Zoll) mit einem Flanschabstand von 17,526 mm ausgestattet.

Siehe Abschnitt 5.5 für die Maßzeichnungen der Kameras.

Stellen Sie vor der Installation des Objektivs sicher, dass das Objektiv und das Schutzglas der Kamera einwandfrei sauber sind. Beachten Sie Abschnitt 3.4 für Reinigungsanweisungen.



VORSICHT: für einen vollständigen IP67-Schutz ist ein geeignetes Objektivgehäuse erforderlich.

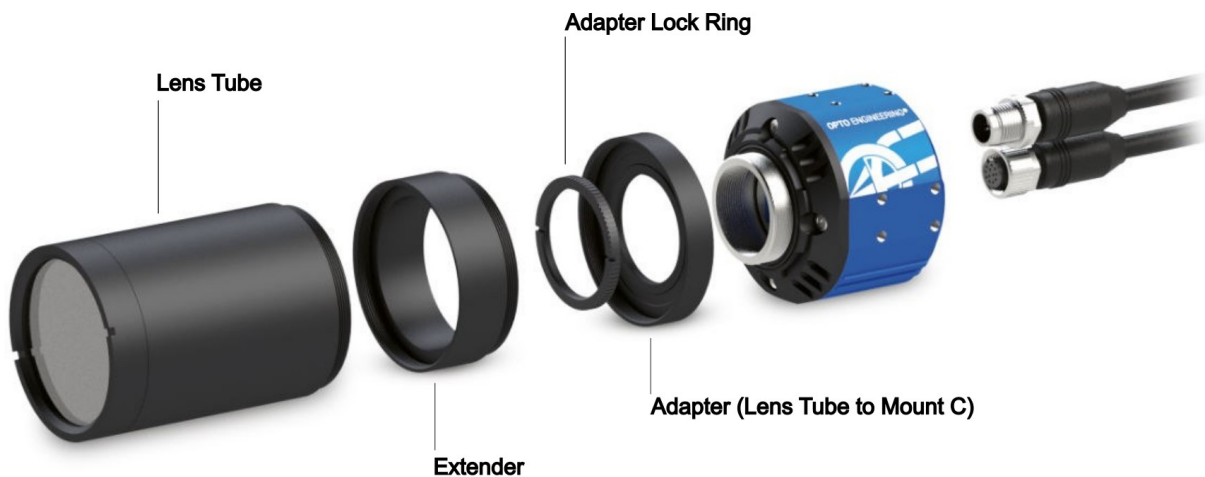


Figure 2: Installation des IP67-Objektivgehäuses.

Der **Adapter** sollte ordnungsgemäß auf den C-Mount aufgeschraubt werden, um eine gute Abdichtung zu erzielen. Der **Adapterverriegelungsring** dient dazu, den **Adapter** zu fixieren und ein Verdrehen zu verhindern. Der **Verlängerungsring** ist optional und seine Verwendung hängt von der Objektivgröße ab. Das **Objektivrohr** sollte ebenfalls fest angezogen werden, um eine gute

Abdichtung zu gewährleisten.



VORSICHT: ziehen Sie die Teile des Objektivgehäuses nicht zu fest an, da dies die Kamera und das Objektivgehäuse beschädigen kann.

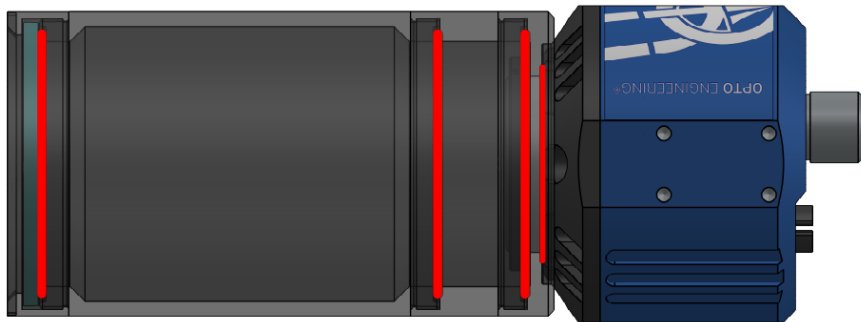


Figure 3: O-Ring-Positionierung für das IP67-Objektivgehäuse.



GEFAHR: Stellen Sie sicher, dass alle für die mechanischen Teile des Objektivgehäuses erforderlichen O-Ringe vorhanden sind, um eine einwandfreie Abdichtung zu gewährleisten. Andernfalls kann die Kamera beschädigt werden.

ITALA G.EL.IP

Siehe Abschnitt 4.2.5 für Anweisungen zur Installation einer Flüssiglense in einer IP67-Baugruppe.

4.2.3 Ethernet-Kabel

Verbinden Sie die Kamera mit einem geeigneten Cat-5e-Ethernet-Kabel oder besser mit dem Host-Gerät. Das Kabel muss dem Standard *ANSI/TIA-568* entsprechen und darf eine maximale Länge von 100 m nicht überschreiten.

Es sollte ein abgeschirmtes Kabel verwendet werden, um die EMV-Immunität des Systems zu verbessern, insbesondere in rauen industriellen Umgebungen.

Wenn Sie die Kamera mit PoE (Power over Ethernet) versorgen möchten, verbinden Sie das Kabel mit einem geeigneten PoE-Injektor oder einer NIC (Netzwerkkarte).



VORSICHT: Verwenden Sie stets zertifizierte *IEEE 802.3af* PoE-Netzteile, -Injektoren und -NICs. Andernfalls kann die Kamera beschädigt werden.



VORSICHT: Verwenden Sie Power over Ethernet (PoE) und die dedizierte +24-V-Stromversorgung nicht gleichzeitig. Dies kann dazu führen, dass die Kamera außerhalb ihrer garantierten Spezifikationen betrieben wird.



GEFAHR: Kabel sollten sorgfältig verlegt werden, wobei Quetschungen, scharfe Ecken und übermäßige Zugbelastung zu vermeiden sind. Andernfalls kann es zu Kurzschlüssen, Schäden an den Geräten oder sogar zu einem Brand kommen.

ITALA G - ITALA G.EL

Itala G und Itala G.EL Kameras verfügen über 2 x M2-Gewindebohrungen für die Verwendung mit schraubbaren RJ45-Steckverbindern. Verwenden Sie bei beweglichen Applikationen (z. B. Kamera an einem Roboterarm) Schraubverriegelungssteckverbinder und Kabelzugentlastungen, um eine zuverlässige Verbindung sicherzustellen. Es wird auch ein hochflexibles Kabel empfohlen, das speziell für eine hohe Anzahl von Biegezyklen ausgelegt ist. Siehe Abschnitt 5.5 für die Maßzeichnungen der Kameras.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Itala G.IP und Itala G.EL.IP Kameras sind mit einem M12-X-kodierten Ethernet-Steckverbinder (Buchse) mit IP67-Schutzart ausgestattet. Eine zusätzliche Zugentlastung ist für dynamische oder bewegliche Applikationen nicht erforderlich.



VORSICHT: Um eine ordnungsgemäße Abdichtung zu gewährleisten, muss der Steckverbinder fest angezogen werden. Das typische Anzugsmoment liegt zwischen 0,4 und 0,6 Nm; beachten Sie jedoch stets die Herstellerangaben des Kabels für das empfohlene Drehmoment.

Verwenden Sie bei beweglichen Applikationen (z. B. Kamera an einem Roboterarm) Schraubverriegelungssteckverbinder und Kabelzugentlastungen, um eine zuverlässige Verbindung sicherzustellen. Es wird auch ein hochflexibles Kabel empfohlen, das speziell für eine hohe Anzahl von Biegezyklen ausgelegt ist. Siehe Abschnitt 5.5 für die Maßzeichnungen der Kameras.

4.2.4 GPIO-Kabel

Die Kamera kann auch über den GPIO-Anschluss (General-Purpose Input/Output) mit einem GPIO-Kabel von bis zu 30 m Länge und einem geeigneten Netzteil versorgt werden. Um optimale Leistung und EMV-Immunität in besonders gestörten Umgebungen zu gewährleisten, verwenden Sie abgeschirmte Kabel. Weitere Informationen zur GPIO-Steckerbelegung und eine vollständige Liste der elektrischen Spezifikationen der Itala Kameras finden Sie in den Abschnitten 5.6 bzw. 5.2.



VORSICHT: Verwenden Sie Power over Ethernet (PoE) und die dedizierte +24-V-Stromversorgung nicht gleichzeitig. Dies kann dazu führen, dass die Kamera außerhalb ihrer garantierten Spezifikationen betrieben wird.



GEFAHR: Die maximale Versorgungsleistung für das Produkt PS2 gemäß 62368-1 und LPS gemäß Anhang Q.1 beträgt weniger als 100 W.



GEFAHR: Verwenden Sie stets geeignete Kabel und Netzteile, die alle Gerätespezifikationen erfüllen. Andernfalls kann die Kamera beschädigt werden, es kann zu einem Brand kommen oder der Bediener kann verletzt werden.



GEFAHR: Kabel sollten sorgfältig verlegt werden, wobei Quetschungen, scharfe Ecken und übermäßige Zugbelastung zu vermeiden sind. Andernfalls kann es zu Kurzschlüssen, Schäden an den Geräten oder sogar zu einem Brand kommen.

ITALA G - ITALA G.EL

Stecken Sie den Push-Pull-Steckverbinder fest ein und achten Sie dabei auf die korrekte Ausrichtung. Für bewegliche Applikationen (z. B. Kamera an einem Roboterarm) wird ein hochflexibles Kabel empfohlen, das speziell für eine hohe Anzahl von Biegezyklen ausgelegt ist.



VORSICHT: Wenden Sie keine Gewalt an, wenn Sie auf zu großen Widerstand stoßen. Überprüfen Sie die Steckverbinderausrichtung und versuchen Sie es erneut.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Itala G.IP Kameras sind mit einem M12-A-kodierten GPIO-Steckverbinder (Stiftteil) mit IP67-Schutzart ausgestattet. Eine zusätzliche Zugentlastung ist für dynamische oder bewegliche Applikationen nicht erforderlich.

Itala G.EL.IP Kameras sind mit einem M12-A-kodierten GPIO-Steckverbinder (Stiftteil) mit IP67-Schutzart ausgestattet, der für die Verbindung mit dem M12-A-kodierten Steckverbinder (Buchse) (mit CAM beschriftet) des IPT-Adapters vorgesehen ist. Der Adapter stellt einen zweiten M12-A-kodierten Steckverbinder (Stiftteil) (mit HOST beschriftet) bereit, der für GPIO-Ein-/Ausgänge, Stromversorgung und andere Verbindungen verwendet wird. Eine zusätzliche Zugentlastung ist für dy-

namische oder bewegliche Applikationen nicht erforderlich. Befolgen Sie vor dem Herstellen von Verbindungen die Montageanweisungen in Abschnitt 4.2.5.



VORSICHT: Um eine ordnungsgemäße Abdichtung zu gewährleisten, muss der Steckverbinder fest angezogen werden. Das typische Anzugsmoment liegt zwischen 0,4 und 0,6 Nm; beachten Sie jedoch stets die Herstellerangaben des Kabels für das empfohlene Drehmoment.

Für bewegliche Applikationen (z. B. Kamera an einem Roboterarm) wird ein hochflexibles Kabel empfohlen, das speziell für eine hohe Anzahl von Biegezyklen ausgelegt ist. Siehe Abschnitt 5.5 für die Maßzeichnungen der Kameras.

4.2.5 Flüssiglinse

Itala G.EL und Itala G.EL.IP verfügen über einen **Liquid Lens Controller**, mit dem sich über den GPIO-Anschluss der Kamera direkt ein Produkt mit einer elektrisch abstimmbaren Linse von Optotune® oder Corning® Varioptic® steuern lässt.

ITALA G.EL

Es gibt zwei mögliche Konfigurationen für den Anschluss der Linse:

- Ein dediziertes **Punkt-zu-Punkt-Kabel** ermöglicht eine einfache Verbindung der Flüssiglinse, wenn die Kamera über PoE versorgt wird.
- Ein dediziertes **Y-Kabel** ermöglicht den gleichzeitigen Anschluss von Flüssiglinse, Netzteil und Synchronisierungsgeräten.

Weitere Informationen zur Verbindung und zum Betrieb der Flüssiglinse finden Sie in Abschnitt 6.17.1.



VORSICHT: Stellen Sie bei Verwendung des **Y-Kabels** sicher, dass **zuerst die Kamera verbunden** wird, dann die Linse und schließlich das Netzteil. Verbinden oder trennen Sie den Kamerasteckverbinder niemals, während die Linse und/oder das Netzteil angeschlossen sind. Andernfalls kann das in der Flüssiglinse integrierte EEPROM beschädigt werden.



VORSICHT: Verwenden Sie stets das von Opto Engineering® mitgelieferte Spezialkabel, um die Flüssiglinse mit der Kamera zu verbinden. Andernfalls kann die Kamera oder die Flüssiglinse beschädigt werden.

HINWEIS: Wenn das Objektiv eine Einstellung der Montagephase erlaubt, wählen Sie eine Ausrichtung, die die Belastung des Kabels minimiert.

Die Ausrichtung der Objektivmontage kann die Bildqualität beeinflussen. Lesen Sie die Linsen-spezifikationen vor der endgültigen Installation des Vision-Systems.

ITALA G.EL.IP

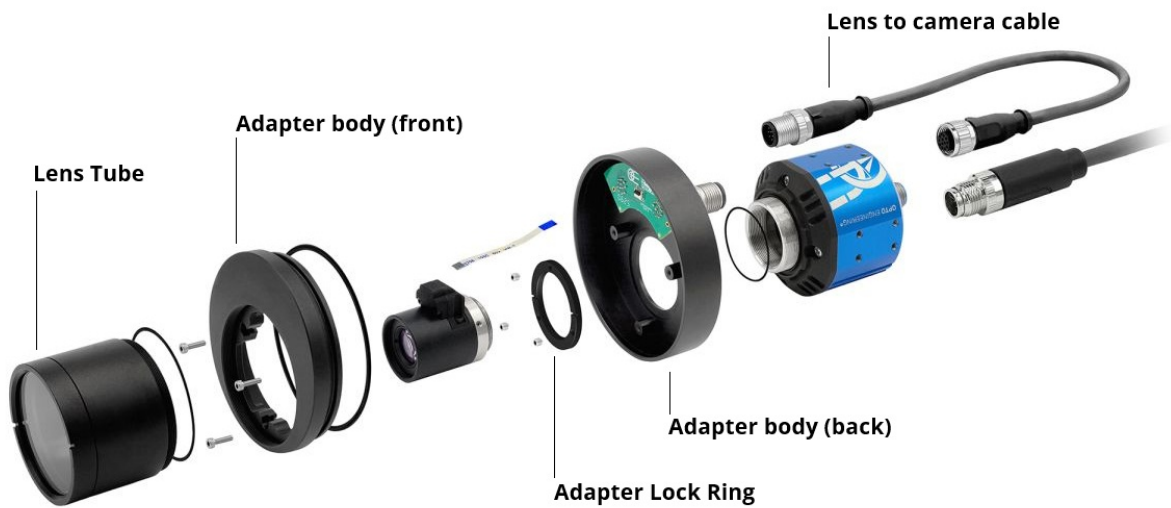


Figure 4: Installation des IP67-Flüssiglinsengehäuses.

Itala G.EL.IP erfordert einen speziellen IP67-Adapter sowie Rohrzubehör, um den elektrischen Anschluss der Linse zu ermöglichen und gleichzeitig den IP67-Schutz zu gewährleisten.

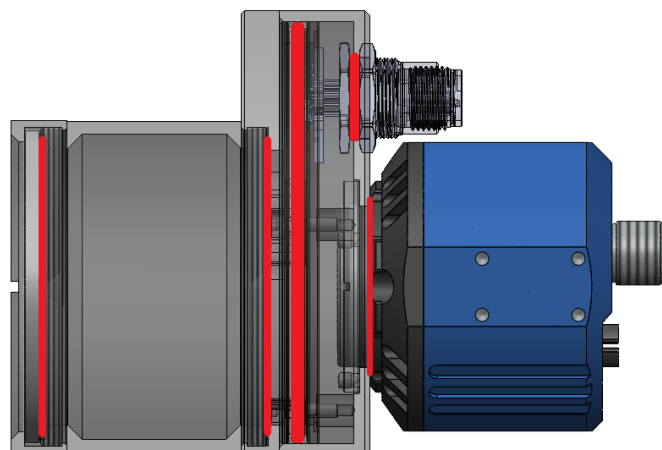


Figure 5: O-Ring-Positionierung für das IP67-Flüssiglinsengehäuse.



VORSICHT: ziehen Sie die Teile des Objektivgehäuses nicht zu fest an, da dies die Kamera und das Objektivgehäuse beschädigen kann.



GEFAHR: Stellen Sie sicher, dass alle für die mechanischen Teile des Objektivgehäuses erforderlichen O-Ringe vorhanden sind, um eine einwandfreie Abdichtung zu gewährleisten. Andernfalls kann die Kamera beschädigt werden.

Befolgen Sie die nachstehenden Anweisungen für die mechanische und elektrische Montage einer Itala G.EL.IP-Kamera, eines Objektivs und des gesamten erforderlichen Zubehörs der IPT-Serie.

1. (Optional) Phaseneinstellung des Objektivs

- Montieren Sie das Objektiv auf die Kamera.
- Verwenden Sie einen Sechskantschlüssel mit 0,9 mm Einsatz, um die drei Madenschrauben am Mount zu lösen und die Phase des Objektivs einzustellen. Ziehen Sie die Madenschrauben fest, sobald die gewünschte Phase erreicht ist, um sie zu sichern.
- Bitte beachten Sie, dass die Phase des Objektivs relativ zur Kamera in Kombination mit der Phase der Kamera relativ zum Adapter die Positionierung des Objektivs relativ zum Adapter bestimmt. Dieser Faktor ist besonders wichtig bei der EL5MP-Serie, da das Gehäuse, aus dem das Flachbandkabel austritt, so weit hervorsteht, dass das Objektiv nicht frei im Adapter positioniert werden kann.
- Entfernen Sie das Objektiv von der Kamera.

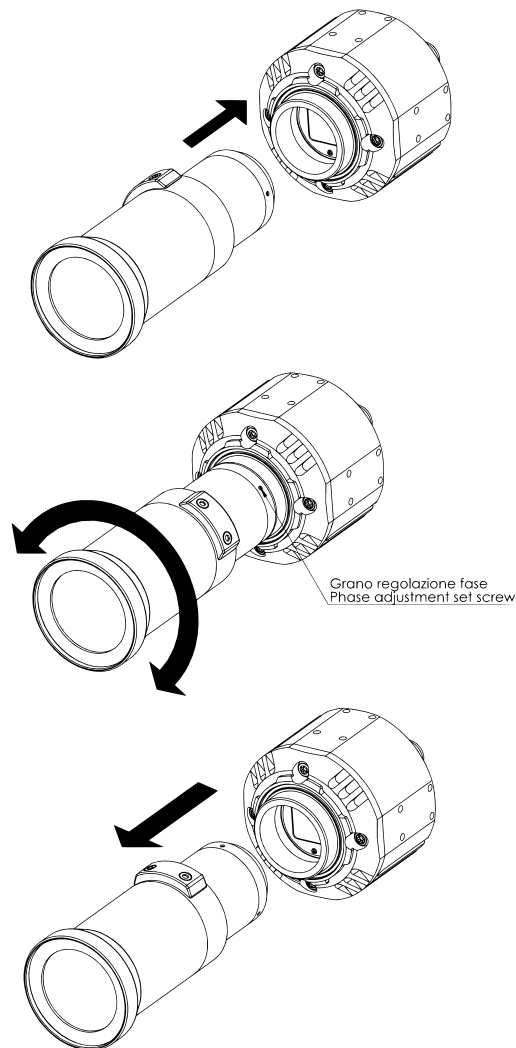


Figure 6: Phaseneinstellung des Objektivs.

2. Montage der Kamera auf dem Adapter

- Setzen Sie den O-Ring $\varnothing 32 \times 1$ in die dafür vorgesehene Aufnahme an der Vorderseite der Kamera ein.
- Führen Sie die Kamera durch die vorgesehene Öffnung in die hintere Halbschale des Adapters ein.
- Schrauben Sie den Verriegelungsring auf das Kameragewinde, ohne ihn festzuziehen, und achten Sie dabei auf die Position des O-Rings.
- Stellen Sie die Phase der Kamera relativ zum Adapter ein.
- Verwenden Sie einen Zweilochschlüssel, um den Verriegelungsring auf dem Kameragewinde festzuziehen und sicherzustellen, dass die Kamera korrekt am Adapter anliegt. Ziehen Sie anschließend die 3 Madenschrauben im Verriegelungsring fest.

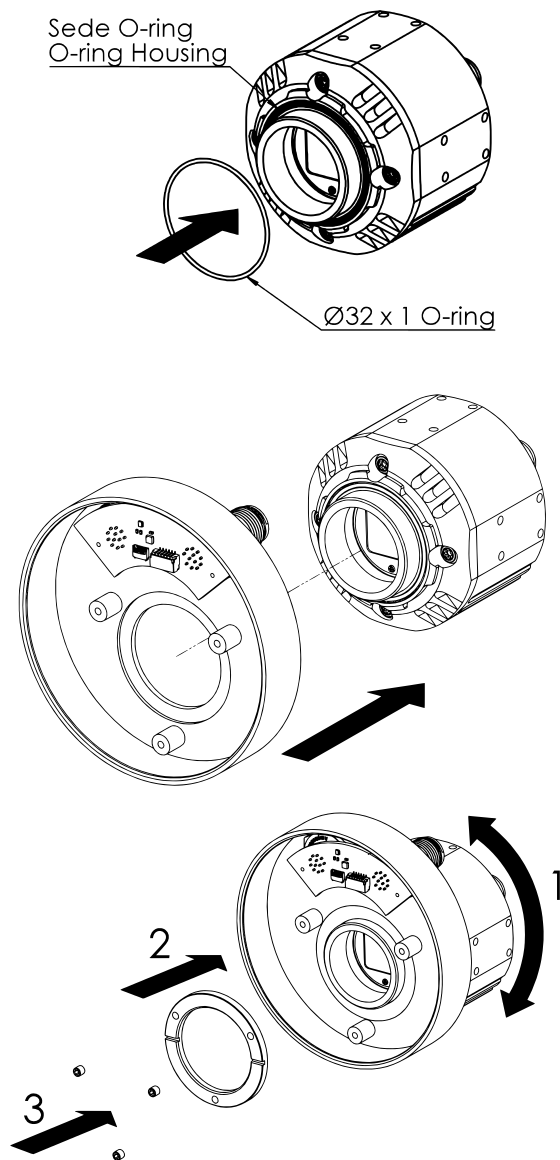


Figure 7: Montage des Adapterkörpers (hinten) auf der Kamera.

3. Montage und elektrischer Anschluss von **Opto Engineering®**- und **Optotune®**-Objektiven

- Schrauben Sie das Objektiv auf das Kameragewinde. Wurde Schritt 1 korrekt durchgeführt, sollte das aus dem Objektiv austretende Flachbandkabel nun zum FFC-Steckverbinder der Adapterplatine zeigen.
- Verbinden Sie das Flachbandkabel mithilfe einer Pinzette mit dem genannten Steckverbinder. Um die Einsteckrichtung zu erkennen, beachten Sie, dass das Kabel 6 freiliegende Leiterbahnen aufweist, die zum Objektiv zeigen müssen. Damit das Kabel passt, muss sich der Steckverbinder in der "offenen" Position befinden, d. h. mit der Klappe senkrecht zu seinem Gehäuse.

- Beachten Sie, dass sich die Optiken EL5MP und EL12MP im Kabelaustritt unterscheiden (der Hauptunterschied besteht in der Möglichkeit, das Flachbandkabel beim EL5MP auszutauschen). Auf der Adapterseite hat dieser Unterschied jedoch keinen Einfluss auf die Montage, die gleich bleibt.

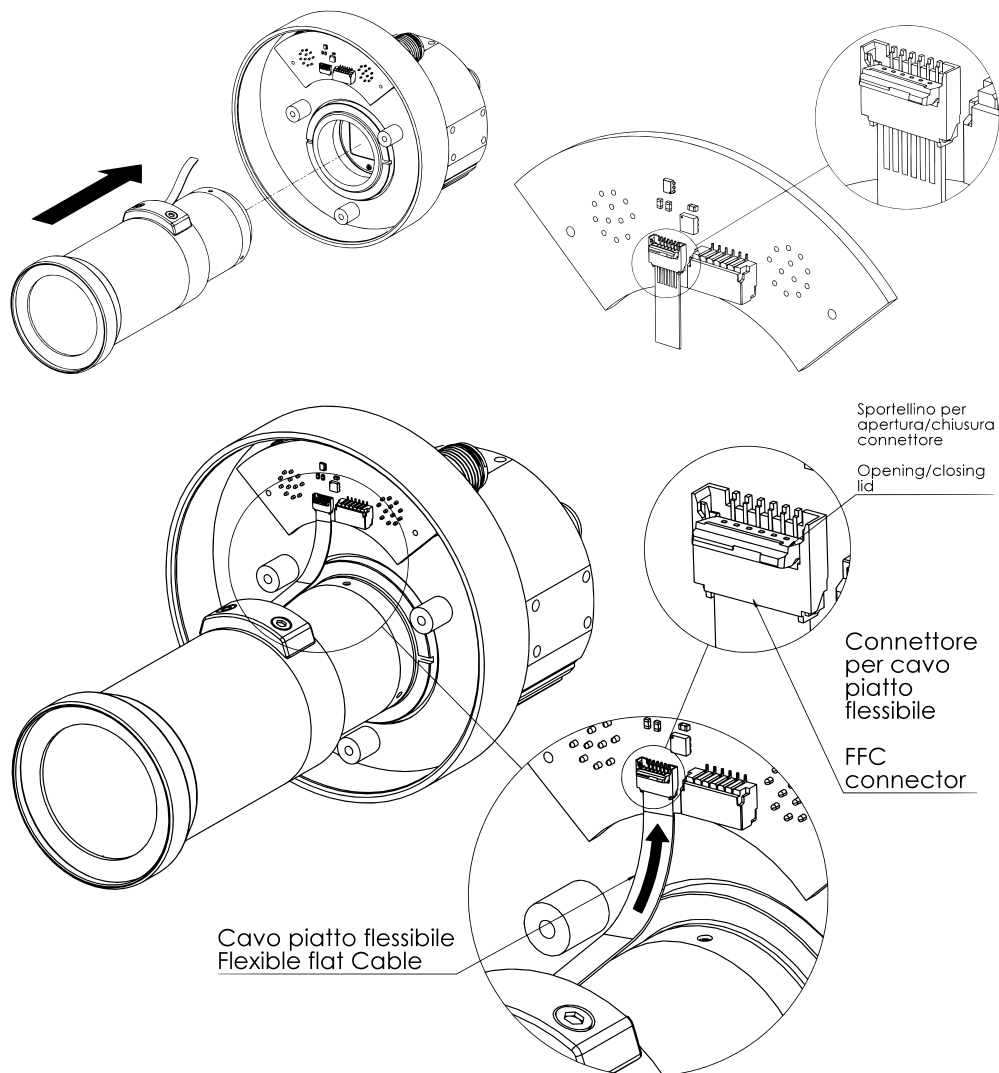


Figure 8: Montage und elektrischer Anschluss von Opto Engineering®- und Optotune®-Objektiven.

4. Montage und elektrischer Anschluss von **Corning® Varioptic®**-Objektiven

- Schrauben Sie das Objektiv auf das Kameragewinde.
- Verbinden Sie das Objektivkabel mithilfe einer Pinzette mit dem JST-Steckverbinder der Adapterplatine. Es wird empfohlen, das Kabel um das Objektiv zu wickeln. Dadurch wird der Platzbedarf des Kabels im Rohr reduziert.

- Corning® Varioptic®-Objektive können mehr als einen Steckverbinder haben, aber nur einer davon passt. Es ist normal, dass ein zusätzlicher Steckverbinder unbenutzt bleibt.

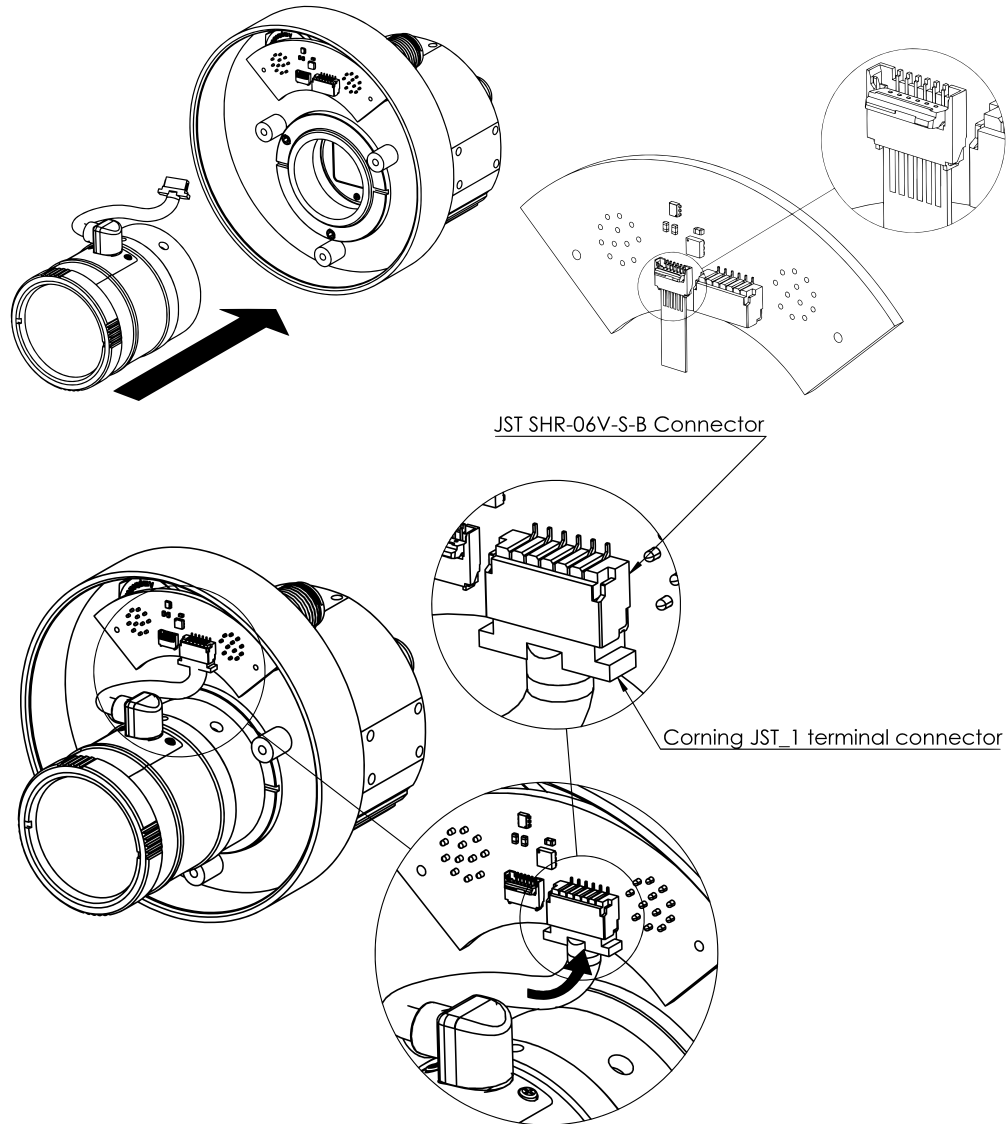


Figure 9: Montage und elektrischer Anschluss von Corning® Varioptic®-Objektiven.

5. Schließen des Adapters

- Prüfen Sie, ob der O-Ring $\varnothing 74 \times 2,5$ an der vorderen Halbschale vorhanden ist.
- Richten Sie die Bohrungen der 3 Gewindesäulen (an der hinteren Halbschale) an den entsprechenden Aussparungen der vorderen Halbschale aus.
- Drücken Sie die vordere Halbschale hinein, bis sie bündig mit der hinteren Halbschale abschließt. Aufgrund der Reibung der O-Ring-Dichtung ist ein gewisser Montagewiderstand zu erwarten.

- Passen Sie die Ausrichtung bei Bedarf an; in diesem Fall wird der Widerstand des O-Rings höher sein.
- Ziehen Sie die drei M2,5-Schrauben mit einem 2-mm-Sechskantschlüssel fest.

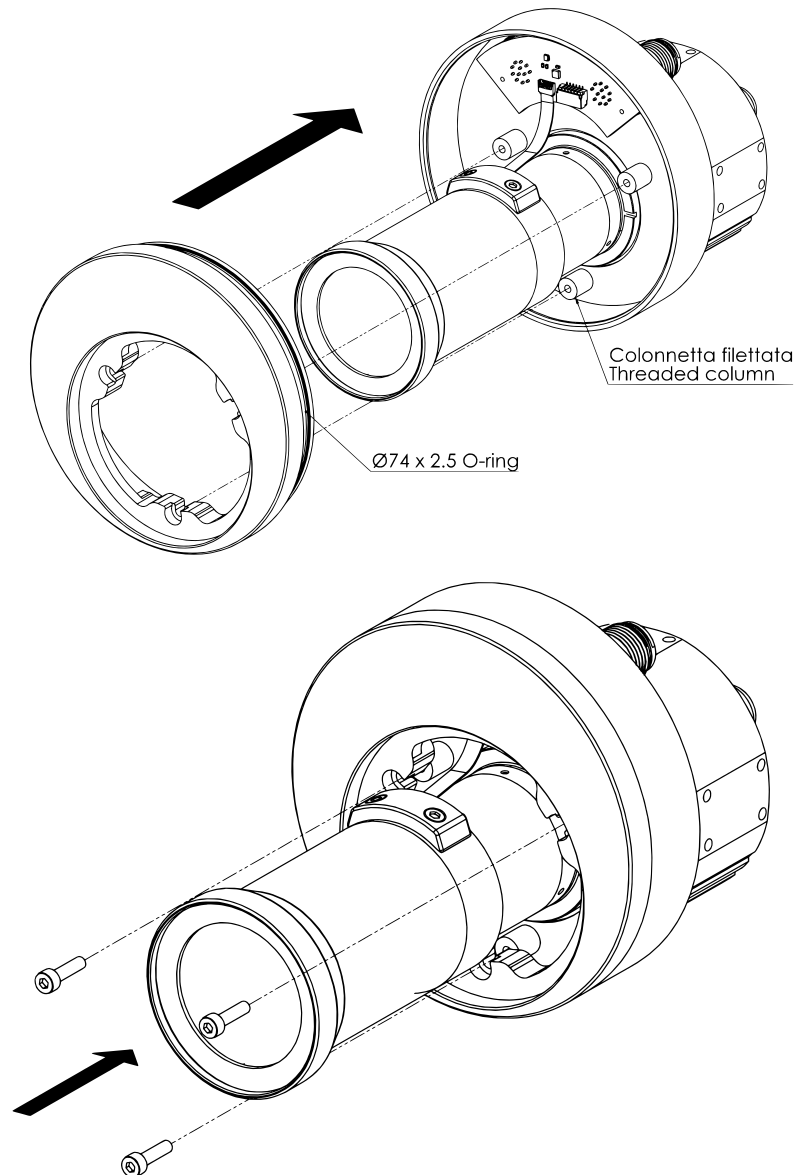


Figure 10: Schließen des Adapters.

6. (Optional) Montage des IPT-E51

- Setzen Sie den O-Ring $\varnothing 53 \times 1,5$ in die dafür vorgesehene Aufnahme des IPT-E51 ein.
- Schrauben Sie das IPT-E51 über das vorgesehene Gewinde bis zum Anschlag auf den Adapter.

- **Wichtig:** Da der Sitz des O-Rings als Anschlag dient, ist ein von außen sichtbarer Spalt (0,2-0,8 mm) zwischen dem IPT-E51 und dem Adapterkörper zu erwarten.

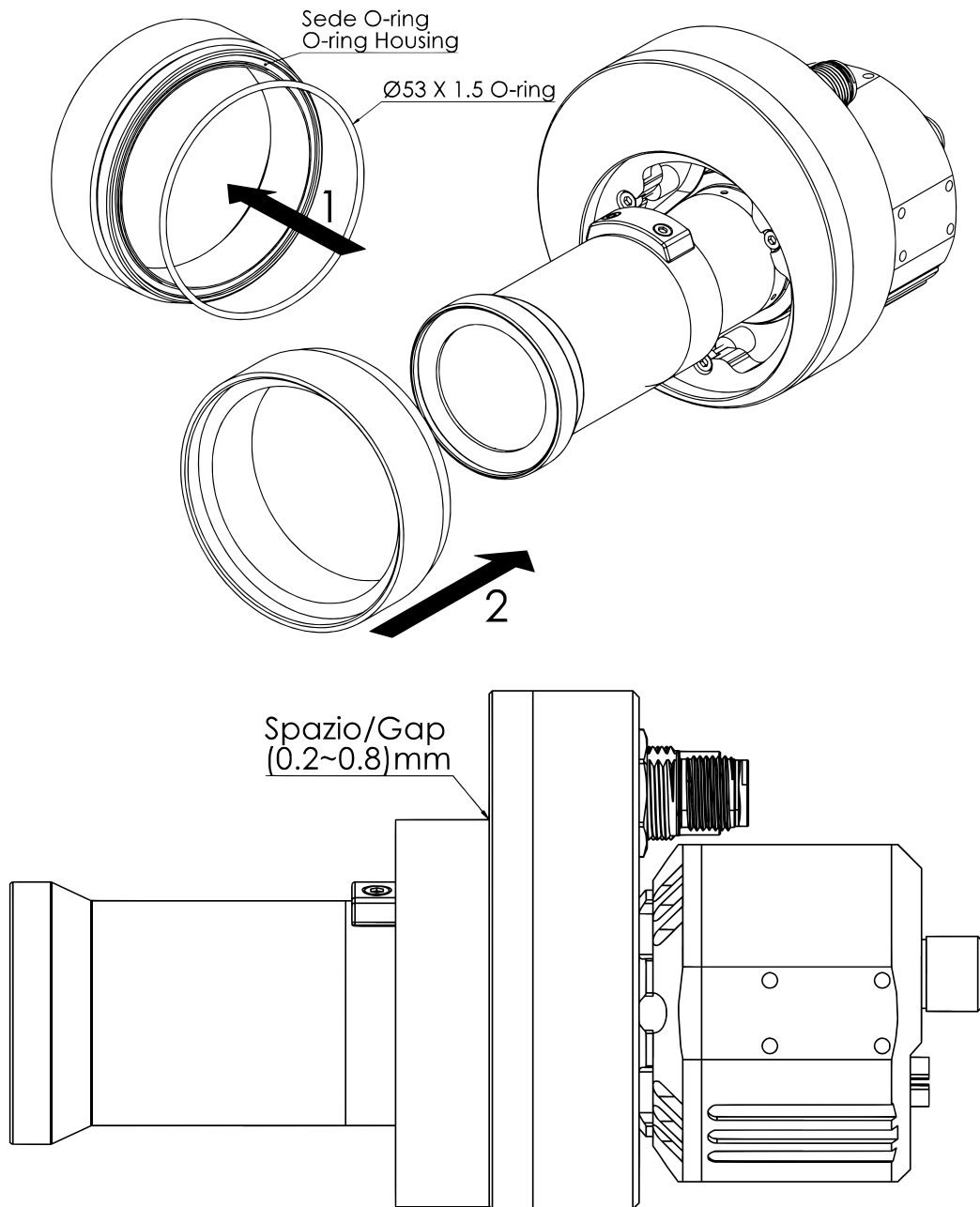


Figure 11: Montage des optionalen Verlängerungsstücks.

7. Montage des IPT-D51LXX-Rohrs

- Setzen Sie den O-Ring $\varnothing 53 \times 1,5$ in die dafür vorgesehene Aufnahme des IPT-D51LXX ein.

- Schrauben Sie anschließend das IPT-D51LXX über das vorgesehene Gewinde bis zum Endanschlag auf den Adapter.
- **Wichtig:** Da der Sitz des O-Rings als Anschlag dient, ist ein von außen sichtbarer Spalt (0,2-0,8 mm) zwischen dem IPT-D51LXX und dem Körper des IPT-E51 (falls Schritt 5 durchgeführt wurde) bzw. des Adapters zu erwarten.

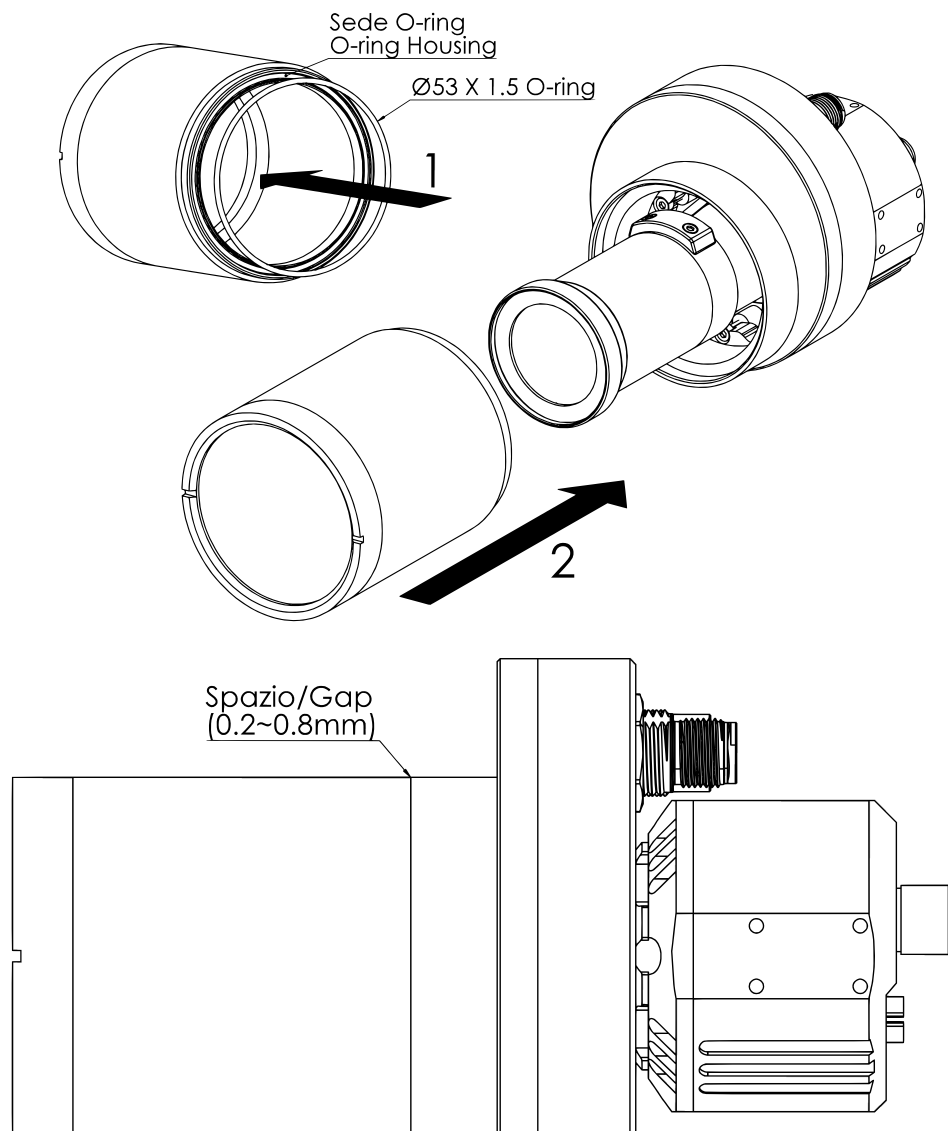


Figure 12: Montage des Rohrs.

4.3 Systemkonfiguration

HINWEIS: Die Kamera-Firmware wird regelmäßig aktualisiert, um neue Funktionen hinzuzufügen und bestehende zu verbessern. Prüfen Sie regelmäßig auf der Opto Engineering Website, ob eine neue Firmware-Version verfügbar ist, und **aktualisieren Sie die Kamera vor der Installation.**

4.3.1 Systemanforderungen

Das Itala SDK kann auf einem System mit einem der folgenden Betriebssysteme installiert werden:

- Microsoft Windows 10 / 11 (x64)
- Ubuntu 18.04 (x64) oder höher
- Ubuntu 18.04 (arm64) oder höher
(getestet auf NVIDIA Jetson AGX Orin, Jetson Orin Nano und Jetson TX2)

Die ordnungsgemäße Funktion der Kamera wurde mit anderen Betriebssystemen und Plattformen nicht getestet.

Wenden Sie sich für weitere Informationen an Ihren Opto Engineering Ansprechpartner.

Achten Sie darauf, eine NIC (Netzwerkkarte) zu verwenden, die Gigabit-Ethernet-Kommunikation unterstützt; wählen Sie insbesondere eine NIC mit Jumbo-Frame-Unterstützung.

Die Itala Kamera ist ein Hochleistungsgerät, das Bilder mit hohem Datendurchsatz überträgt. Um optimale Leistung zu gewährleisten, muss das Host-System ausreichend leistungsfähig sein, um die von der Kamera gesendeten großen Datenmengen zu verarbeiten. Wählen Sie für Ihre spezifische Applikation einen leistungsstarken Prozessor und ausreichend RAM für die Bilderfassung und -verarbeitung.

4.3.2 Kameratreiber

Um den hohen Durchsatz beim Image-Streaming besser zu bewältigen, wird die Verwendung des Itala **Filter-Treibers** empfohlen. Der filter driver fängt die Streaming-Protokollpakete von *GigE Vision* ab, setzt die gesamte Nutzdaten zusammen und sendet sie direkt an den Bildspeicher der Applikation. Dadurch kann der standardmäßige Netzwerkprotokoll-Stack umgangen werden, der die Latenz und die CPU-Auslastung auf dem Host-Rechner erhöhen würde (Fig.13). Das Ergebnis ist eine Low-Level-Paketverarbeitungs-Auslagerung, die den Ressourcenverbrauch des Host-Systems optimiert.

Treiber unter Windows installieren

Der Itala SDK Installer übernimmt die Installation des erforderlichen filter driver, der automatisch auf dem Host-Computer installiert wird.

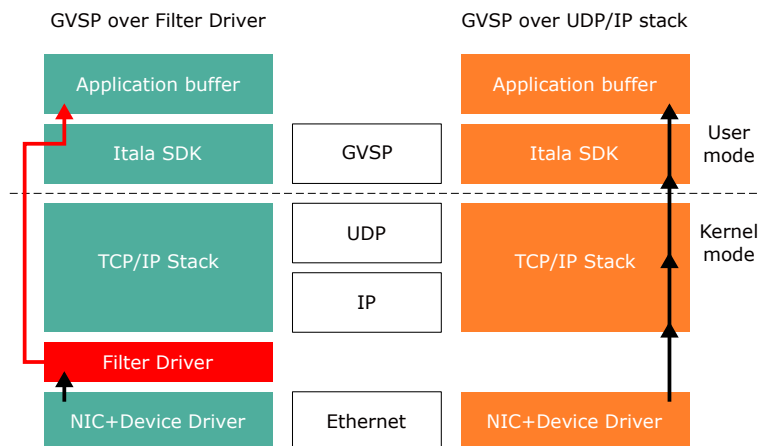


Figure 13: GigEvision Streaming (GVSP) mit und ohne filter driver

Sie können die erfolgreiche Installation des filter driver im Eigenschaftenfenster Ihrer Ethernet-Verbindung überprüfen. Navigieren Sie zu *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Ihre Ethernet-Verbindung und wählen Sie *Properties*. Auf der Registerkarte *Networking* sollte der Eintrag filter driver mit einem aktivierten Kontrollkästchen angezeigt werden, wie in Fig.14 dargestellt.

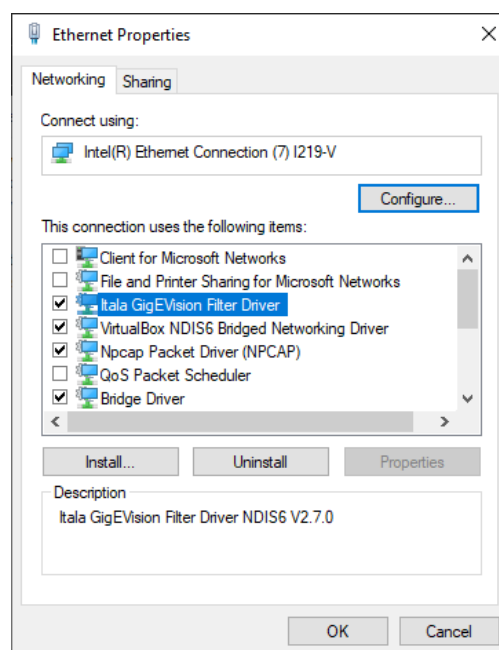


Figure 14: Erfolgreich installierter filter driver.

HINWEIS: Um Konflikte zu vermeiden, wird empfohlen, filter driver anderer Kamerahersteller zu deaktivieren, die möglicherweise auf Ihrem System installiert sind.

Wenn Sie die Treiber nach einer unbeabsichtigten Entfernung neu installieren müssen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Navigieren Sie zum Installationsverzeichnis des Itala SDK.
2. Öffnen Sie den Ordner Filterdriver.
3. Starten Sie *install_driver_win10.bat* bei Windows 10. Achten Sie darauf, die richtige Batchdatei für das jeweilige Betriebssystem auszuwählen.
4. Nach Abschluss der Installation erscheint der filter driver im NIC-Eigenschaftenfenster (Fig.14).

Treiber unter Ubuntu installieren

Das Ubuntu-GEV-Modul ist für 1G-Kameras nicht zwingend erforderlich, wird jedoch für schnellere Kameras dringend empfohlen, insbesondere wenn Probleme mit unvollständigen oder verlorenen Paketen auftreten.

Es gibt zwei Möglichkeiten, den GEV-Treiber unter Ubuntu zu installieren (*oegevmodule*).

Die erste Möglichkeit besteht darin, das Skript */opt/itala-sdk/scripts/oegevmodule/install_oegevmodule.sh* mit Administratorrechten auszuführen. Es versucht, die korrekte Modulversion für Ihr System herunterzuladen und zu installieren.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, das GEV-Modul manuell von der Opto Engineering Website (<https://www.opto-e.com/en/resources/itala-drivers>) herunterzuladen und zu installieren. Um die korrekte Version auszuwählen, müssen Sie Folgendes kennen:

- Die von Ihrer Itala SDK Version unterstützte Treiberversion: Überprüfen Sie die Datei */opt/itala-sdk/changelog.md*
- Ihre Kernel-Version: Öffnen Sie ein Terminal und geben Sie `uname -r` ein.

Die gesuchte Datei hat das Format *oegevmodule-<driver-version>-<kernel-version>.tar.gz*, z. B. *oegevmodule-24.04.0-5-15-119-generic.tar.gz*. Nach dem Download können Sie das Archiv entpacken und den Anweisungen in der *README*-Datei im entpackten Ordner folgen.

Jedes Mal, wenn der Kernel aktualisiert wird, z. B. bei einem System-Upgrade, muss der Treiber erneut installiert werden.

Jedes Mal, wenn Sie das Itala SDK aktualisieren, müssen Sie möglicherweise auch das GEV-Modul aktualisieren. Überprüfen Sie */opt/itala-sdk/changelog.md* oder die offizielle Opto Engineering Website, um festzustellen, ob die installierte GEV-Modul-Version von Ihrer Itala SDK Version unterstützt wird.

Sie können prüfen, ob die Installation korrekt abgeschlossen wurde, indem Sie `lsmod | grep oegevmodule` in einem Terminal ausführen. Wenn der Befehl keine Ausgabe liefert, ist *oegevmodule* nicht korrekt installiert; andernfalls ist es installiert. Sie können die Aktivität des *oegevmodule* auch in den Kernel-Protokollen auswerten (durch Ausführen des Linux-Dienstprogramms `dmesg`).

Wenden Sie sich an den technischen Support von Opto Engineering, wenn Sie Installationsprobleme haben oder Ihre Ziel-Kernel-Version noch nicht unterstützt wird.

4.3.3 Netzwerk und Konfiguration

Die Kamera ist werkseitig so konfiguriert, dass sie automatisch eine IP-Adresse im DHCP-/LLA-Modus (dynamische IP) bezieht. Dies gewährleistet die höchste Kompatibilität mit verschiedenen Netzwerkkonfigurationen. Für die erste Verbindung wird empfohlen, die Netzwerkeinstellungen so zu konfigurieren, dass DHCP verwendet wird.

Wenn die Kamera nicht erreichbar ist, können Sie sie zwingen, eine **IP-Konfiguration** zu übernehmen, die mit den aktuellen NIC-Einstellungen kompatibel ist. Beachten Sie dazu Abschnitt 4.7.2.

Nach der ersten Verbindung wird empfohlen, wann immer möglich eine statische IP-Adresse für NIC und Gerät festzulegen. Dies gewährleistet einen schnelleren Discovery-Prozess und eine schnellere IP-Aushandlung.

Es wird empfohlen, die Verbindung so einfach wie möglich zu halten. Für optimale Leistung verwenden Sie eine direkte Verbindung mit der NIC oder verbinden Sie Kamera und Host-Computer mit demselben Ethernet-Switch, ohne anderen intensiven Datenverkehr darüber zu leiten.

Dynamische IP-Einstellungen unter Windows

Navigieren Sie zu *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Ihre Ethernet-Verbindung und wählen Sie *Properties*. Wählen Sie auf der Registerkarte *Networking* aus der Liste *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)* aus und klicken Sie auf *Properties*.

Wählen Sie *Obtain an IP address automatically* und klicken Sie auf *OK*. Klicken Sie abschließend im vorherigen Fenster auf *OK*.

Dynamische IP-Einstellungen unter Ubuntu

Navigieren Sie zu *Settings > Network* und erstellen oder bearbeiten Sie ein *Connection Profile*. Wechseln Sie zur Registerkarte *IPv4*, wählen Sie *Automatic (DHCP)* und klicken Sie auf *Apply*.

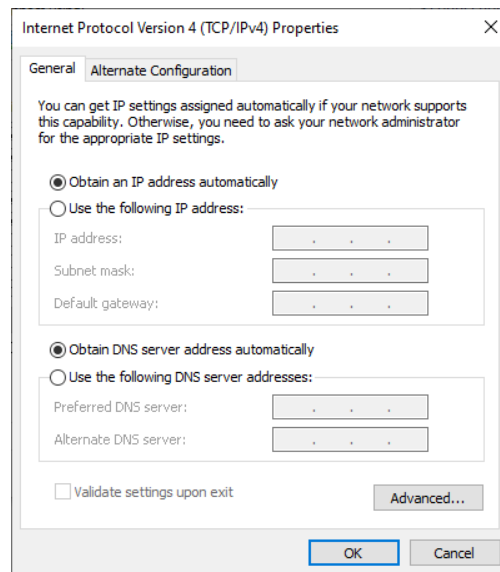


Figure 15: Dynamische IP-Konfiguration der Netzwerkverbindung unter Windows.

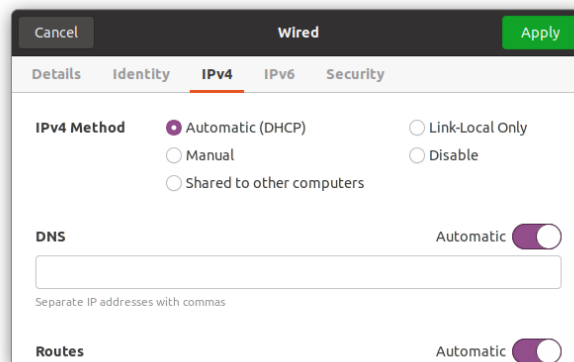


Figure 16: Dynamische IP-Konfiguration der Netzwerkverbindung unter Ubuntu.

4.3.4 Bandbreitenverwaltung

Um die besten Streaming-Leistungen und Verbindungszuverlässigkeit zu erzielen und den CPU-Verbrauch zu reduzieren, wird empfohlen, die NIC (Netzwerkkarte) für die Verwendung von **Jumbo-Frames** zu konfigurieren. Jumbo-Frames sind Ethernet-Frames mit einer Größe von mehr als 1500 Bytes und ermöglichen eine effizientere Verbindung, indem der Protokoll-Overhead reduziert wird. Opto Engineering® empfiehlt die Verwendung einer NIC, die Jumbo-Frames von mindestens 9000 Bytes unterstützt.

Beim Anschluss **mehrerer Kameras** an einen einzelnen Computer wird empfohlen, alle Geräte direkt über mehrere Gigabit-NICs anzuschließen. Wenn Sie die Kamera über einen Ethernet-Switch verbinden, stellen Sie sicher, dass dieser ebenfalls Jumbo-Frames unterstützt. Beachten Sie, dass mehrere an denselben Ethernet-Switch angeschlossene Geräte die verfügbare Bandbreite gemeinsam nutzen.

Weitere Informationen zur Bandbreitenverwaltung und Konfiguration von Multi-Kamera-Systemen finden Sie in Abschnitt 6.1.2.

Jumbo-Frame-Einstellungen unter Windows

Jumbo-Frames sind standardmäßig meist deaktiviert. Um sie zu aktivieren, navigieren Sie zu *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Ihre Ethernet-Verbindung und wählen Sie *Properties*.

Klicken Sie auf der Registerkarte *Networking* auf *Configure*. Das NIC-Einstellungsfenster wird geöffnet. Suchen Sie auf der Registerkarte *Advanced* den Eintrag *Jumbo frame* oder ähnliches und aktivieren Sie ihn (Fig.17). Der einzustellende Wert kann je nach NIC-Modell und Hersteller variieren.

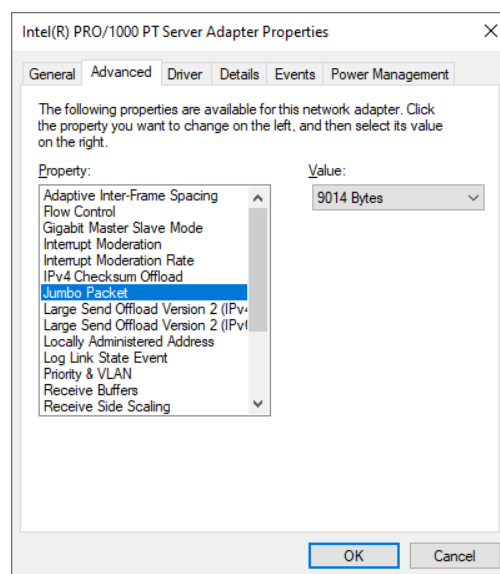


Figure 17: Erweiterte NIC-Einstellungen mit aktivierten Jumbo-Frames unter Windows.

Wenn weiterhin Probleme mit der Kameraverbindung auftreten, können Sie Folgendes versuchen:

- Installieren Sie die neuesten NIC-Treiber.
- Erhöhen Sie die *Empfangspuffergröße* Ihrer NIC.

Jumbo-Frame-Einstellungen unter Ubuntu

Jumbo-Frames sind standardmäßig meist deaktiviert. Um sie zu aktivieren, navigieren Sie zu *Settings > Network* und bearbeiten Sie ein *Connection Profile*. Wechseln Sie zur Registerkarte *Identity*, setzen Sie *MTU* auf einen Wert von 9000 (oder größer) und klicken Sie auf *Apply* (Fig.18). Bitte beachten Sie, dass Sie überprüfen müssen, ob der MTU-Wert auf Ihrer NIC tatsächlich gesetzt wurde. Verbinden Sie dazu ein Gerät mit Ihrer NIC, öffnen Sie das *Terminal* und verwenden Sie die Befehle `ip a` oder `ifconfig`. Die Ausgabe sollte ähnlich wie in Fig.19 aussehen.

Wenn weiterhin Probleme mit der Kameraverbindung auftreten, können Sie Folgendes versuchen:

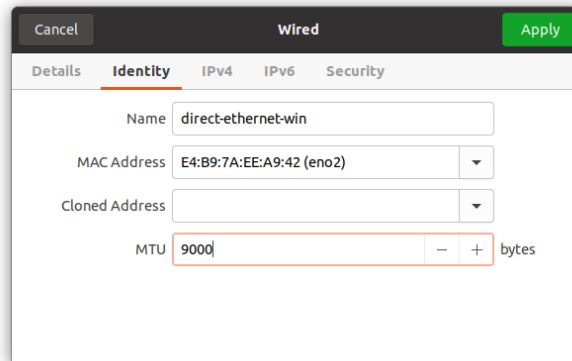


Figure 18: Jumbo-Frame-Einstellungen unter Ubuntu.

```
eno2: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 9000
    inet6 fe80::b9dc:9a85:3020:f0cc prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether e4:b9:7a:ee:a9:42 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 3 bytes 894 (894.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 8 bytes 1452 (1.4 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 16 memory 0xd1200000-d1220000
```

Figure 19: Überprüfung der Jumbo-Frame-Einstellungen unter Ubuntu (`ifconfig`-Ausgabe).

- Installieren Sie die neuesten NIC-Treiber.
- Erhöhen Sie die *Empfangspuffergröße* Ihrer NIC.

Eine Möglichkeit, die maximal verfügbare Empfangs- und Sendepuffergröße zu überprüfen, ist die Verwendung des Befehls `ethtool -g eth0`, sofern die Ziel-NIC `eth0` ist. Die Ausgabe sieht ähnlich wie in Abb.20 aus.

```
Ring parameters for eno2:
Pre-set maximums:
RX:                4096
RX Mini:           0
RX Jumbo:          0
TX:                4096
Current hardware settings:
RX:                256
RX Mini:           0
RX Jumbo:          0
TX:                256
```

Figure 20: Überprüfung der maximalen RX- und TX-Puffergröße unter Ubuntu.

Die maximale Größe kann dann mit `sudo ethtool -g eth0 rx 4096 tx 4096` gesetzt werden.

Unter Ubuntu und allgemein unter Linux-Betriebssystemen gibt es verschiedene Möglichkeiten, Netzwerkparameter zu setzen, insbesondere erweiterte. Um Netzwerkparameter über das *Terminal* zu konfigurieren, können die Befehle `ip`, `ifconfig` und `ethtool` verwendet werden. Beachten Sie jedoch, dass diese Einstellungen temporär sind und nach einem Neustart nicht erhalten bleiben.

Für dauerhafte Änderungen verwenden Sie *Netplan*, den *NetworkManager* (*nmcli* / *nmtui*) oder konfigurieren Sie die Datei */etc/network/interfaces*.

4.3.5 NIC-Energieverwaltung

Windows

Das **Energieverwaltungs**-Panel ist in einem dedizierten Reiter des Eigenschaftenfensters der NIC zugänglich (siehe Abb.21).

Standardmäßig können Netzwerkkarten für Energiesparbetrieb konfiguriert sein.

Diese Einstellung kann jedoch die Gesamtleistung des Systems beeinträchtigen und zu unerwartetem Verhalten führen, insbesondere bei hoher Bandbreite.

Die Einstellung **Computer kann dieses Gerät ausschalten, um Energie zu sparen** steuert, wie die Netzwerkkarte behandelt wird, wenn der Computer in den Ruhezustand wechselt.

Es wird dringend empfohlen, dieses Kontrollkästchen deaktiviert zu lassen, um Energieoptimierungen des Betriebssystems und mögliche Leistungseinbußen zu verhindern.

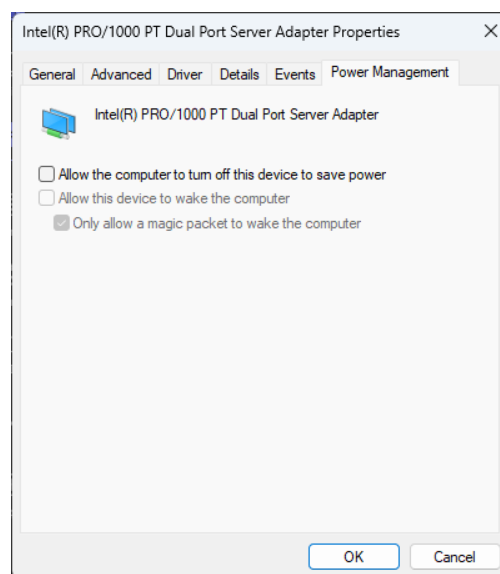


Figure 21: NIC-Energieverwaltungseinstellungen: Geräteabschaltung sollte deaktiviert sein.

Ubuntu

Wenn Sie Probleme im Zusammenhang mit Energiesparfunktionen feststellen, sollten Sie diese deaktivieren. Prüfen Sie zunächst, ob die *Wake-on*-Funktion oder *Energy Efficient Ethernet (EEE)*-Einstellungen das Problem verursachen, da diese die Netzwerkstabilität beeinträchtigen können. Für eine leistungsorientierte Konfiguration können Sie versuchen, *PCIe ASPM (Active-State Power Management)* zu deaktivieren, wenn Sie vermuten, dass systemweite Energiesparmechanismen die Netzwerkleistung beeinträchtigen. Das Deaktivieren von *ASPM* schaltet diese Funktion für alle PCIe-Geräte ab, was dazu beitragen kann, die Latenz zu verringern und die Stabilität zu verbessern – auf Kosten eines etwas höheren Stromverbrauchs.

4.4 Itala SDK

Itala-Kameras werden mit einem vollständigen Software Development Kit, Itala SDK, geliefert, das die neuesten Standards und Technologien der Bildverarbeitungsbranche voll ausschöpft. Das SDK enthält:

- Itala API
- Itala View
- GenTL producer (.cti)
- Filter driver
- Dokumentation mit Codebeispielen

Itala SDK-Installation unter Windows

Um das Itala SDK korrekt zu installieren, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Laden Sie das Itala SDK von der Opto Engineering-Website herunter und starten Sie das Installationsprogramm.
2. Das Setup-Fenster des Itala SDK wird angezeigt: Befolgen Sie unbedingt die aufgeführten Anweisungen (Abb.22).

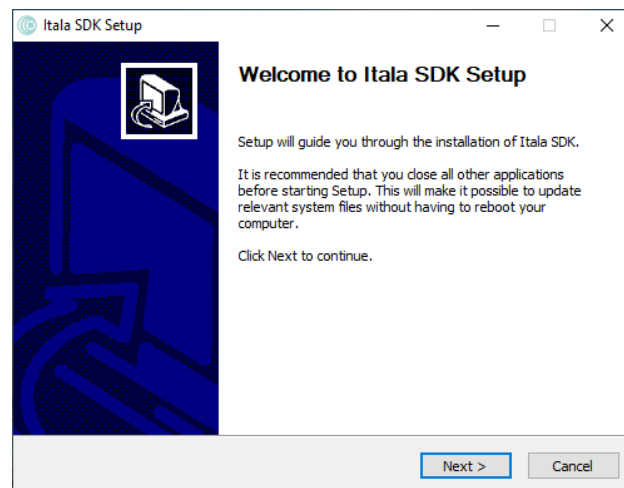


Figure 22: Itala SDK-Setup-Fenster.

3. Lesen Sie die Lizenzbedingungen vor der Installation des Itala SDK (Abb.23).
4. Wählen Sie den Zielordner (Abb.24).
5. Wählen Sie die zu installierenden Komponenten aus (Abb.25). Bei ausschließlicher Installation des filter driver kann Schritt 6 übersprungen werden.

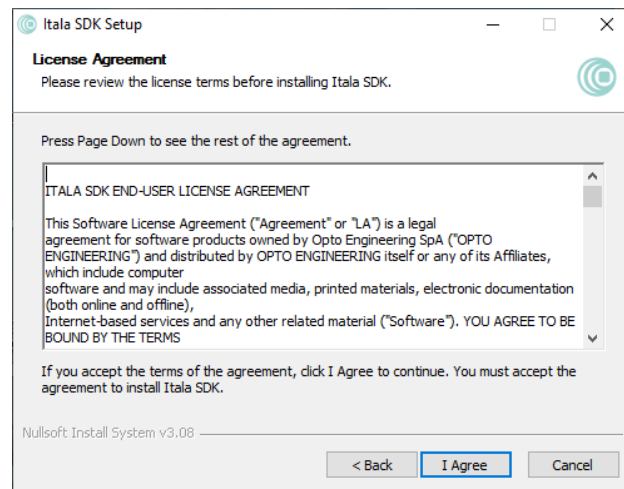


Figure 23: Itala SDK-Lizenzvereinbarungsfenster.

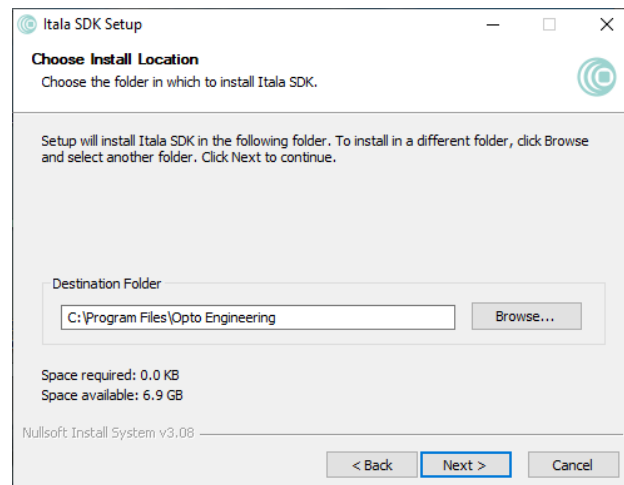


Figure 24: Itala SDK-Zielordner-Fenster.

6. (Optional) Falls die .NET-Laufzeitumgebung installiert werden muss, klicken Sie im .NET-Installationsfenster auf *Installieren* (Abb.26). Bei erfolgreicher Installation erscheint das in Abb.27 gezeigte Fenster.
7. Die Itala SDK-Installation wird automatisch durchgeführt. Der Fortschrittsbalken kann zur Überwachung des Installationsstatus beobachtet werden. Am Ende der Installation wird ein Bestätigungsfenster angezeigt (Abb.28).

Itala SDK-Installation unter Ubuntu

Itala SDK wird als .deb-Paket bereitgestellt, das eine einfache Installation über apt oder dpkg ermöglicht. Das Paket hat keine anderen Abhängigkeiten als Standard-Systembibliotheken. **Administrator (root)-Rechte sind erforderlich.**

Verwenden Sie die folgenden Befehle zum Installieren oder Entfernen des Pakets:

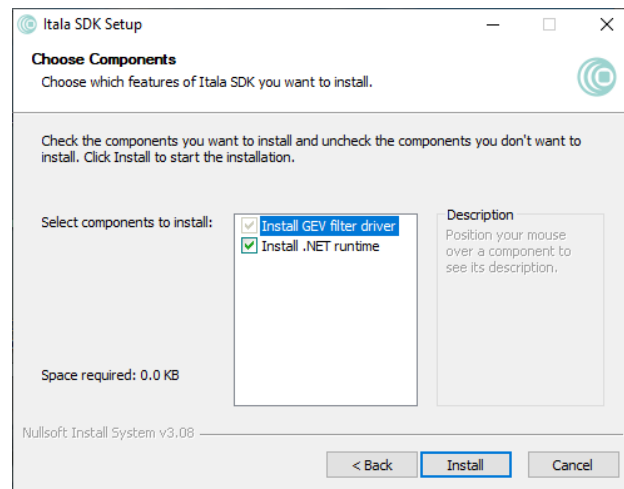


Figure 25: Komponentenauswahl-Fenster.

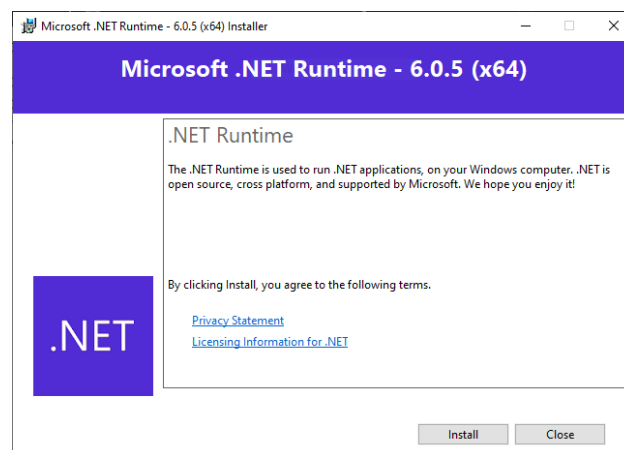


Figure 26: .NET-Laufzeitumgebung Installationsfenster.

```
dpkg -i itala-sdk_v2025.05.21_amd64.deb # install
dpkg -r itala-sdk # uninstall (Paketname, nicht Dateiname!)
```

Alle Dateien befinden sich im Verzeichnis `/opt/itala-sdk`. Beim Erstellen von Software mit Itala API erkennt der Linker automatisch die gemeinsam genutzten Bibliotheken von Itala API. Dies wird durch die Datei `itala-sdk.conf` ermöglicht, die während der Installation im Verzeichnis `/etc/ld.so.conf.d` abgelegt wird. Dieses Verzeichnis enthält Konfigurationsfragmente, die in die Hauptlinker-Konfiguration eingebunden werden.

HINWEIS: Ein Neustart oder eine erneute Anmeldung kann erforderlich sein, um die Änderungen am Linker und den Umgebungsvariablen (z. B. GenTL-Variablen) zu übernehmen.

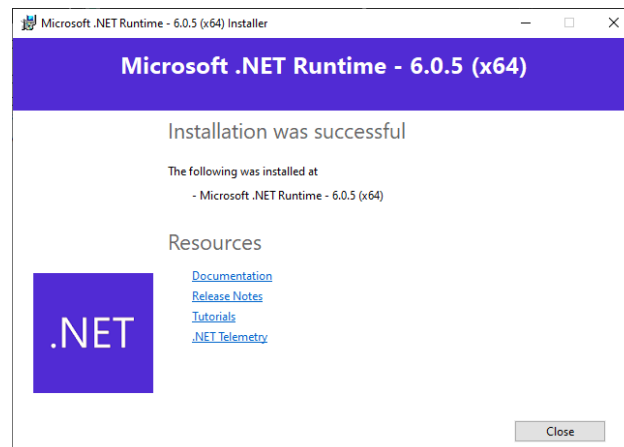


Figure 27: Erfolgreiches Installationsfenster der .NET-Laufzeitumgebung.

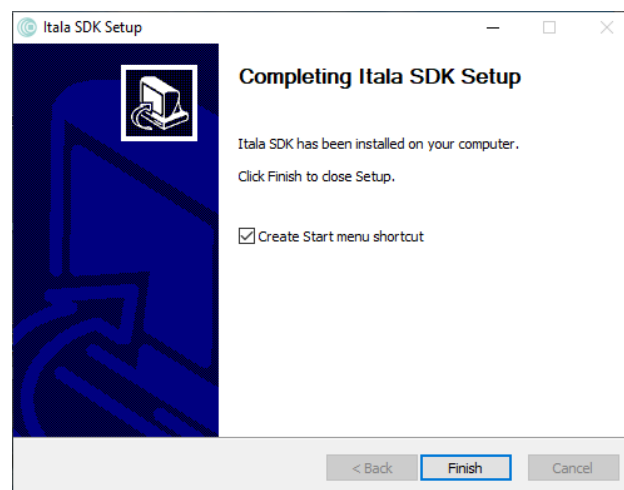


Figure 28: Itala SDK-Installation erfolgreich abgeschlossen.

HINWEIS: Bei der Installation über `apt` wird die Paketgröße möglicherweise als 115 GB angezeigt. Dieser Wert ist falsch und entspricht nicht der tatsächlichen Installationsgröße.

4.5 Kamera mit Itala API verwenden

Mit Itala API lassen sich Itala-Geräte dank eines umfangreichen Beispielsatzes und einer vollständigen Dokumentation einfach in benutzerdefinierte Anwendungen integrieren. Weitere Informationen zur Verwendung der Bibliothek finden Sie in der Itala API-Dokumentation im SDK-Installationsordner.

4.5.1 Itala SDK-Dokumentation

Die SDK-Dokumentation befindet sich im Installationsverzeichnis (Itala SDK > *Development* > *doc* > *html*).

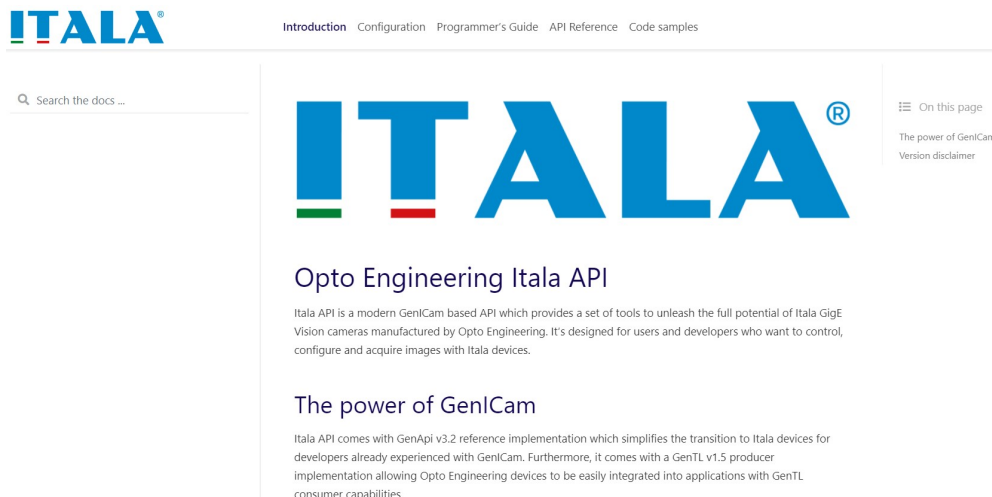


Figure 29: Startseite der Itala SDK-Dokumentation.

Abbildung 29 zeigt die Startseite der Itala SDK-Dokumentation.

4.6 Kamera mit Software von Drittanbietern verwenden

Itala-Kameras sind mit den Standards **GigE Vision** und **GenICam** konform, was eine einfache Integration in Vision-Software von Drittanbietern ermöglicht. Darüber hinaus enthält das SDK einen **GenTL producer** (.cti-Datei), der mit den von der EMVA gehosteten GenTL-Spezifikationen konform ist. Dies erhöht die Interoperabilität mit anderen konformen Geräten und Software zusätzlich.

4.7 Kamera mit Itala View verwenden

Itala View ist ein GUI-Tool zur Evaluierung, Konfiguration und Fehlersuche von Itala-Kameras. Mit einem umfassenden Satz an Hilfsprogrammen und Assistenten beschleunigt Itala View die Evaluierung und Inbetriebnahme eines auf Itala-Kameras aufgebauten Bildverarbeitungssystems. Um den Einstieg in die Anwendung zu erleichtern, wird in den folgenden Abschnitten ein kurzer Überblick gegeben.

4.7.1 Registerkarten und Panels

Mit Bezug auf Abb.30 lässt sich das Hauptfenster von Itala View in verschiedene Funktionsbereiche unterteilen:

1. Menüleiste
2. Geräteerkennung
3. Geräteinformationen und -steuerung
4. Video-Streaming
5. Bilddatenanalyse und -protokollierung
6. GenICam-Feature-Baum

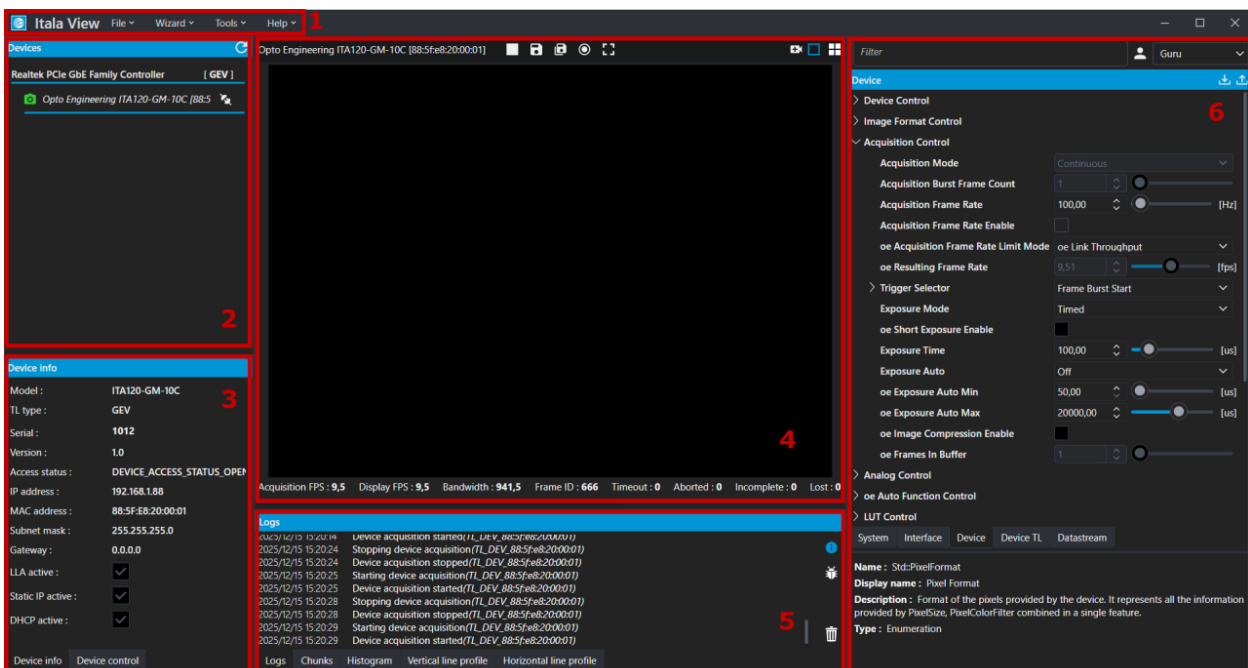


Figure 30: Hauptfenster des Viewers.

Die **Menüleiste** gibt Ihnen Zugang zu den Einstellungen, Werkzeugen und Assistenten der Anwendung.

Das **Geräteerkennungs**-Panel listet die NICs Ihres Computers sowie die daran angeschlossenen Kameras auf. Eine Schaltfläche zum Aktualisieren ermöglicht die Erkennung und Auflistung der im Netzwerk verbundenen GigEVision-Geräte.

Jedes Gerät verfügt über ein Statussymbol, das anzeigt, ob es erreichbar ist oder nicht. Ein nicht erreichbares Gerät kann auf eine falsche IP-Konfiguration oder darauf hinweisen, dass das Gerät derzeit von einer anderen Client-Anwendung verwendet wird.

Neben jedem Gerät befindet sich eine Verbinden/Trennen-Schaltfläche für den Zugriff darauf.

Im Reiter **Geräteinformationen** werden grundlegende Informationen zum aktuell im Erkennungs-Panel ausgewählten Gerät angezeigt. Dazu gehören Gerätemodell, Seriennummer, MAC-Adresse und aktuelle IP-Adresse.

Im Reiter **Gerätesteuerung** können Sie den gewünschten Zugriffsmodus und die Anzahl der für die Bilderfassung zu reservierenden Puffer auswählen.

Die Ansicht **Video-Streaming** ermöglicht die Steuerung des Aufnahmevorgangs und die Anzeige der von der Kamera erfassten Bilder.

Oben im Panel befinden sich Schnellzugriff-Schaltflächen zum Starten/Stoppen der Aufnahme, zum Speichern von Bildern und zum Umschalten in den Vollbildmodus.

Unten befindet sich eine Statusleiste mit Statistiken zur Aufnahme und nützlichen Informationen zum aktuellen Bild.

Über die Registerkarten **Bilddatenanalyse und -protokollierung** können Sie das Anwendungsprotokoll, aktuelle Bild-Chunk-Daten einsehen und verschiedene Analysen am aufgenommenen Bild durchführen.

Über den **GenICam-Feature-Baum** können Sie auf die Kameraparameter zugreifen. Die Features sind nach Funktionen hierarchisch gruppiert und ermöglichen die Konfiguration der Kameraperipherie und/oder die Abfrage ihres Status. Dazu gehören grundlegende Funktionen wie Belichtungszeit, Verstärkung oder Trigger-Einstellungen sowie erweiterte Funktionen wie der Encoder oder der Flüssiglinsen-Controller.

Über die Registerkarten unterhalb der Baumansicht können Sie zwischen den Node Maps der GenTL-Module und dem angeschlossenen Gerät (standardmäßig ausgewählt) wechseln.

4.7.2 IP-Konfigurator

Über das Menü *Tools* können Sie auf das Hilfsprogramm *IP Configurator* zugreifen. Der IP-Konfigurator wurde entwickelt, um Netzwerkkonfigurationsprobleme von Itala-Kameras effizient zu beheben, darunter unter anderem:

- Kamera und NIC mit festen IPs, aber unterschiedlichen Subnetzen
- Kamera und NIC mit festen IPs, aber unterschiedlichen Subnetzmasken
- Kamera im DHCP-Modus und NIC mit fester IP
- Kamera mit fester IP und NIC im DHCP-Modus

Wie in Abb.31 zu sehen, zeigt der IP-Konfigurator ein Panel zur Geräteerkennung und -auflistung ähnlich dem des Viewer-Hauptfensters. Auf der rechten Seite sind relevante NIC- und Kamerainformationen zum aktuell im Erkennungs-Panel ausgewählten Gerät sichtbar.

IP-Konfigurationsprobleme können über das **Einstellungs**-Panel in der unteren rechten Ecke behoben werden. So kann die Kamera beispielsweise gezwungen werden, eine feste IP zu übernehmen, die mit den aktuellen NIC-IP-Einstellungen übereinstimmt. Geben Sie einfach die korrekten Daten ein und klicken Sie auf die Schaltfläche *Übernehmen*. Im Protokoll-Panel können der Konfigurationsfortschritt und die korrekte Anwendung der Einstellungen überprüft werden.

Wie im Viewer-Hauptfenster zeigt das Symbol neben jedem aufgelisteten Gerät potenzielle Probleme mit einem roten Warnsymbol an.

Weitere Informationen zur IP-Konfiguration der Kamera finden Sie in Abschnitt 4.3.3.

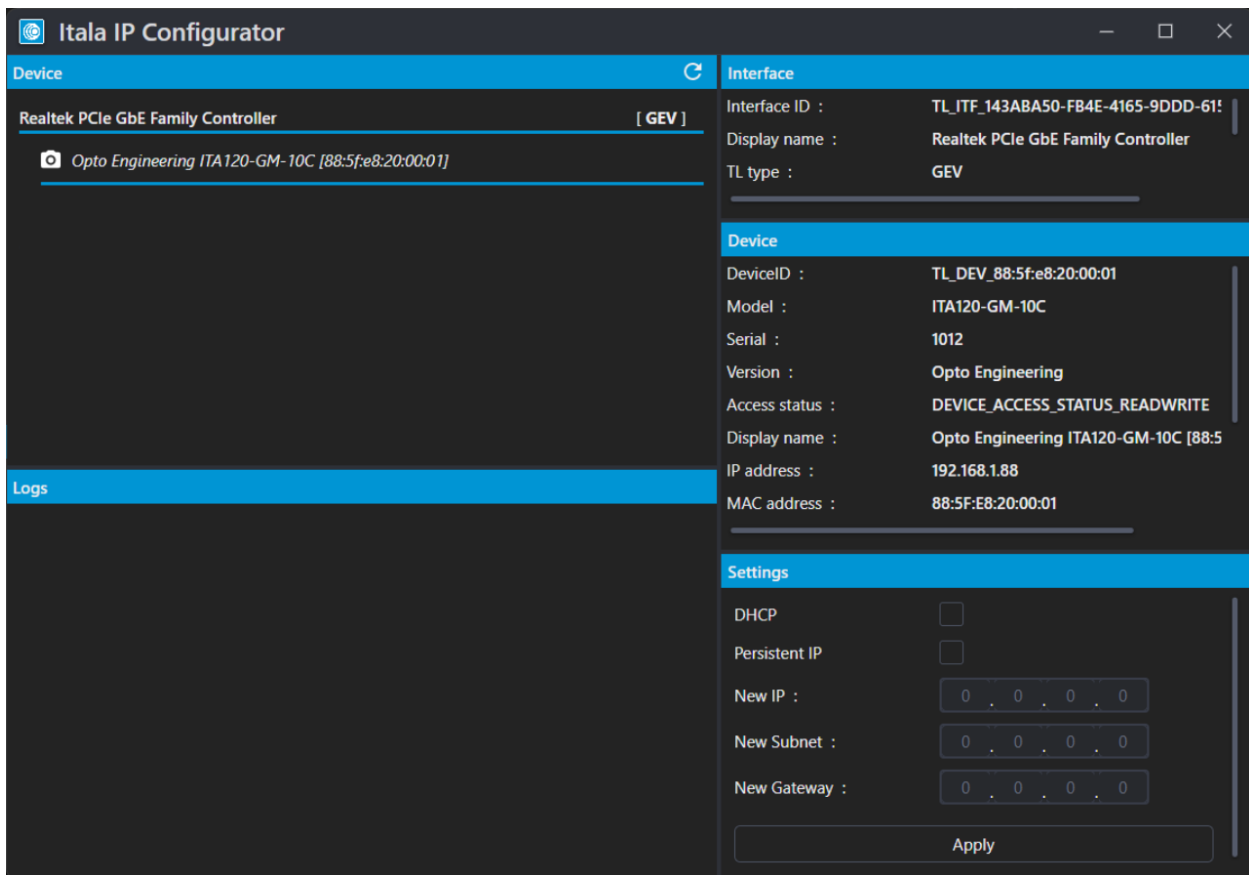


Figure 31: IP-Konfigurator-Fenster.

4.7.3 Firmware-Update

Über das Menü *Tools* können Sie auf das Hilfsprogramm *Firmware Update* zugreifen (Abb.32). Sie können nun für jedes aufgelistete Gerät eine Firmware-Datei auswählen. Die neueste Firmware für Itala-Kameras kann von der Opto Engineering-Website heruntergeladen werden.

Befolgen Sie diese Schritte, um ein oder mehrere Geräte zu aktualisieren:

1. Wählen Sie für jedes zu aktualisierende Gerät eine Firmware-Update-Datei aus.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche *Update*, um einen Batch-Aktualisierungsvorgang zu starten.
3. **Trennen oder schalten Sie die Geräte während des Aktualisierungsvorgangs nicht ab** (Abb.33). Das Blinken der LED signalisiert, dass die Kamera in den Flash-Speicher schreibt.
4. Warten Sie, bis alle Geräte korrekt aktualisiert wurden.

HINWEIS: Trennen oder schalten Sie das Gerät während des Aktualisierungsvorgangs nicht ab. Ein Nichtbeachten kann dazu führen, dass das Gerät nicht mehr bootfähig ist und zur Werk-rücksetzung an Opto Engineering zurückgeschickt werden muss.

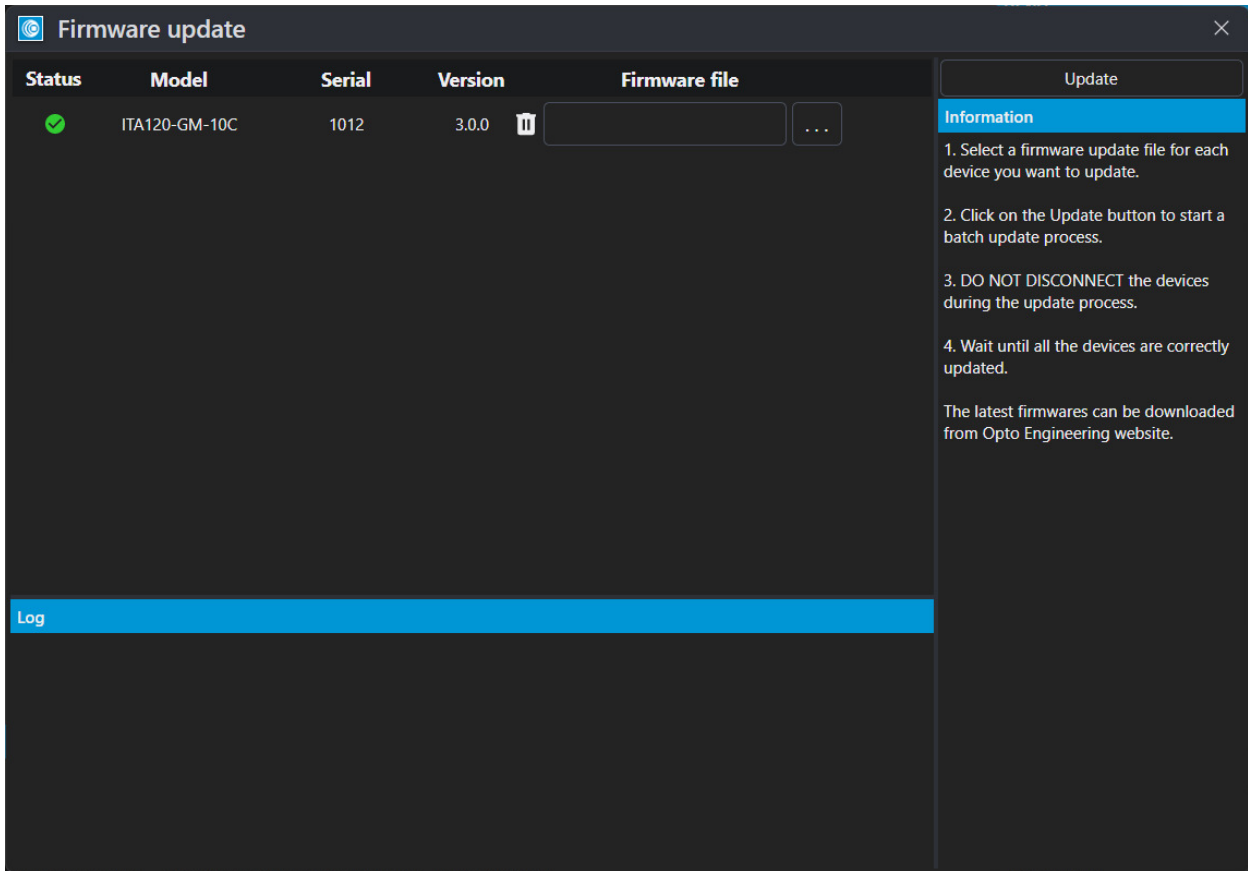


Figure 32: FW-Updater-Fenster.

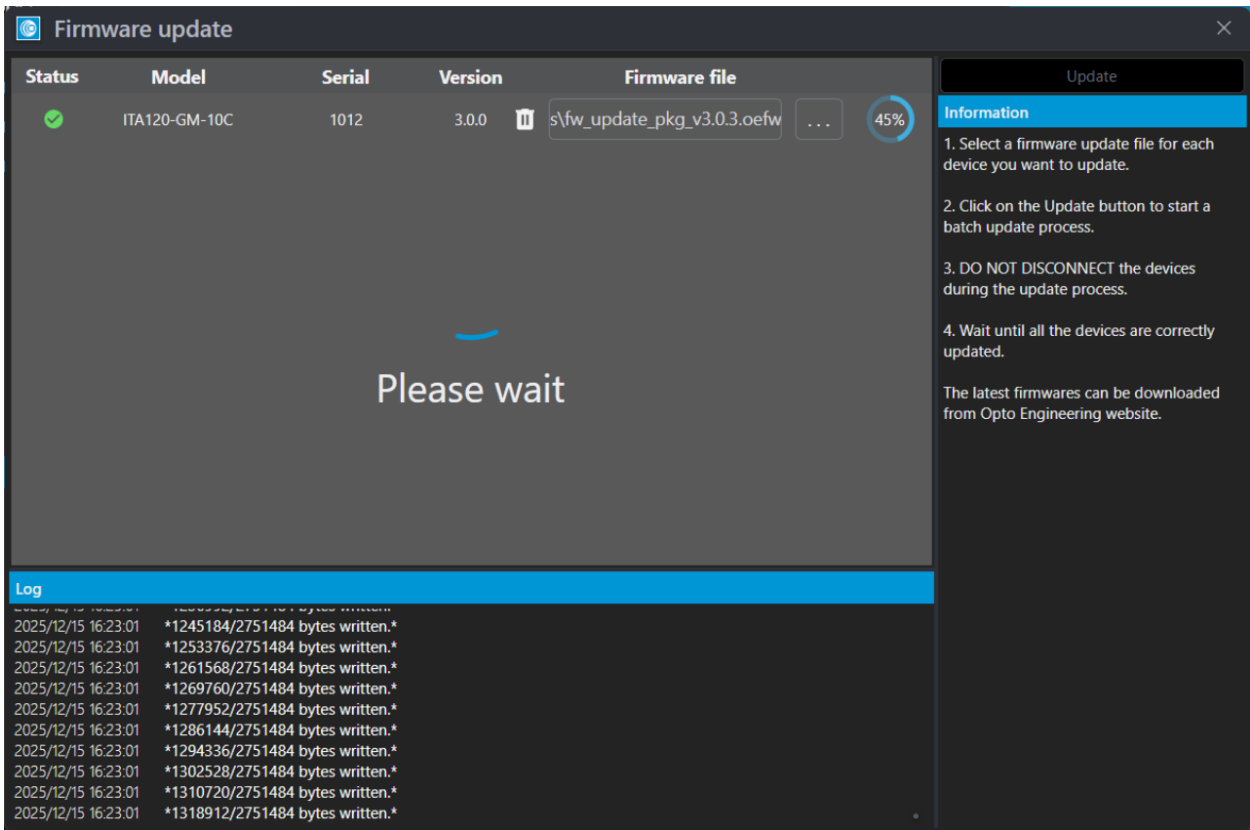


Figure 33: FW-Update in Bearbeitung.

4.7.4 LUT-Assistent

Über das Menü *Wizard* können Sie auf den *LUT*-Assistenten zugreifen. Dieser ermöglicht das Anzeigen und Bearbeiten der *LUT* der ausgewählten Kamera.

Klicken Sie auf *Von Kamera importieren*, um die *LUT* aus den Kameraregistern zu lesen und im Reiter *Diagramm* anzuzeigen (Abb.34). Sie können nun jeden Wert der *LUT* im Reiter *Tabelle* bearbeiten (Abb.35). Eine bessere Methode zum Festlegen einer bestimmten *LUT* ist das Laden einer zuvor mit einem Tabellenkalkulationsprogramm oder ähnlicher Software erstellten *CSV*-Datei. Sie können die aktuelle *LUT* auch in eine *CSV*-Datei schreiben, bearbeiten und anschließend wieder einlesen.

Wenn Sie mit der resultierenden *LUT* zufrieden sind, klicken Sie auf *Übernehmen*, um sie im Kameraspeicher zu speichern. Weitere Informationen zur *LUT*-Funktion finden Sie in Abschnitt 6.6.1.

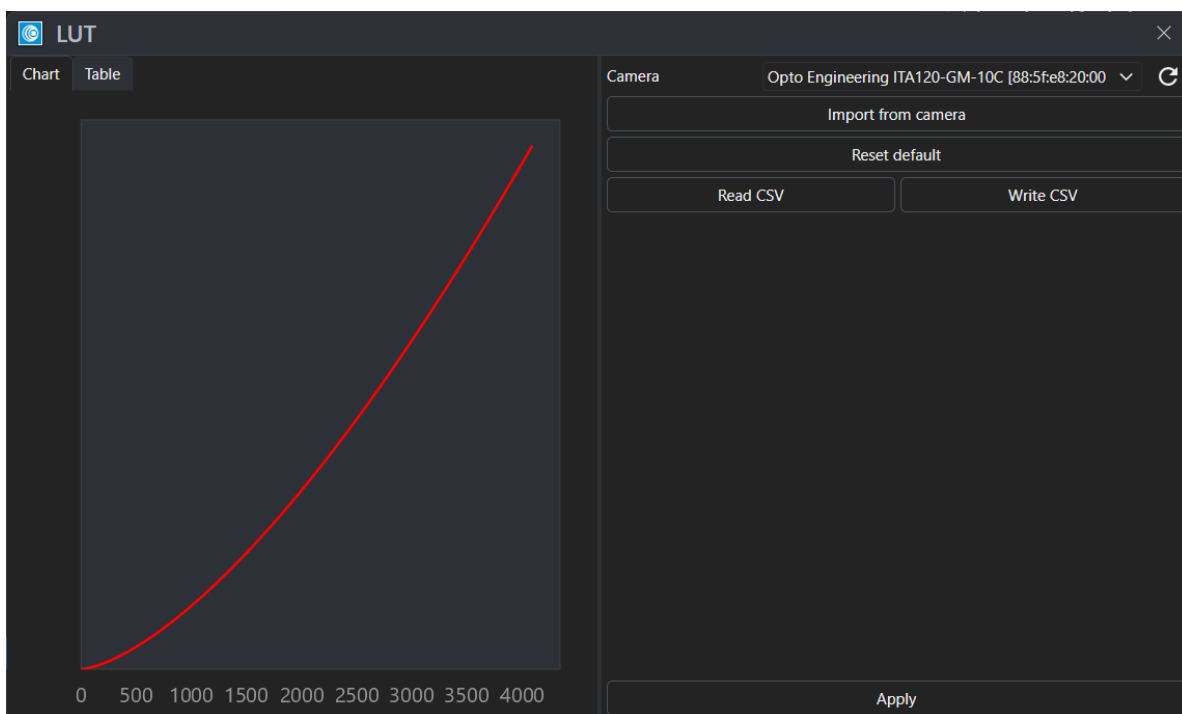


Figure 34: LUT-Assistent.

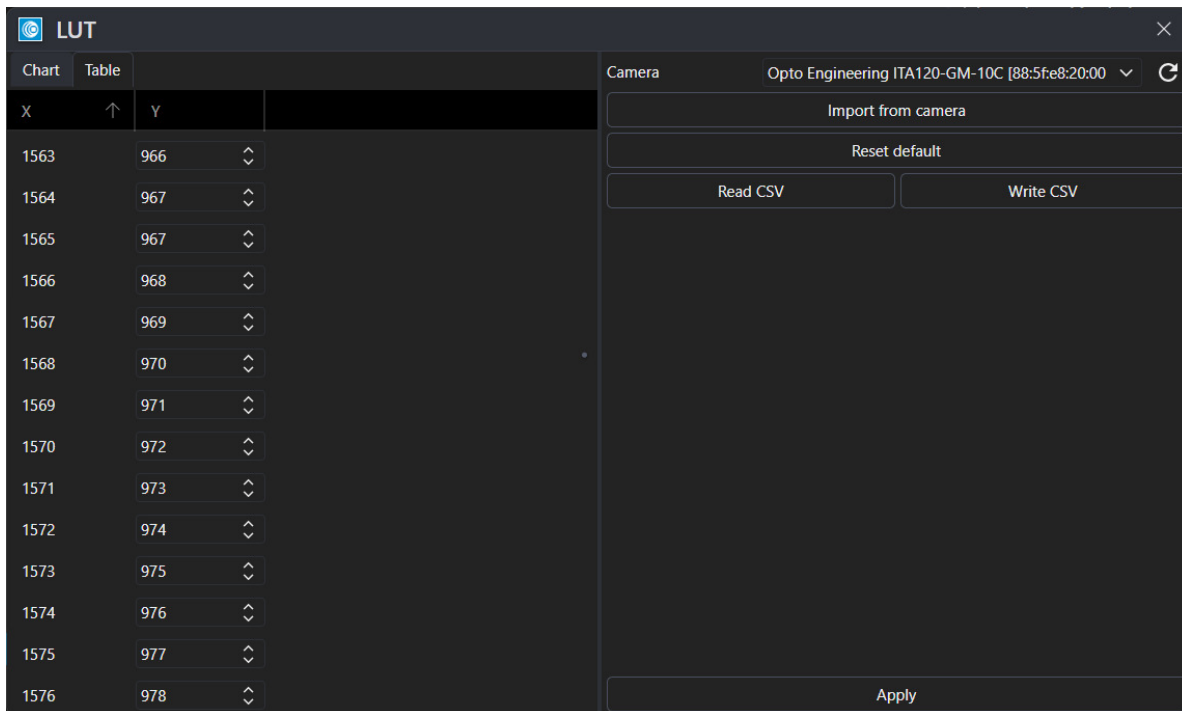


Figure 35: LUT-Assistent.

4.7.5 Assistent zur Korrektur defekter Pixel

Die defekten Pixel des Bildsensors werden während der Produktions- und Testverfahren der Itala-Kameras kartiert, da die meisten von ihnen auf den Silizium-Fertigungsprozess des Sensors zurückzuführen sind. Ihre Werte werden dann in Echtzeit in der Kameraaufnahme-Pipeline korrigiert. Weitere Informationen zur Korrektur defekter Pixel finden Sie in Abschnitt 6.18.

Darüber hinaus gibt es weitere Umgebungsfaktoren, die die Anzahl defekter Pixel im Laufe der Kameralebensdauer erhöhen können. Aus diesem Grund ermöglichen Itala-Kameras dem Benutzer, eine benutzerdefinierte Pixelkorrektur durchzuführen, die diese Defekte berücksichtigt. Um die benutzerdefinierte Korrektur defekter Pixel zu aktivieren, muss das Ergebnis dieser Operation in einem der verfügbaren User Sets gespeichert werden. Das Standard-User-Set korrigiert nämlich nur die im Werk erkannten defekten Pixel.

Über das Menü *Wizard* können Sie auf den Assistenten *Defective Pixel Correction* zugreifen (Abb.36).

1. Versetzen Sie die Kamera in den Freilaufbetrieb oder stellen Sie sicher, dass ein kontinuierlicher Strom eingehender Triggerimpulse vorhanden ist.
2. Für beste Ergebnisse empfiehlt sich die Verwendung eines Rohpixelformats mit einer Bittiefe von 12 Bit, beispielsweise *Mono12p* oder *BayerRG12*.
3. Starten Sie die Bildaufnahme.
4. Decken Sie den Kamerasensor ab.

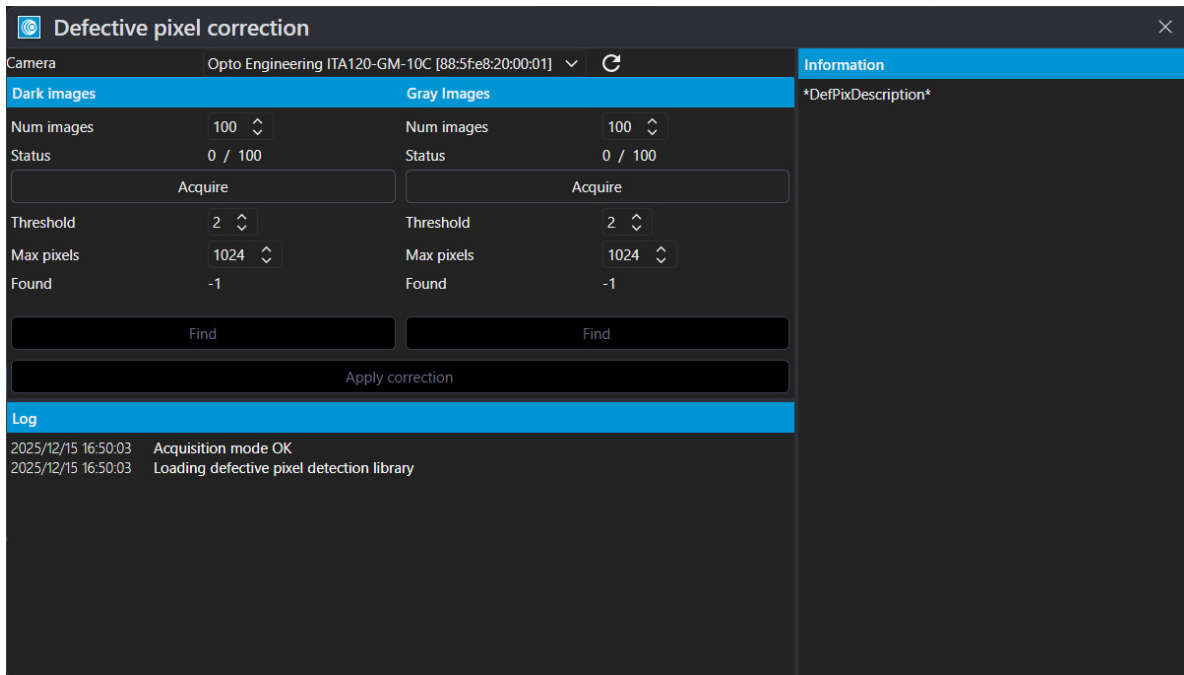


Figure 36: Assistent zur Korrektur defekter Pixel.

5. Klicken Sie im Panel *Dunkelbilder* auf die Schaltfläche *Aufnehmen*, um eine erste Charge von Dunkelbildern aufzunehmen.
6. Klicken Sie im gleichen Panel auf die Schaltfläche *Suchen*, um die *undichten* Pixel zu erkennen.
7. Setzen Sie den Sensor einer gleichmäßigen Lichtquelle aus (empfohlene Gleichmäßigkeit: >97%), um ein Bild mit einer durchschnittlichen Helligkeit von 50% des maximalen Sättigungsniveaus zu erhalten. Sie können die Belichtungszeit anpassen, um das gewünschte Niveau zu erreichen. **Beachten Sie, dass die gleiche Belichtungszeit für die Aufnahme der Dunkelbilder verwendet werden sollte.**
8. Klicken Sie im Panel *Graubilder* auf die Schaltfläche *Aufnehmen*, um eine zweite Charge von Graubildern aufzunehmen.
9. Klicken Sie im gleichen Panel auf die Schaltfläche *Suchen*, um heiße und kalte Pixel zu erkennen.
10. Klicken Sie auf *Korrektur anwenden*, um die Daten in die Kamera hochzuladen.

Um diese Änderung dauerhaft zu machen, sollten Sie das aktuelle User Set speichern. Durch Laden des Standard-User-Sets wird die werkseitige Korrektur defekter Pixel wiederhergestellt.

4.7.6 Farbkorrektur-Assistent

Über das Menü *Wizard* können Sie auf den Assistenten *Color correction* zugreifen (Abb.37). Mit einem Referenz-Farbchecker (Abb.38) ist es möglich, die Kamera unter bestimmten Lichtbedin-

gungen zu kalibrieren und eine optimale Farbwiedergabe zu erzielen. Weitere Informationen zur Farbkorrekturmatrix finden Sie in Abschnitt 6.7.1.

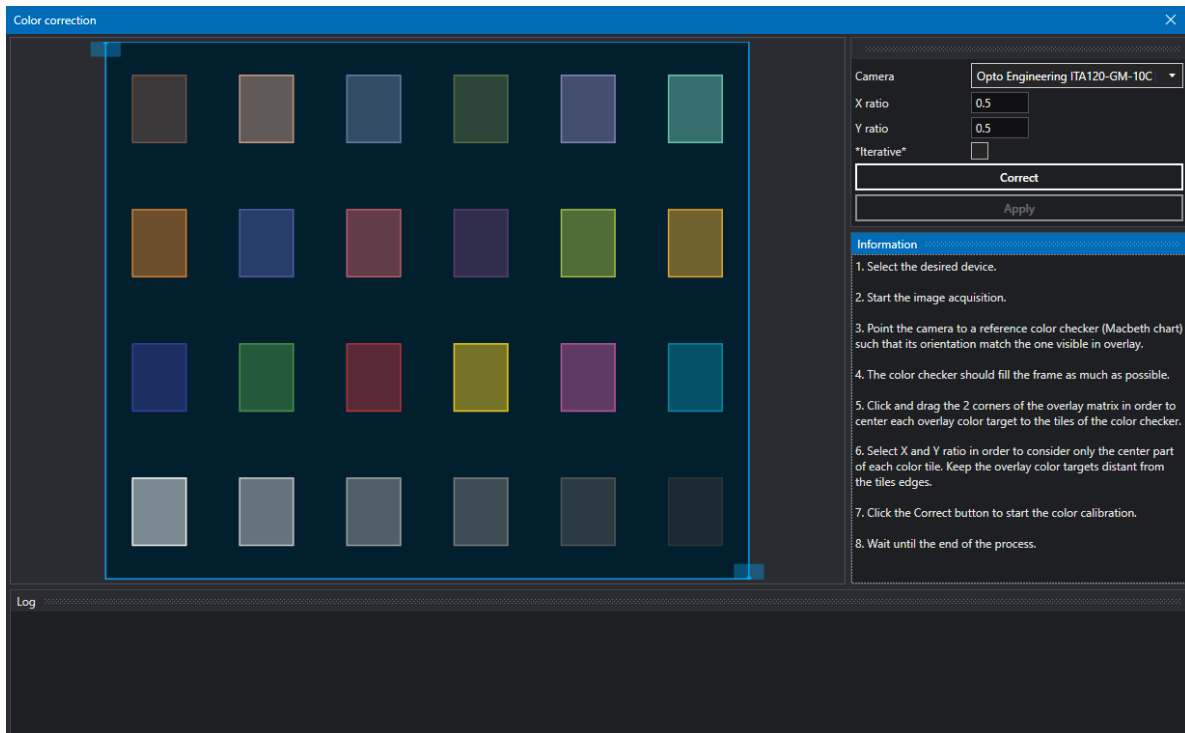


Figure 37: Farbkorrektur-Assistent.

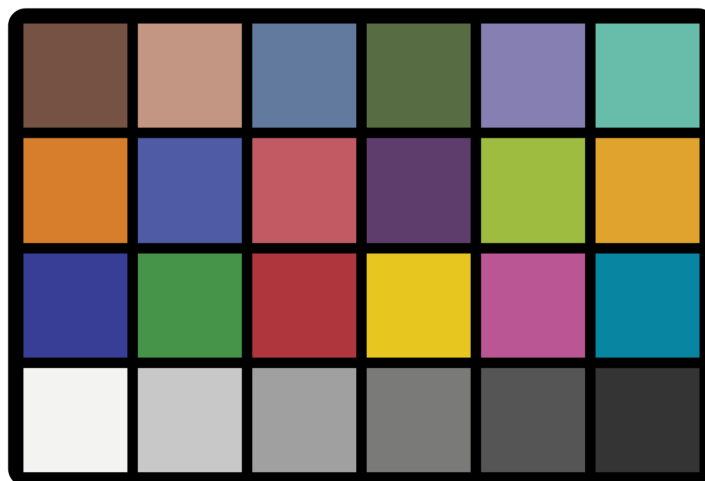


Figure 38: Referenz-Farbchecker.

Befolgen Sie diese Schritte für eine korrekte Kalibrierung:

1. Wählen Sie das gewünschte Gerät aus.

2. Starten Sie die Bildaufnahme.
3. Öffnen Sie den Farbkorrektur-Assistenten (*Wizard > Color correction*) (Abb.39).
4. Richten Sie die Kamera auf einen Referenz-Farbchecker (Macbeth-Karte), sodass seine Ausrichtung mit der im Overlay sichtbaren übereinstimmt.
5. Der Farbchecker sollte das Bild so weit wie möglich ausfüllen (Abb.40).
6. Klicken und ziehen Sie die 2 Ecken der Overlay-Matrix, um jedes Overlay-Farbziel auf die Felder des Farbcheckers zu zentrieren.
7. Wählen Sie das X- und Y-Verhältnis, um nur den mittleren Teil jedes Farbfelds zu berücksichtigen. Halten Sie die Overlay-Farbziele von den Feldrändern entfernt.
8. Klicken Sie auf die Schaltfläche *Korrigieren*, um die Farbkalibrierung zu starten.
9. Warten Sie bis zum Abschluss des Vorgangs.

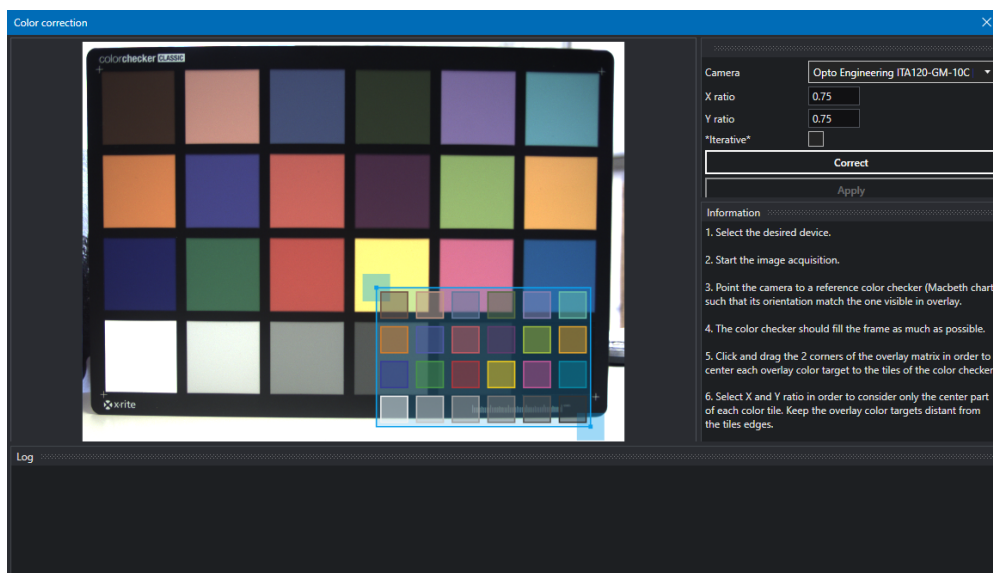


Figure 39: Fenster des Farbkorrektur-Assistenten.

Um diese Änderung dauerhaft zu machen, sollten Sie das aktuelle User Set speichern. Durch Laden des Standard-User-Sets wird die werkseitige Farbkorrekturmatrix wiederhergestellt.

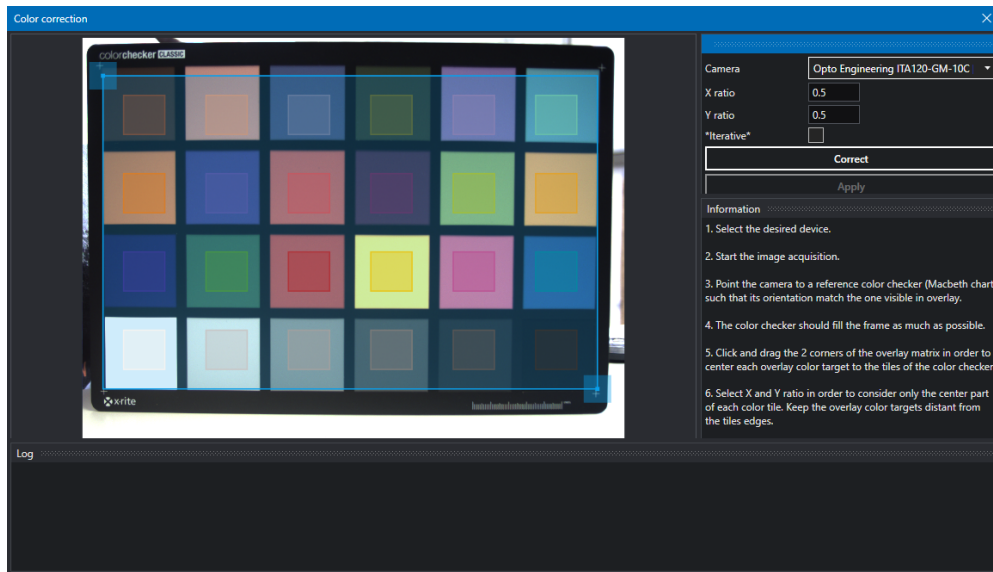


Figure 40: Für optimale Ergebnisse stellen Sie sicher, dass die Farbmaske des Assistenten auf die Felder des Macbeth-Farbcheckers ausgerichtet ist.

5 TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

5.1 Technische Spezifikationen

In Tabelle 5.1 sind die wichtigsten Kameraeigenschaften zusammengefasst. Weitere Erläuterungen werden in den folgenden Kapiteln gegeben.

Features	Itala G Itala G.IP	Itala G.EL Itala G.EL.IP	Ref. page
BILDEIGENSCHAFTEN			
ADC-Auflösung	10/12bit ¹	10/12bit ¹	-
Bildpuffergröße	384MB	384MB	-
Bildspiegelung (X/Y)	✓	✓	p.89
ROI-Modus	✓	✓	p.87
Dezimierung/Binning	✓	✓	p.88
Pixelformat	Mono8, Mono10Packed, Mono10p, Mono12Packed, Mono12p, RGB8, YUV422, YUV411, BayerRG8, BayerRG10p, BayerRG10Packed, BayerRG12p, BayerRG12Packed, Polarized ²	Mono8, Mono10Packed, Mono10p, Mono12Packed, Mono12p, RGB8, YUV422, YUV411, BayerRG8, BayerRG10p, BayerRG10Packed, BayerRG12p, BayerRG12Packed, Polarized ²	-
LUT/Gamma-Korrektur	✓	✓	p.124
Test pattern	✓	✓	p.110
Verstärkung	✓	✓	p.121
Schwarzpegel	✓	✓	p.125
Automatische Belichtung	✓	✓	p.128
Automatische Verstärkung	✓	✓	p.128
Korrektur defekter Pixel	✓	✓	p.178
Debayering	✓ ³	✓ ³	p.107
Weißabgleich	✓ ³	✓ ³	p.122
Farbkorrekturmatrix	✓ ³	✓ ³	p.133
Chunk data	✓	✓	p.164
KAMERAIGENSCHAFTEN			

Status-LED-Anzeige	✓	✓	p.79
BS-Kompatibilität	Windows 10, 11 (64 bit)	Windows 10, 11 (64 bit)	p.36
PoE (Power over Ethernet)	✓	✓	-
Gigabit-Ethernet	✓	✓	-
Paket-Wiederholungsoption	✓	✓	-
Statische IP/DHCP	✓	✓	-
IEEE 1588 (PTP)	✓	✓	-
Optisch isolierte Eingänge	2	2	p.78
Optisch isolierte Ausgänge	4	1	p.78
Temperatursensor	Image sensor, FPGA	Image sensor, FPGA	-
Benutzerdatensätze	Factory + 2 user sets	Factory + 2 user sets	-
Ferngesteuertes FW-Update	✓	✓	p.51
Burst-Aufnahme	✓	✓	-
Trigger hardware	✓	✓	-
Trigger software	✓	✓	-
Timer	2	2	p.145
Zähler	4	4	p.145
Encoder-Steuerung	1 ⁴	1 ⁴	p.146
Logikblöcke	4	4	p.149
Logikfunktionen	OR, AND, LUT	OR, AND, LUT	p.150
Serielle Kommunikation	RS232/485		p.167
Flüssiglinsen-Steuerung		✓	p.170

ZERTIFIZIERUNGEN UND KONFORMITÄTEN

GigEVision-Konformität	✓	✓	-
GenICam-Konformität	✓	✓	-
CE-Zertifikat	✓	✓	p.14
Shock und Vibrations	✓	✓	p.15
RoHS	✓	✓	p.16
REACH	✓	✓	p.16
WEEE	✓	✓	p.16

UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Lagertemperatur	-10°C - 60°C	-10°C - 60°C	p.18
Lagerfeuchtigkeit	RH < 80%	RH < 80%	p.18
Betriebsgehäusetemperatur ⁵	-25°C - 65°C	-25°C - 65°C	p.18
Betriebsumgebungstemperatur ⁶	-25°C - 50°C	-25°C - 50°C	p.18
Betriebsfeuchtigkeit	RH < 80%	RH < 80%	p.18

¹ Sensorspezifische Daten.

² Mit dem BayerRG-Pixelformat sind auch BayerGR, BayerGB, BayerBG in den verfügbaren Pixelformaten enthalten. Das polarisierte Pixelformat umfasst sowohl Mono- als auch Farbvarianten, 8, 10p, 10Packed, 12p und 12Packed.

³ Nicht verfügbar für monochrome Sensoren.

⁴ Siehe Abschnitt 6.10 für die kompatiblen Encoder-Schnittstellen.

⁵ Gehäusetemperatur, gemessen am vorderen Teil des Kameragehäuses.

⁶ Maximale Umgebungstemperatur ohne Objektiv und ohne Wärmeableitung. Höhere Betriebstemperaturen können mit geeigneter Wärmeableitung erreicht werden (z.B. durch Montage der Kamera über eine Metallplatte).

5.2 Elektrische Spezifikationen

Die elektrischen Spezifikationen der Itala Kameras sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Erläuterungen zur E/A-Schaltung sind in Abschnitt 5.7 zu finden.

Parameter	MIN	TYP	MAX	UNIT
ALLGEMEIN				
Versorgungsspannung	12	-	24	[V]
Leistungsaufnahme ¹	-	-	5	[W]
OPTISCH ISOLIERTER EINGANG				
Eingangsspannung	0	-	30	[V]
HIGH-Spannungsschwelle am Eingang	2.2	-	-	[V]
LOW-Spannungsschwelle am Eingang	-	-	1.9	[V]
OPTISCH ISOLIERTER AUSGANG				
Ausgangsspannung	0	-	+Vcc ²	[V]
Ausgangsstrom	-	-	50 ³	[mA]

¹ Maximale Leistung zur Versorgung des Produkts PS2 gemäß 62368-1 und LPS gemäß Anhang Q.1, weniger als 100W.

² Externes Netzteil, angeschlossen an den digitalen Ausgang + Anschluss. Maximale Leistung zur Versorgung des Produkts PS2 gemäß 62368-1 und LPS gemäß Anhang Q.1, weniger als 100W.

³ Der Ausgangsstrom muss durch die externe Last oder einen geeigneten externen Widerstand begrenzt werden.

Table 7: Elektrische Spezifikationen

5.2.1 Elektrische Eingangs-Spezifikationen

Abbildung 41 zeigt, wie die interne Schaltung die Eingangssignale an Line0/Line1 abtastet. Eingangsspannungen im Bereich von 0–1,9 V werden als logisches LOW interpretiert, Spannungen zwischen 2,2–30 V als logisches HIGH. Spannungen über 30 V dürfen nicht angelegt werden.

Abbildung 42 zeigt die minimale/maximale Eingangsverzögerung für steigende und fallende Flankenlogik.

Digital input bezeichnet das Signal, das dem optisch isolierten Eingang der Itala Kamera zugeführt wird.

Processed signal bezeichnet das Signal nach der Verarbeitung durch die Eingangsschaltung und nach der Abtastung durch die interne Logik.

Das verarbeitete Signal ist durch eine durchschnittliche Verzögerungszeit und einen Jitter gekennzeichnet, der durch Schwankungen der optischen Isolatoren-Ausbreitungsverzögerung und durch die Abtastung der internen Logik verursacht wird (da der digitale Eingang asynchron zum internen Takt ist). Dieser Jitter ist in Abbildung 42 als grauer Bereich dargestellt. Minimale und maximale Verzögerungszeiten stellen die Grenzen dieses Bereichs dar.

Minimale/maximale Eingangsverzögerungen (wenn die Itala Kamera durch ein externes Gerät ausgelöst wird) sind in Tabelle 8 angegeben: Die Spalte *Input voltage* definiert den Spannungspegel des

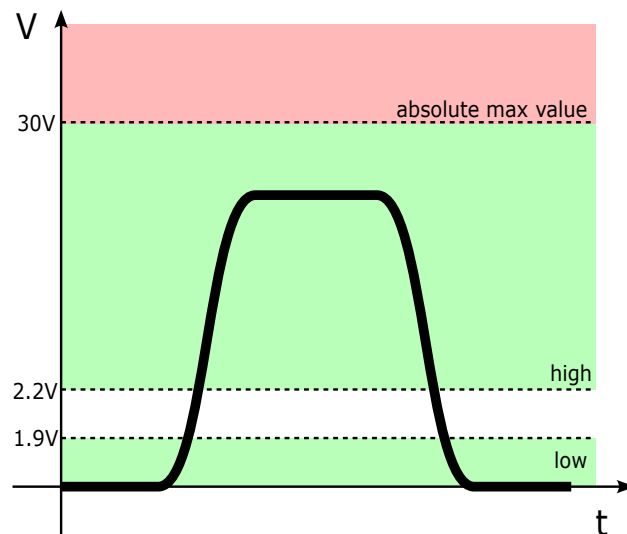


Figure 41: Eingangstrigger zwischen 0V-1,9V und 2,2V-30V werden als LOW bzw. HIGH abgetastet. Der maximale Eingangsspannungsgrenzwert darf nicht überschritten werden.

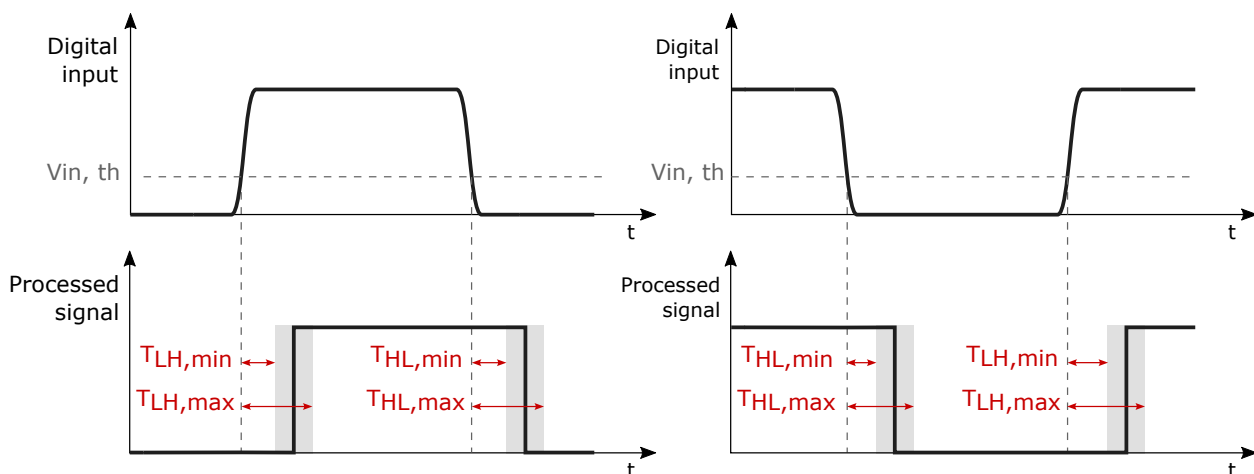


Figure 42: Links: Eingangstrigger-Signal und verarbeitetes Signal (durch Eingangsschaltung) in Flankenlogik steigende Flanke. Rechts: Eingangstrigger-Signal und verarbeitetes Signal (durch Eingangsschaltung) in Flankenlogik fallende Flanke.

Eingangs-Triggersignals.

Die Spalten *MIN rise delay* und *MAX rise delay* zeigen die Signalausbreitungsverzögerungszeit vom Eingangspin des E/A-Steckverbinders zum Triggerpanel des Bildsensors. Bei aktivem LOW-Eingangssignal sind die Spalten *MIN fall delay* und *MAX fall delay* zu berücksichtigen.

Schließlich definiert die Spalte *MIN Input pulse* die Mindestdauer des Eingangssignals, damit es als gültiges Triggersignal erkannt wird (d.h. ein Signal, dessen Dauer kürzer als *MIN Input pulse* ist, wird von der Eingangsschaltung möglicherweise nicht korrekt abgetastet).

HINWEIS: Der Unterschied zwischen minimaler und maximaler Verzögerung ist der Jitter, der durch die Abtastung des Eingangs-Triggersignals entsteht.

HINWEIS: In Itala Kameras ist ein Hochleistungs-Optokoppler integriert, um Eingangstriggersignale mit minimaler Verzögerung zu verarbeiten. Dieser Optokoppler ist zudem symmetrisch (d.h. MIN/MAX-Steigerungsverzögerung entspricht MIN/MAX-Fallverzögerung), sodass die Triggereigenschaften bei steigender Flanke gleich denen bei fallender Flanke sind.

Input voltage [V]	MIN rise delay ($t_{LH,min}$) [us]	MAX rise delay ($t_{LH,max}$) [us]	MAX fall delay ($t_{HL,max}$) [us]	MIN fall delay ($t_{HL,min}$) [us]	MIN Input Pulse ($t_{pulse,min}$) [us]
3.3	1.5	2.5	1.5	2.5	2
5	1.5	2.5	1.5	2.5	2
12	1.5	2.5	1.5	2.5	2
24	1.5	2.5	1.5	2.5	2

Table 8: Minimale und maximale Eingangsverzögerungen, wenn Itala Kameras durch ein externes Gerät ausgelöst werden

5.2.2 Elektrische Ausgangsspezifikationen

Tabelle 9 zeigt die elektrischen Spezifikationen der optisch isolierten Ausgänge der Itala.

Die Spalten *Supply Voltage* und *Load Res* definieren jeweils die Versorgungsspannung am *OPTO REF V+* Anschluss und den Lastwiderstand am optisch isolierten Ausgangspin.

Die Spalte *Meas Output Current* zeigt den gemessenen Strom durch den Optokoppler, während *Meas Output Voltage* die gemessene Spannung am Ausgangspin des Optokopplers unter den Betriebsbedingungen von Versorgungsspannung und Lastwiderstand angibt. Die Spalte *MAX Output delay* definiert die maximale Ausbreitungsverzögerung vom Eingang zum Ausgang des Optokopplers.

Abbildung 43 zeigt die maximale Ausgangsverzögerung für steigende und fallende Flankenlogik. *Internal strobe signal* bezeichnet das interne Signal, das der Benutzer an einen der optisch isolierten Ausgangspins ausgeben möchte (z.B. Belichtungssignal).

Digital output bezeichnet das Signal nach der Verarbeitung durch die optisch isolierte Ausgangsschaltung.

Der digitale Ausgang ist durch eine Ausgangsverzögerung gekennzeichnet, die durch die Ansprechzeit des Optokopplers verursacht wird: Diese Verzögerung, in Abbildung 43 als grauer Bereich dargestellt, kann im Laufe der Zeit aufgrund von Änderungen der Betriebsbedingungen schwanken: Versorgungsspannungsschwankungen, Temperaturänderungen, Variationen des Ausgangswiderstands. Tabelle 9 gibt die maximale Ausgangsverzögerung an, um den ungünstigsten Fall abzudecken.

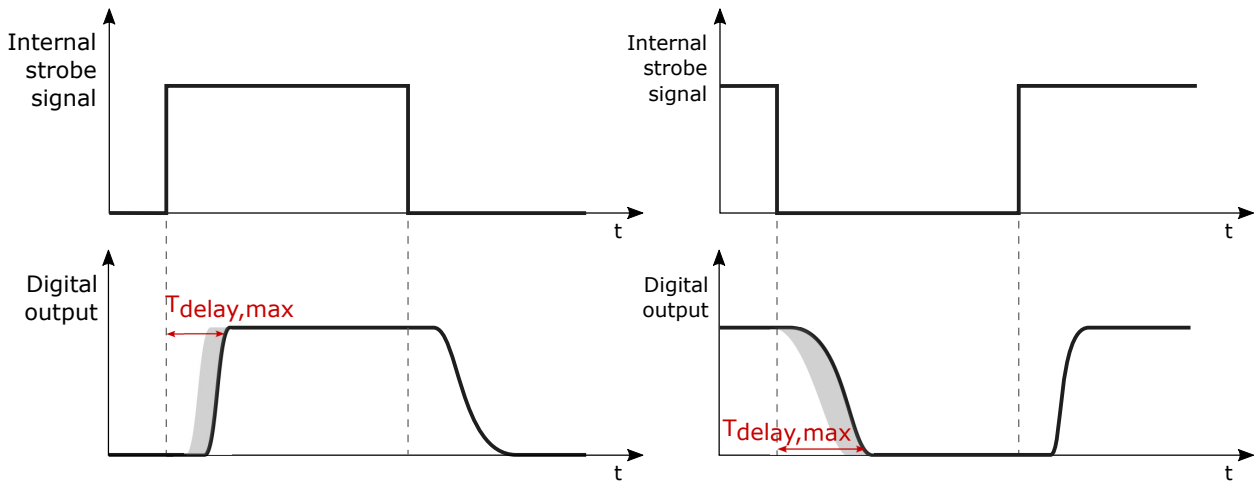


Figure 43: Links: internes Strobe-Signal und digitaler Ausgang in Flankenlogik steigende Flanke. Rechts: internes Strobe-Signal und digitaler Ausgang in Flankenlogik fallende Flanke.

HINWEIS: Ausgangs-Optokoppler zeigen kein symmetrisches Verhalten, d.h. steigende Flankenlogik und fallende Flankenlogik unterscheiden sich hinsichtlich Strom und Ausgangsverzögerung.

Supply Voltage [V]	Load Res [ohm]	MAX Output delay [μ s]	Meas Output Voltage [V]	Meas Output Current [mA]
FLANKENLOGIK STEIGENDE FLANKE				
3.3	150	3.5	2.1	14.0
	330	3.5	3.0	8.8
	560	3.4	3.2	5.6
	1000	3.3	3.2	3.2
5	330	3.5	4	12.1
	560	3.5	4.5	8.0
	1000	3.5	4.7	4.7
	2200	3.4	4.8	2.2
12	330	3.8	8.5	25.6
	560	3.8	10.2	18.2
	1000	3.7	11.4	11.3
	2200	3.6	12.0	5.4
24	560	4.0	16.5	29.5
	1000	4.0	21.0	21.0
	2200	3.9	23.2	10.6

	4700	3.8	23.7	5.1
FLANKENLOGIK FALLENDE FLANKE				
3.3	150	6.6	2.1	14.2
	330	17.3	3.0	9.1
	560	27.3	3.1	5.6
	1000	34.8	3.2	3.2
5	330	9.6	4.0	12.2
	560	20.6	4.6	8.2
	1000	30.7	4.7	4.7
	2200	42.2	4.8	2.2
12	330	1.8	8.4	25.6
	560	4.7	10.2	18.2
	1000	12.0	11.4	11.4
	2200	31.3	12.0	5.4
24	560	1.5	17.0	30.3
	1000	4.0	21.2	21.2
	2200	15.8	23.3	10.6
	4700	36.9	23.8	5.1

Table 9: Maximale Ausgangsverzögerungen und elektrische Messungen für Ausgangssignale der Itala Kameras

5.3 Optische Sensorantwort

In der Regel weisen alle Sony IMX Sensoren der 1. Generation die gleiche optische Antwort auf. Die relative Transmission für monochrome und Farbsensoren ist in Abb.44 und Abb.45 dargestellt. Bitte beachten Sie Abschnitt 1.5 für Informationen zur Bildsensorfamilie.

In der Regel weisen alle Sony IMX Sensoren der 2. Generation die gleiche optische Antwort auf. Die relative Transmission für monochrome und Farbsensoren ist in Abb.46 und Abb.47 dargestellt. Bitte beachten Sie Abschnitt 1.5 für Informationen zur Bildsensorfamilie.

Typischerweise weisen alle Sony IMX Sensoren der 4. Generation im Durchschnitt dasselbe optische Ansprechverhalten auf.

Die relative Transmission für Monochrom- und Farbsensoren ist in Fig.48 und Fig.49 dargestellt. Bitte beachten Sie Abschnitt 1.5, um Informationen zur Bildsensorfamilie zu erhalten.

Die relative Transmission des Sony IMX990 SenSWIR™ Sensors ist in Fig.50 dargestellt. Bitte beachten Sie Abschnitt 1.5, um Informationen zur Bildsensorfamilie zu erhalten.

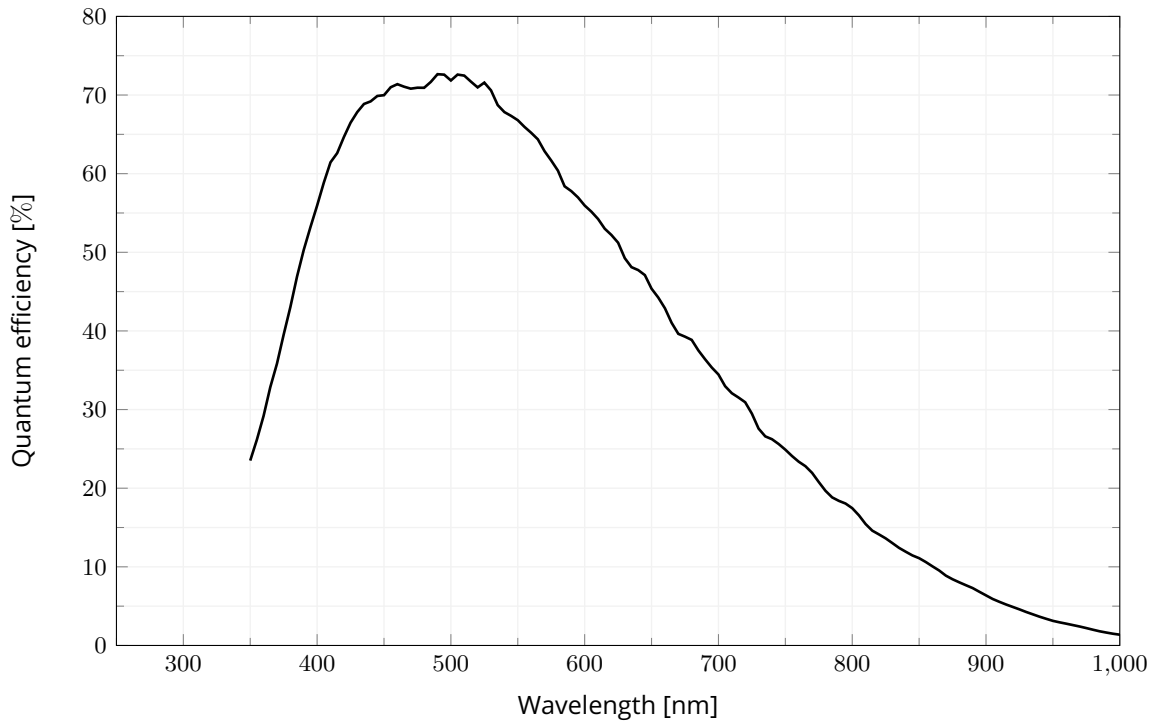


Figure 44: Monochrome Sensoren Sony IMX der 1. Generation.

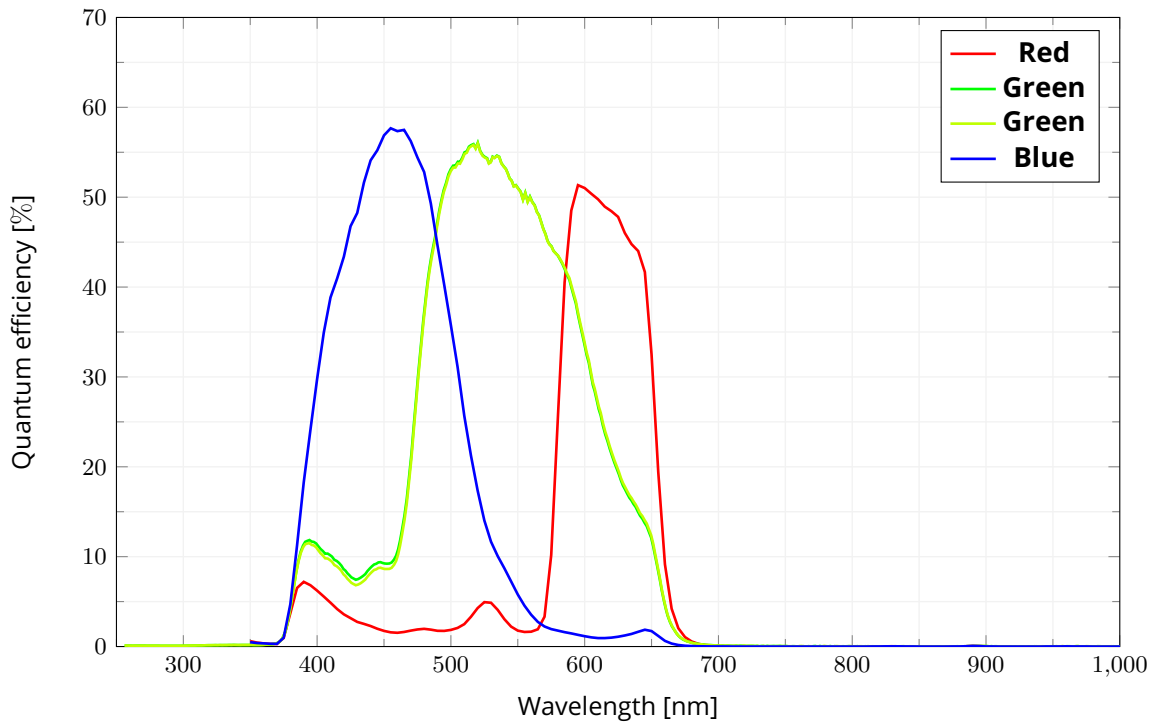


Figure 45: Farbsensoren Sony IMX der 1. Generation.

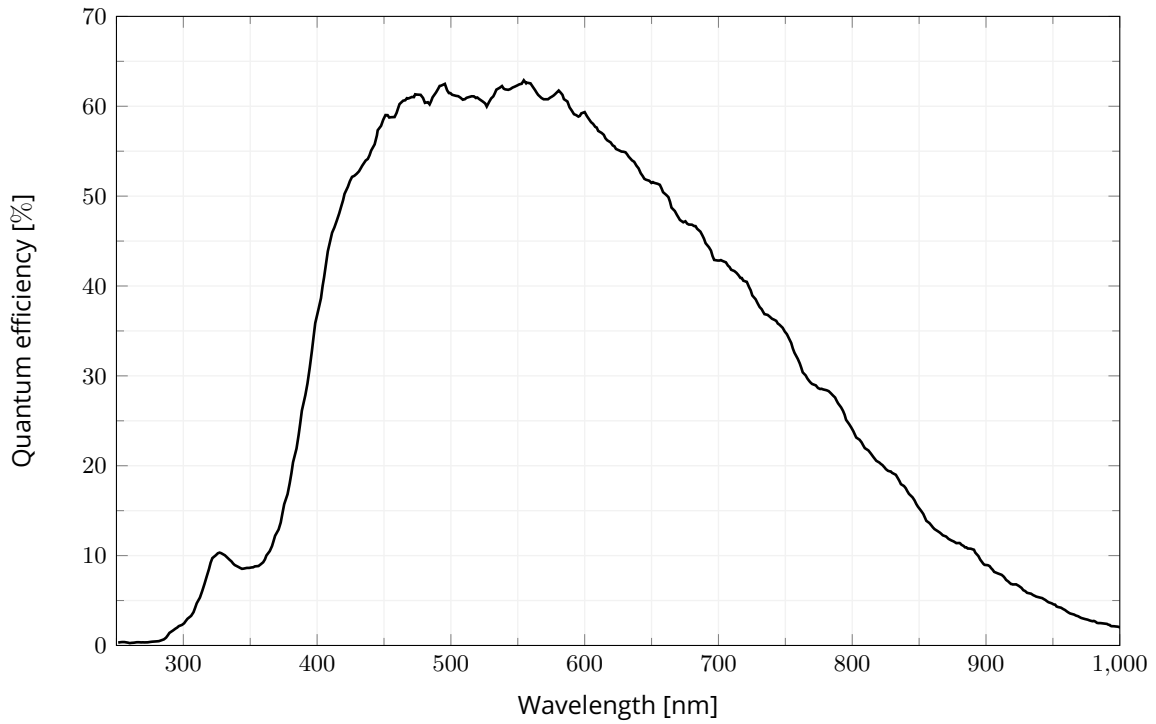


Figure 46: Monochrome Sensoren Sony IMX der 2. Generation.

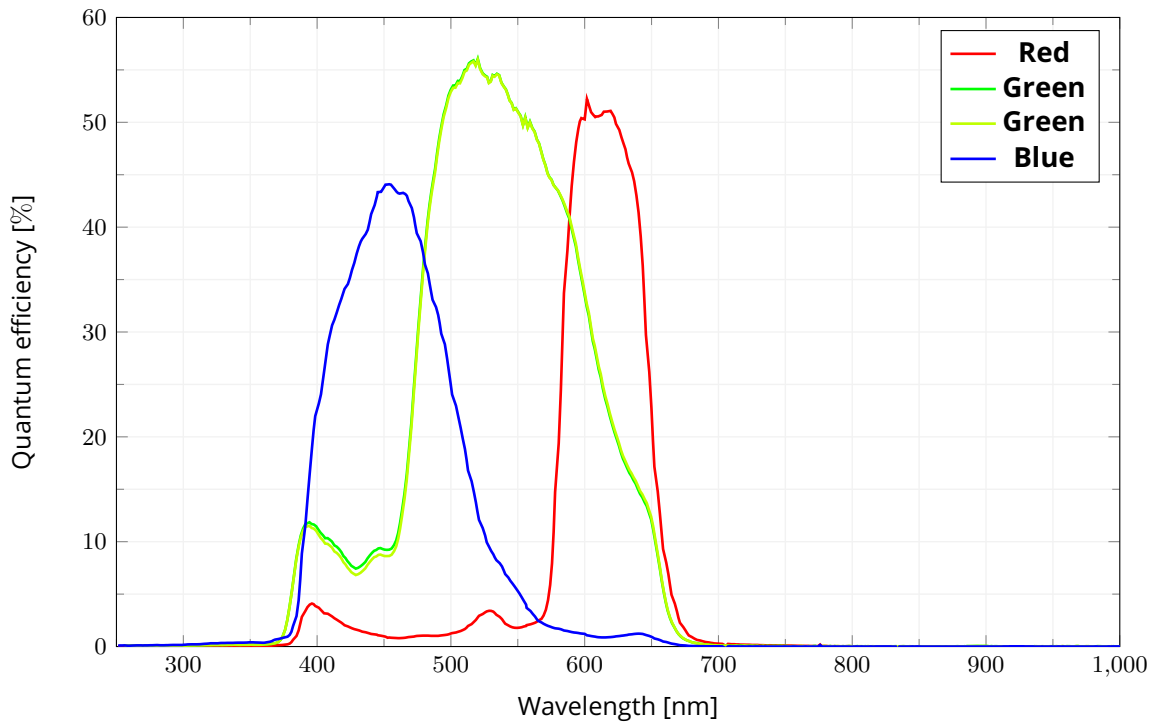


Figure 47: 2. Generation Sony IMX Farbsensoren.

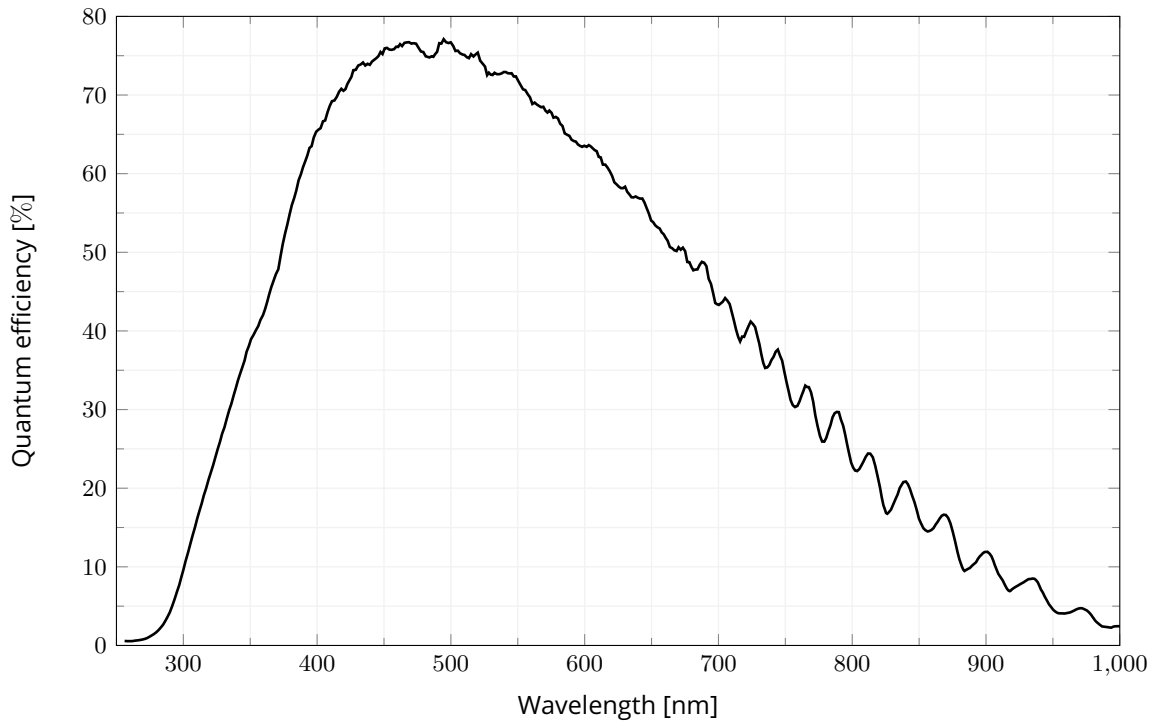


Figure 48: 4. Generation Sony IMX Monochromsensoren.

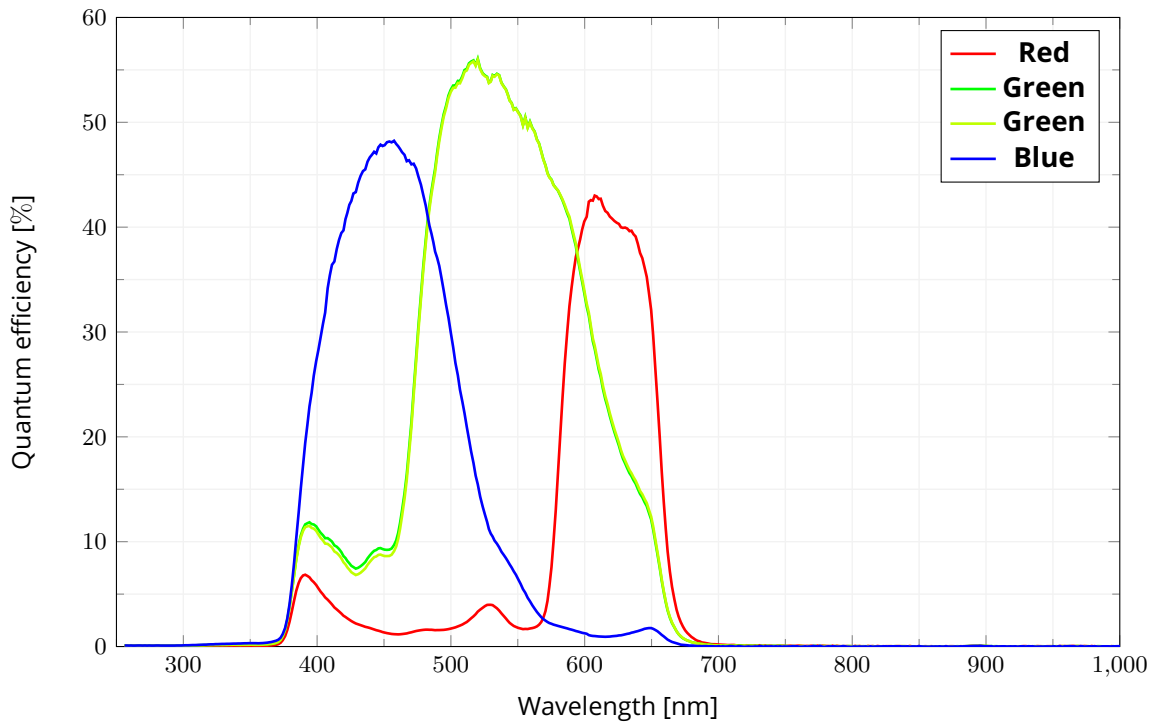


Figure 49: 4. Generation Sony IMX Farbsensoren.

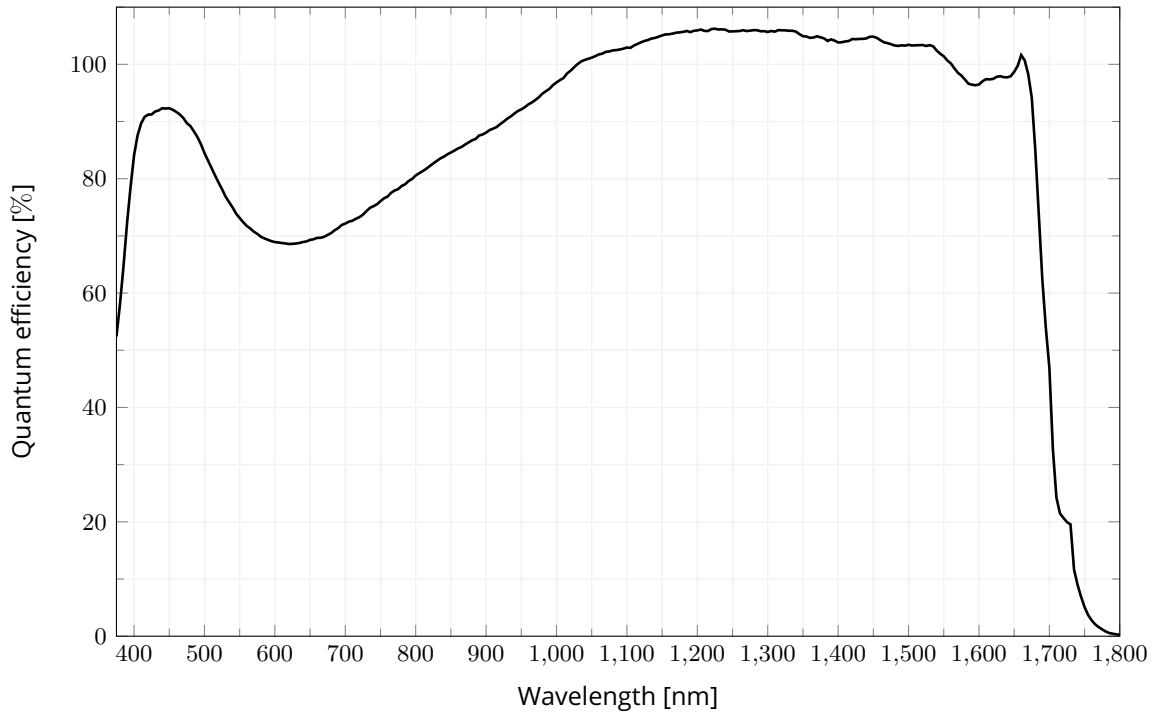
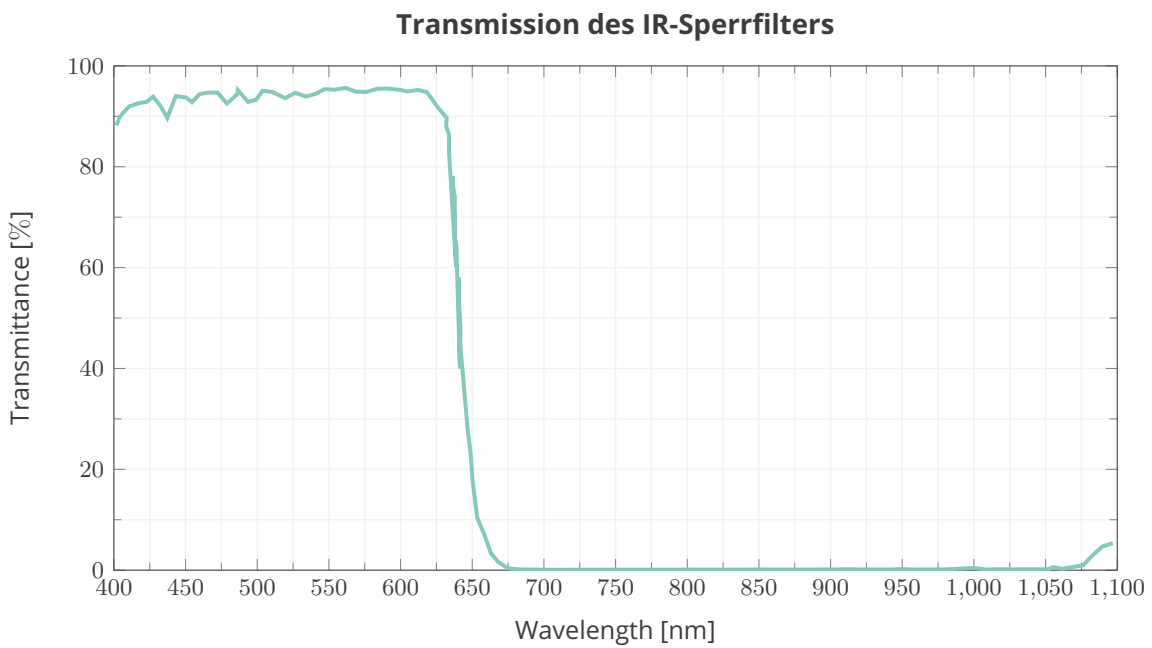
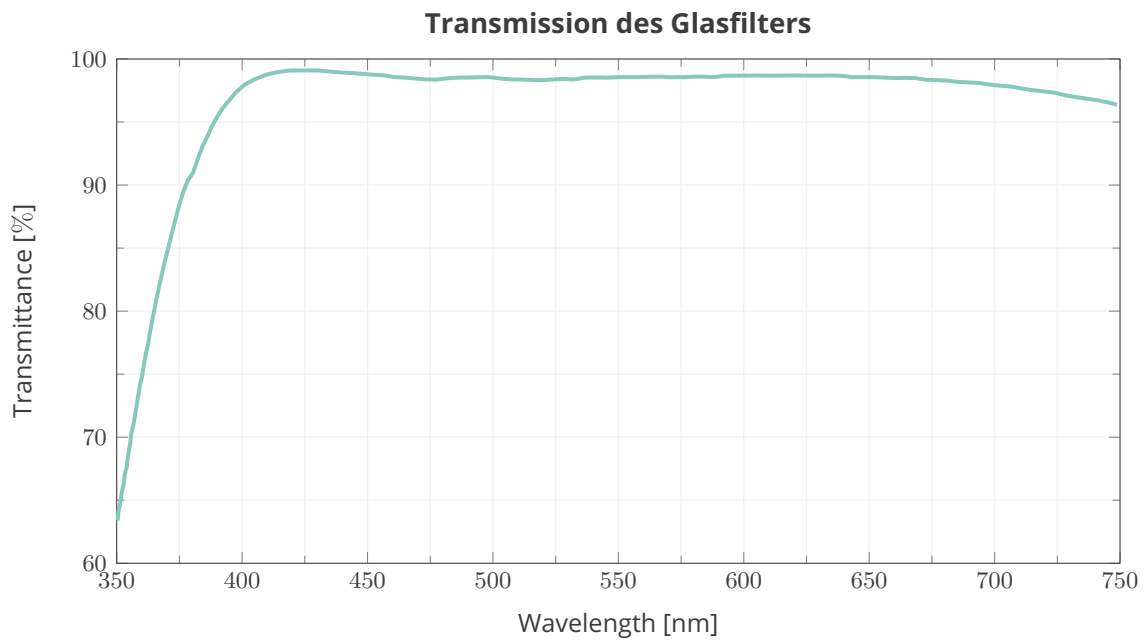


Figure 50: Sony IMX990 SenSWIR™ Monochromsensor.

5.4 Optische Filter

Die folgenden Abbildungen zeigen die Transmissionscharakteristik der verfügbaren optischen Filter für die Itala Kameraserie.



5.5 Mechanische Spezifikationen

5.5.1 Maßzeichnungen

ITALA G - ITALA G.EL

Die **TYP 1** Zeichnungen (Abbildung 51) beziehen sich auf alle Kameras mit Sensoren bis zu einem Bildformat von 1,2". Diese sind mit einem Standard-**C-Mount** (1 Zoll Durchmesser, 32 Gewindegänge pro Zoll) und einem Flanschabstand von **17,526 mm** ausgestattet.

Die **TYP 2** Zeichnungen (Abbildung 52) beziehen sich auf alle Kameras mit Sensoren von 4/3" bis APS-C Bildformat. Diese sind mit einem **M42x1** Gewindebajonett und einem Flanschabstand von **12 mm** ausgestattet.

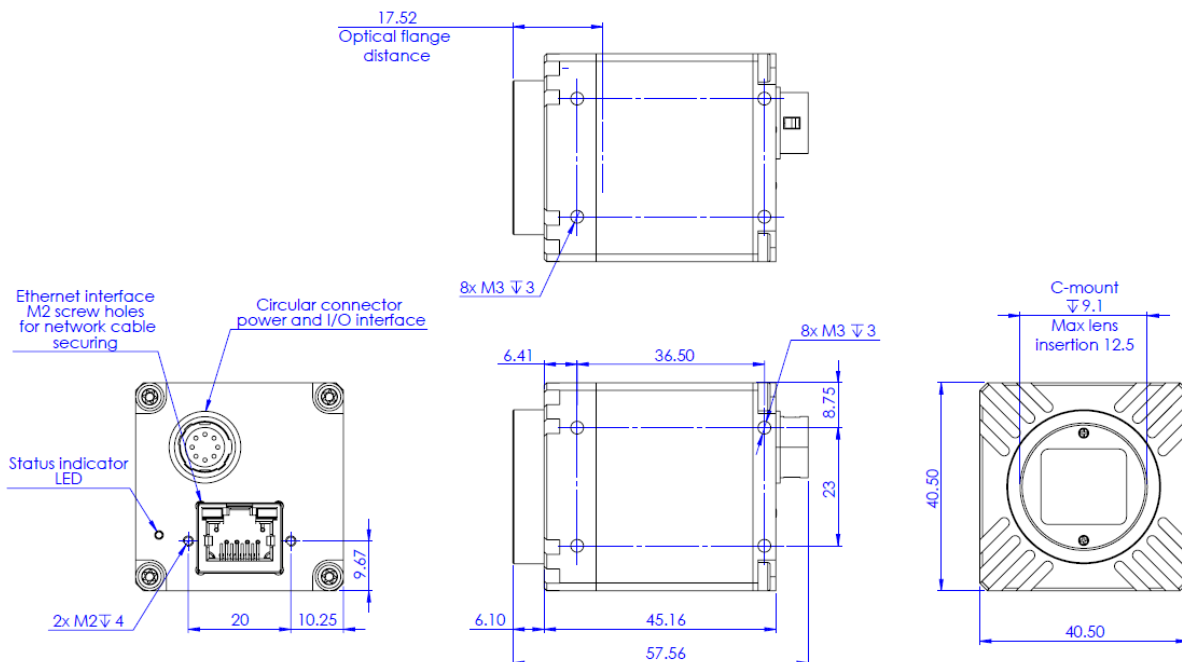


Figure 51: TYPE 1 dimensional drawings.

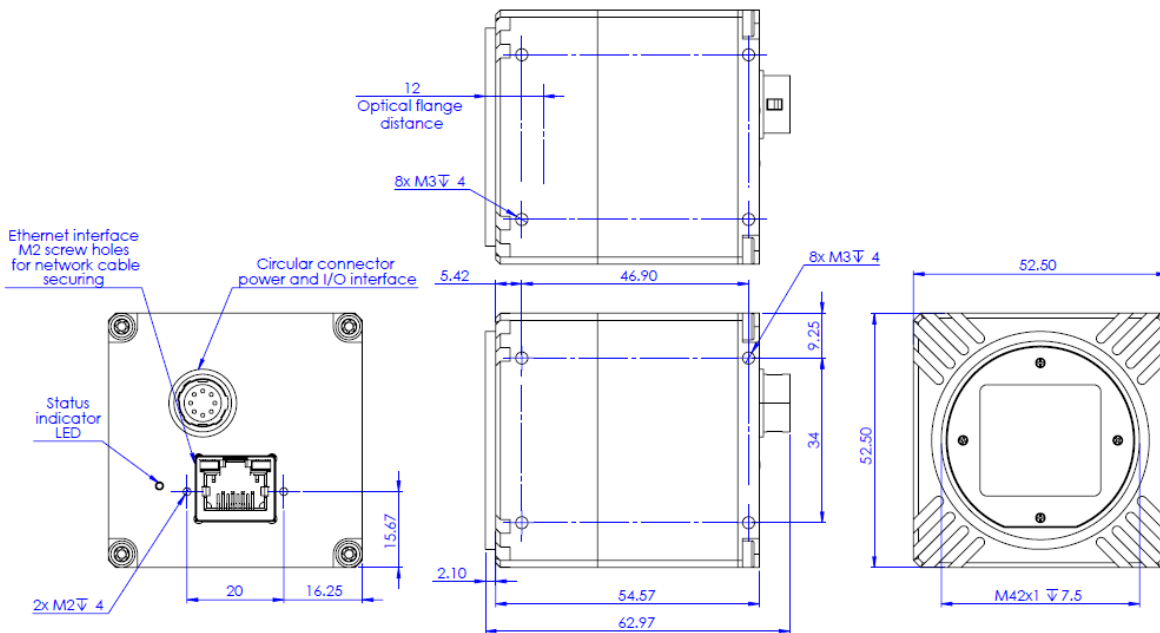


Figure 52: TYPE 2 dimensional drawings.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Die Zeichnungen in Abbildung 53 beziehen sich auf alle IP67-Kameras. Diese sind mit einem Standard-**C-Mount** (1 Zoll Durchmesser, 32 Gewindegänge pro Zoll) und einem Flanschabstand von **17,526 mm** ausgestattet.

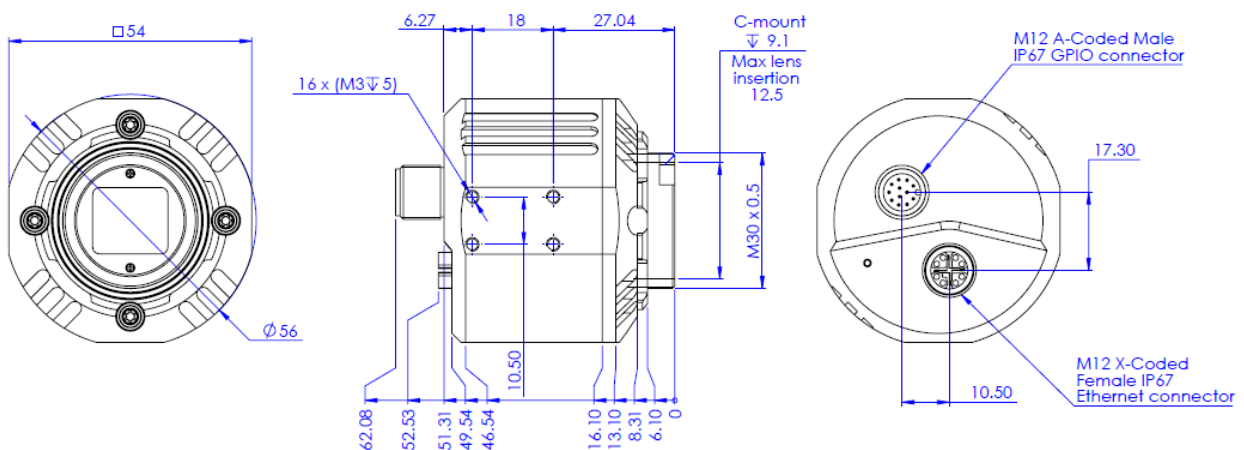
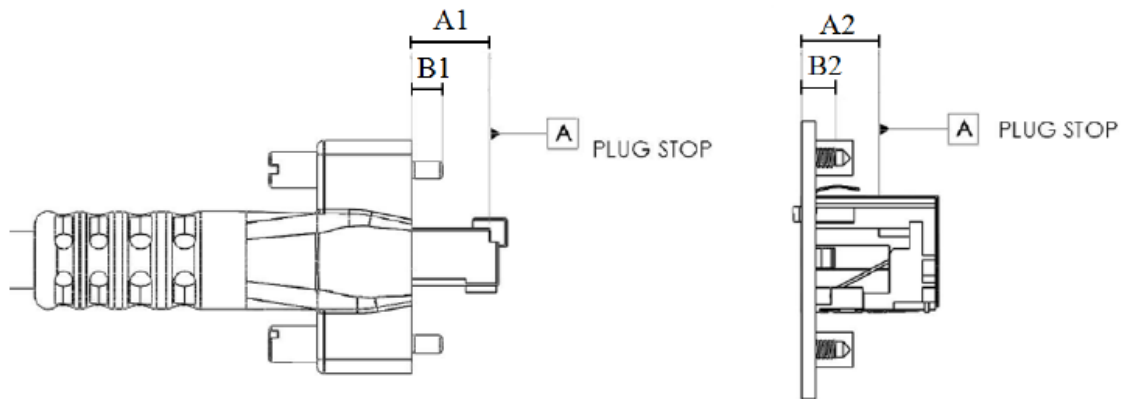


Figure 53: Itala G.IP and Itala G.EL.IP dimensional drawings.

5.5.2 GigE Vision mechanische Anforderungen

Itala Kameras sind vollständig konform mit den mechanischen Spezifikationen von GigE Vision ausgeführt. Die implementierte Konfiguration entspricht dem **TYP090** Standard gemäß dem *GigE Vision Mechanical Supplement* (Abbildung 54).



Dimension – Free connector	TYP090	TYP110
From overmold to plug stop (A1)	9.0 mm (-0.47, +0.00)	11.0 mm (-0.47, +0.00)
From overmold to tip of thumbscrews (B1)	4.25 mm (-1.00, +0.25)	4.25 mm (-1.00, +0.25)
Dimension – Fixed Connector	TYP090	TYP110
From contact point to plug stop (A2)	9.0 mm (-0.00, +1.00)	11.0 mm (-0.00, +1.00)
From contact point to bottom of thumbscrew thread (B2)	4.5 mm (-0.00, +1)	4.5 mm (-0.00, +1.00)

Figure 54: GigE Vision Steckverbinderspezifikationen

5.5.3 Sensorzentrierungsdaten

Alle Kameras werden nach der Montage geprüft, um sicherzustellen, dass der Sensor korrekt zentriert ist. Messungen werden in allen sechs Freiheitsgraden relativ zum Objektivanschluss durchgeführt, um eine optimale Abbildungsleistung zu gewährleisten. In Tabelle 10 und 11 sind typische Produktionswerte für die Sensorzentrierungsabweichung relativ zu Abbildung 55 angegeben.

Achse	Nennwert	3 σ
Roll	0°	0.4°
Yaw	0°	0.3°
Pitch	0°	0.5°
Horizontal shift (x)	0 mm	0.2 mm
Vertical shift (y)	0 mm	0.2 mm
FD (z)	17.53 mm	0.11 mm

Table 10: Sensorzentrierungsabweichung für C-Mount-Kameras

Achse	Nennwert	3 σ
Roll	0°	0.6°
Yaw	0°	0.3°
Pitch	0°	0.5°
Horizontal shift (x)	0 mm	0.2 mm
Vertical shift (y)	0 mm	0.2 mm
FD (z)	12 mm	0.2 mm

Table 11: Sensorzentrierungsabweichung für J-Mount-Kameras

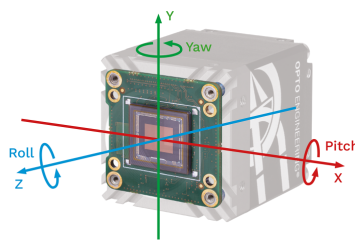


Figure 55: Freiheitsgrade des Sensors.

5.6 Steckverbinder und Pinbelegung

ITALA G - ITALA G.EL

Die Kamera verfügt über zwei Steckverbinder:

- **Standard RJ45-Steckverbinder mit Schraubverriegelung**
Anschluss für die Bildübertragung und (optional) zur Kameraversorgung über PoE.
- **12-poliger Rundsteckverbinder (P/N: HR10G-10R-12PB(71))**
Dieser Steckverbinder hat Mehrzweckpins: Stromversorgung, Trigger, Synchronisation, serielle Kommunikation, Flüssiglinsentreiber. Die Pinbelegung ist nicht fest und hängt vom Kameramodell ab (Standard oder mit Flüssiglinsenregler). Entnehmen Sie Tabelle 12 die Pinbelegung für beide Kameramodelle.

HINWEIS: Falls ein CBGPIO001-Kabel verwendet wird, beachten Sie die Website von Opto Engineering®, um die Zuordnung "Farbe zu Funktion" zu erhalten.

PIN	Itala G	Itala G.EL
1	GND	GND
2	+VIN	+VIN
3	Opto OUT 3	Lens -
4	Opto IN 0	Opto IN 0
5	Opto OUT 2	Lens +
6	Opto OUT 0	Opto OUT 0
7	Opto REF GND	Opto REF GND
8	RS232 RX	Lens SCL
9	RS232 TX	Lens SDA
10	Opto REF V+	Opto REF V+
11	Opto IN 1	Opto IN 1
12	Opto OUT 1	Lens +3.3V

Table 12: Pinbelegung für die Varianten Itala G und Itala G.EL.

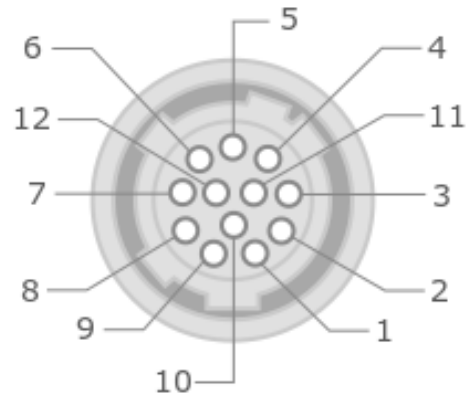


Figure 56: Pinbelegung des 12-poligen Rundsteckverbinders (Vorderansicht der Kamera)

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Die Kamera verfügt über zwei Steckverbinder:

- **M12 X-codierter weiblicher IP67 Ethernet-Steckverbinder (P/N: 394811-E)**
Anschluss für die Bildübertragung und (optional) zur Kameraversorgung über PoE.
- **M12 A-codierter männlicher IP67 GPIO-Steckverbinder (P/N: 494518-E)**
Dieser Steckverbinder hat Mehrzweckpins: Stromversorgung, Trigger, Synchronisation, serielle Kommunikation, Flüssiglinsentreiber. Die Pinbelegung ist nicht fest und hängt vom Kameramodell ab (Standard oder mit Flüssiglinsen-Controller). Entnehmen Sie Tabelle 13 die Pinbelegung für beide Kameramodelle.

HINWEIS: Falls ein RT-MSAS-12BFFM-SL8Dxx-Kabel verwendet wird, beachten Sie die Website von Opto Engineering®, um die Zuordnung "Farbe zu Funktion" zu erhalten.

PIN	Itala G.IP	Itala G.EL.IP
1	GND	GND
2	+VIN	+VIN
3	Opto OUT 3	Lens -
4	Opto IN 0	Opto IN 0
5	Opto OUT 2	Lens +
6	Opto OUT 0	Opto OUT 0
7	Opto REF GND	Opto REF GND
8	RS232 RX	Lens SCL
9	RS232 TX	Lens SDA
10	Opto REF V+	Opto REF V+
11	Opto IN 1	Opto IN 1
12	Opto OUT 1	Lens +3.3V

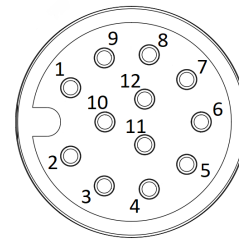


Figure 57: IP67 12-poliger Rundsteckverbinder Pinbelegung (Vorderansicht der Kamera).

Table 13: Pinbelegung für die Varianten Itala G.IP und Itala G.EL.IP.

5.7 E/A-Schaltkreis

Alle Eingangs- und Ausgangspins des E/A-Steckverbinders sind galvanisch getrennt. Alle elektrischen Spezifikationen und die maximalen Spannungs-/Strombelastbarkeiten sind in Tabelle 7 aufgeführt.

5.7.1 Optisch isolierter Eingang

Die Topologie des optisch isolierten Eingangs ist schematisch in Abbildung 58 dargestellt.

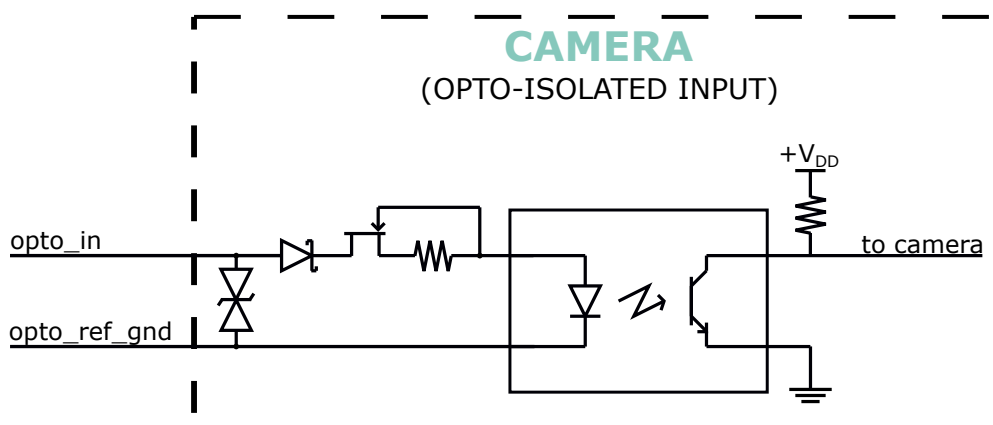


Figure 58: Topologie des optisch isolierten Eingangs.

Im Design wird ein Hochgeschwindigkeits-Eingangsoptokoppler verwendet, um das Eingangs-Triggersignal mit minimaler Ausbreitungsverzögerung zu verarbeiten. Eine TVS-Diode dient als Schutzmaßnahme gegen Hochspannungsspitzen, während eine Seriodiode eine Verpolung des Eingangs verhindert. Zusätzlich ist eine Strombegrenzungsschaltung integriert, um den Eingangsstrom automatisch anzupassen.

HINWEIS: Beachten Sie, dass jede Beschädigung der optisch isolierten Eingangsschaltung diese dauerhaft unbrauchbar macht.

Einige Verdrahtungsbeispiele (sowohl für optisch isolierte als auch nicht isolierte Systeme) sind im Kapitel "Verdrahtungsbeispiele" (7.1) dargestellt.

5.7.2 Optisch isolierter Ausgang

Die Topologie des optisch isolierten Ausgangs ist schematisch in Abbildung 59 dargestellt.

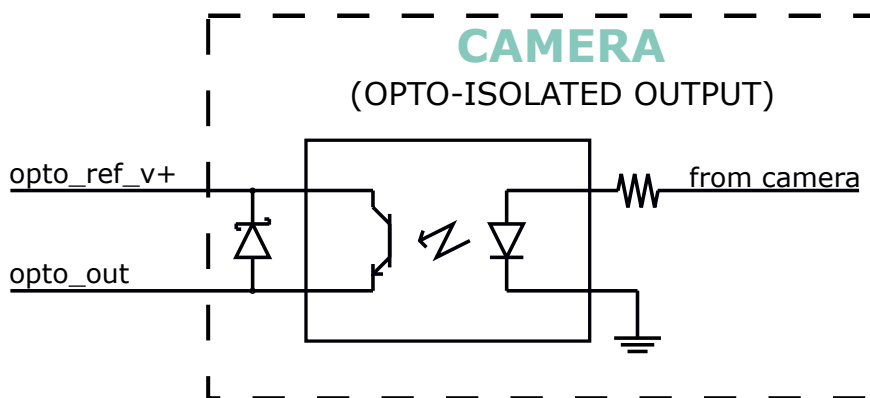


Figure 59: Topologie des optisch isolierten Ausgangs.

Im Falle einer versehentlichen Verbindung an den Ausgangspins schützt eine Bypass-Diode den Transistor, indem sie einen alternativen Strompfad bereitstellt. Die Referenzspannung für die optisch isolierten Ausgangspins kann sich von der Versorgungsspannung unterscheiden, jedoch dürfen die in Tabelle 7 aufgeführten Maximalwerte nicht überschritten werden.

5.8 LED-Anzeigen

Alle Itala Kameras sind mit einer LED-Anzeige auf der Rückseite des Gehäuses neben den Steckverbindern ausgestattet (siehe Abbildungen 51, 52 und 53).

Diese LED zeigt den aktuellen Betriebsstatus der Kamera visuell an.

Die Farbcodes sind in Tabelle 14 aufgeführt.

Darüber hinaus verfügen alle Itala Kameras außer den IP67-Modellen über zwei Ethernet-Status-LED-Anzeigen auf der Rückseite des Gehäuses am RJ45-Steckverbinder (siehe Abbildungen 51 und

Farbe	Kamerastatus
Condition: camera working	
● Gelb blinkend	Kamera-Startvorgang (beim Einschalten)
● Gelb dauerhaft	Kamera bereit
● Grün	Kamera ausgelöst
Condition: camera during firmware update	
● Violett	Kamera im Boot-Modus
● Violett/Cyan blinkend	Kamera wird aktualisiert
Condition: fault	
● Rot dauerhaft	Hardwarefehler - FPGA-Fehler
● Rot schnell blinkend - Periode: 500ms	Hardwarefehler - RAM-Fehler
● Rot langsam blinkend - Periode: 4s	Hardwarefehler - Bildsensorfehler

Table 14: LED-Farbcodes zur Anzeige des Kamerastatus

52).

Diese LEDs zeigen den aktuellen Ethernet-Verbindungsstatus der Kamera visuell an. Die Farbcodes sind in Tabelle 15 aufgeführt.

Farbe	Ethernet-Status
Amber led - Network activity	
● Gelb blinkend	Daten werden aktiv übertragen
● Aus	Keine Netzwerkaktivität
Green led - Connection status	
● Grün	1000-Mbps-Verbindung
● Aus	100-Mbps-Verbindung oder keine Verbindung

Table 15: LED-Farbcodes für den Ethernet-Status

6 KAMERAFunkTIONEN

Dieses Kapitel bietet eine Übersicht über die Standard- und benutzerdefinierten Funktionen der Itala Kameraserie. Die Funktionen sind gemäß der *Standard Feature Naming Convention (SFNC)* und der *GenICam*-Nomenklatur definiert. Die folgenden Abschnitte enthalten eine detailliertere Erläuterung jeder Funktion.

6.1 Device Control

Dieser Abschnitt enthält die Funktionen zur Steuerung und Information des Geräts. Er wird hauptsächlich verwendet, um das Gerät während des Enumerierungsprozesses zu identifizieren und Informationen über das Gerät selbst zu erhalten. In Tabelle 16 sind alle Device Control-Parameter aufgeführt.

Funktion	Beschreibung	Interface	Zugriff
DeviceType	Gibt den Gerätetyp zurück	IEnumeration	R
DeviceScanType	Scantyp des Sensors des Geräts	IEnumeration	R
DeviceVendorName	Name des Geräteherstellers	IString	R
DeviceModelName	Modell des Geräts	IString	R
DeviceManufacturerInfo	Herstellerinformationen über das Gerät	IString	R
DeviceVersion	Version des Geräts	IString	R
DeviceFirmwareVersion	Version der Firmware im Gerät	IString	R
DeviceSerialNumber	Seriennummer des Geräts	IString	R
DeviceUserID	Benutzerprogrammierbarer Gerätebezeichner	IString	RW
DeviceTLType	Transport-Layer-Typ des Geräts	IEnumeration	R
DeviceTLVersionMajor	Hauptversion des Transport Layers des Geräts	Integer	R
DeviceTLVersionMinor	Nebenversion des Transport Layers des Geräts	Integer	R
DeviceLinkSelector	Wählt den zu steuernden Link des Geräts aus	Integer	RW
DeviceLinkSpeed	Gibt die am angegebenen Link ausgehandelte Übertragungsgeschwindigkeit an	Integer	R
DeviceLinkThroughputLimitMode	Steuert, ob das DeviceLinkThroughputLimit aktiv ist	IEnumeration	RW

DeviceLinkThroughputLimit	Begrenzt die maximale Bandbreite der Daten, die vom Gerät über den ausgewählten Link gestreamt werden	Integer	RW
DeviceLinkHeartbeatMode	Aktiviert oder deaktiviert den Heartbeat des Links	Enumeration	RW
DeviceLinkHeartbeatTimeout	Steuert den aktuellen Heartbeat-Timeout des angegebenen Links	Float	RW
DeviceLinkCommandTimeout	Gibt den Befehls-Timeout des angegebenen Links an. Dies entspricht der maximalen Antwortzeit des Geräts auf einen über diesen Link gesendeten Befehl	Float	RW
DeviceReset	Setzt das Gerät auf den Einschaltzustand zurück. Nach dem Reset muss das Gerät neu erkannt werden. Beachten Sie, dass einige Transport Layer die Bestätigung des DeviceReset-Befehls erfordern, bevor der tatsächliche Reset des Geräts gestartet wird	Command	W
DeviceFeaturePersistenceStart	Weist das Gerät und den GenICam-XML an, sich auf die Persistierung aller streambaren Funktionen vorzubereiten	Command	W
DeviceFeaturePersistenceEnd	Zeigt dem Gerät das Ende der Funktionspersistierung an	Command	W
DeviceRegistersStreamingStart	Bereitet das Gerät für das Register-Streaming ohne Konsistenzprüfung vor	Command	W
DeviceRegistersStreamingEnd	Kündigt das Ende des Register-Streamings an	Command	W
DeviceTemperatureSelector	Wählt den Ort innerhalb des Geräts aus, an dem die Temperatur gemessen wird	Enumeration	RW
DeviceTemperature	Gerätetemperatur in Grad Celsius (°C)	Float	R

oeSensorTemperatureNormal	Normaltemperaturgrenzwert des Bildsensors in Grad Celsius (°C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureHigh	Hoher Temperaturgrenzwert des Bildsensors in Grad Celsius (°C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureStatus	Zeigt den Temperaturstatus des Bildsensors an	IEnumeration	R
oeDevicePressure	Interner Gerätedruck in hPa	IFloat	R

Table 16: Device Control-Funktionen

6.1.1 Sensor Temperature Status

Der Temperaturstatus des Sensors kann über die Funktion **oeSensorTemperatureStatus** abgefragt werden. Es gibt drei mögliche Zustände: **Normal**, **High** und **Overheat**, die durch die Parameter **oeSensorTemperatureNormal** (editierbar) und **oeSensorTemperatureHigh** (fest) definiert sind. Je nach Temperaturstatus kann ein Eingreifen erforderlich sein: Im Zustand Normal ist kein Eingreifen erforderlich; im Zustand High wird eine Kühlung empfohlen; im Zustand Overheat ist eine Kühlung zwingend erforderlich, da der Sensor andernfalls beschädigt werden kann.

Das **SensorTemperature**-Ereignis ist im Abschnitt Event Control verfügbar. Wenn es aktiviert ist, wird bei jeder Änderung des **oeSensorTemperatureStatus**-Zustands ein Ereignis ausgelöst. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel zu Ereignissen.

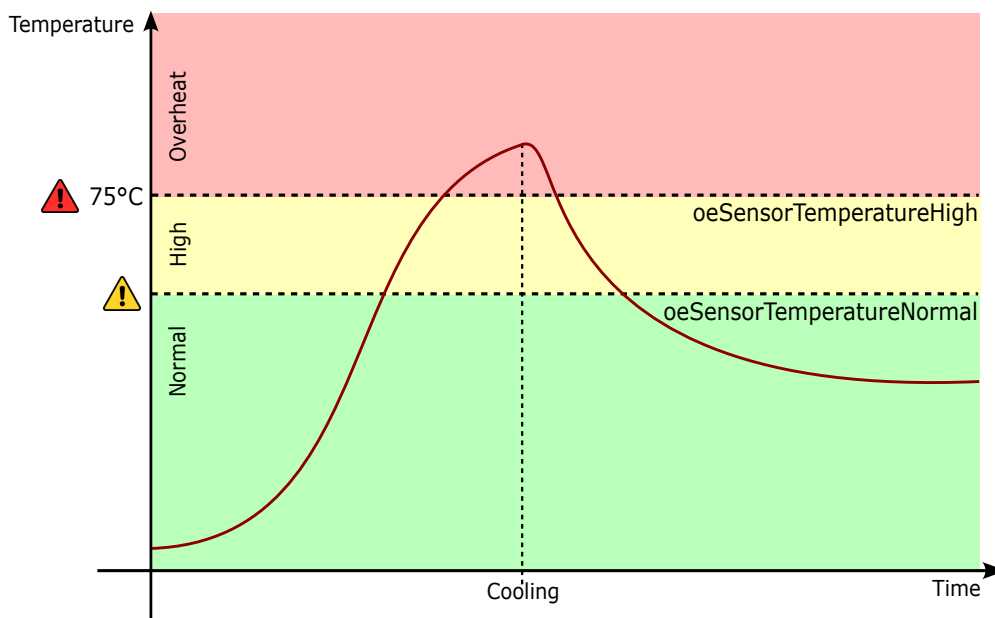


Figure 60: Beispiel einer Gerätetemperaturkurve (Sensor) und Darstellung der Zustände.

6.1.2 Bandwidth limit

Die Funktion **DeviceLinkThroughputLimit** ermöglicht es, die für das Kamera-Daten-Streaming verfügbare Bandbreite zu begrenzen. Zwischen den Transport-Layer-Paketen werden gleichmäßig Verzögerungen eingefügt, um die Spitzenbandbreite zu steuern. Dies entspricht dem direkten Setzen des Inter-Paket-Verzögerungswerts über die Funktion **GevSCPD** im Abschnitt **Transport Layer Control**. Eine geeignete Verzögerung bei der Datenübertragung verhindert, dass die Kamera das Übertragungsinterface-Limit „überschreitet“.

Die Bandbreitenbegrenzung ist besonders nützlich bei der Einrichtung eines Mehrkameranystems mit einer installierten Bandbreite, die geringer ist als die Summe der Bandbreiten der einzelnen Geräte. Das Setzen einer geeigneten Begrenzung für jedes Gerät minimiert die Kollisionen im Netzwerk, maximiert die Leistung und verbessert die Gesamtstabilität.

6.2 Image Format Control

Der Abschnitt Image Format Control beschreibt, wie Bildgröße und -format konfiguriert werden.

Funktion	Beschreibung	Interface	Zugriff
SensorWidth	Effektive Breite des Sensors in Pixeln	Integer	R
SensorHeight	Effektive Höhe des Sensors in Pixeln	Integer	R
SensorPixelWidth	Physikalische Größe (Pitch) in x-Richtung einer lichtempfindlichen Pixeleinheit	IFloat	R
SensorPixelHeight	Physikalische Größe (Pitch) in y-Richtung einer lichtempfindlichen Pixeleinheit	IFloat	R
SensorName	Produktname des Bildsensors	IString	R
WidthMax	Maximale Breite des Bildes (in Pixeln)	Integer	R
HeightMax	Maximale Höhe des Bildes (in Pixeln)	Integer	R
Width	Breite des vom Gerät gelieferten Bildes (in Pixeln)	Integer	RW
Height	Höhe des vom Gerät gelieferten Bildes (in Pixeln)	Integer	RW

OffsetX	Horizontaler Versatz vom Ursprung zum Bereich von Interesse (in Pixeln)	Integer	RW
OffsetY	Vertikaler Versatz vom Ursprung zum Bereich von Interesse (in Pixeln)	Integer	RW
BinningHorizontalMode	Legt den Modus fest, der zum Kombinieren horizontaler lichtempfindlicher Zellen verwendet wird, wenn BinningHorizontal verwendet wird	Enumeration	RW
BinningHorizontal	Anzahl der horizontal zu kombinierenden lichtempfindlichen Zellen	Integer	RW
BinningVerticalMode	Legt den Modus fest, der zum Kombinieren vertikaler lichtempfindlicher Zellen verwendet wird, wenn BinningVertical verwendet wird	Enumeration	RW
BinningVertical	Anzahl der vertikal zu kombinierenden lichtempfindlichen Zellen	Integer	RW
DecimationHorizontalMode	Legt den Modus fest, der zur Reduzierung der horizontalen Auflösung verwendet wird, wenn DecimationHorizontal verwendet wird	Enumeration	RW
DecimationHorizontal	Horizontales Subsampling des Bildes	Integer	RW
DecimationVerticalMode	Legt den Modus fest, der zur Reduzierung der vertikalen Auflösung verwendet wird, wenn DecimationVertical verwendet wird	Enumeration	RW
DecimationVertical	Vertikales Subsampling des Bildes	Integer	RW
ReverseX	Spiegelt das vom Gerät gesendete Bild horizontal	Boolean	RW
ReverseY	Spiegelt das vom Gerät gesendete Bild vertikal	Boolean	RW

PixelFormat	Format der vom Gerät gelieferten Pixel	IEnumeration	RW
TestPattern	Wählt den Typ des Testmusters aus, das vom Gerät als Bildquelle erzeugt wird	IEnumeration	RW

Table 17: Image Format Control-Funktionen

6.2.1 Bildverarbeitungs-Pipeline

Abbildung 61 zeigt die bordeigene Bildverarbeitungs-Pipeline der Itala-Kameras. Die Pipeline besteht aus einer Abfolge von Verarbeitungsstufen, die Rohsensordaten in verwendbare Informationen für Analysen und weitere Bildverarbeitung umwandeln.

Die wichtigsten Verarbeitungsblöcke sind nachfolgend aufgeführt:

- **ROI:** definiert den Region of Interest, d. h. den Teil des Sensors, der erfasst wird.
- **Defective pixel correction:** kompensiert defekte Pixel.
- **Decimation:** reduziert die Anzahl der zu erfassenden und zu verarbeitenden Pixel.
- **Binning:** kombiniert benachbarte Pixel, um die Empfindlichkeit zu erhöhen.
- **AOI:** definiert den Area of Interest, der von den Auto-Funktionen verwendet wird.
- **Autofocus:** bestimmt automatisch die optimale Fokuseinstellung.
- **Autoexposure:** passt die Belichtungszeit automatisch an, um eine Zielhelligkeit zu erreichen.
- **Autogain:** passt den Gain automatisch an, um einen Zielsignalpegel zu erreichen.
- **White balance:** gleicht die drei Farbkanäle (R, G, B) an.
- **LUT:** Look-Up Table zur Anwendung von Transformationen auf Pixelebene (z. B. Gammakorrektur).
- **Debayering:** interpoliert Rohdaten zur Rekonstruktion eines vollständigen Farbbilds (R, G, B).
- **Color Correction Matrix (CCM):** passt die Farbkanäle an, um eine genaue Farbproduktion zu erzielen.

HINWEIS: Einige Verarbeitungsstufen sind nur bei bestimmten Itala-Kameramodellen verfügbar. Beispielsweise sind Weißabgleich, Debayering und CCM ausschließlich bei Farbkameras verfügbar, während Autofocus nur bei Itala-Varianten mit integriertem Flüssiglinsen-Controller unterstützt wird.

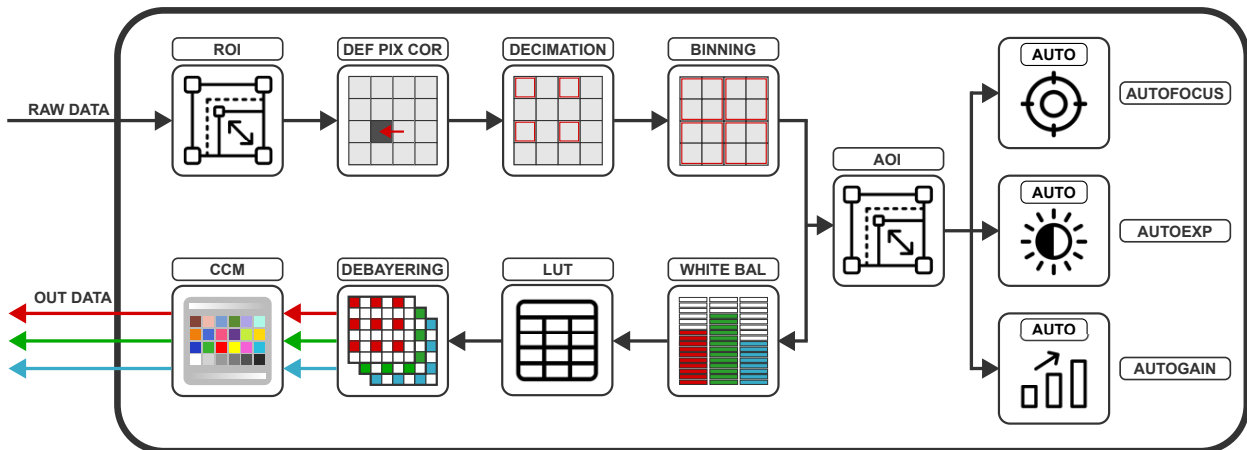


Figure 61: Bildverarbeitungs-Pipeline.

6.2.2 Bild-ROI

Die Parameter **Width**, **Height**, **OffsetX**, **OffsetY** werden verwendet, um das Bildformat zu ändern und nur einen Teil des Bildes mit voller Auflösung zu streamen: Insbesondere legen die Versätze die Verschiebung des ROI (Region of Interest) fest, während die Breiten- und Höhenparameter die effektiven Abmessungen des Bildes bestimmen.

Die Summe aus **OffsetX** und **Width** darf den Wert **WidthMax** nicht überschreiten, und die Summe aus **OffsetY** und **Height** darf **HeightMax** nicht überschreiten.

WidthMax und **HeightMax** sind sensorspezifisch und können vom Benutzer nicht eingestellt werden.

In Abb.62 ist eine grafische Erläuterung dieser Parameter dargestellt.

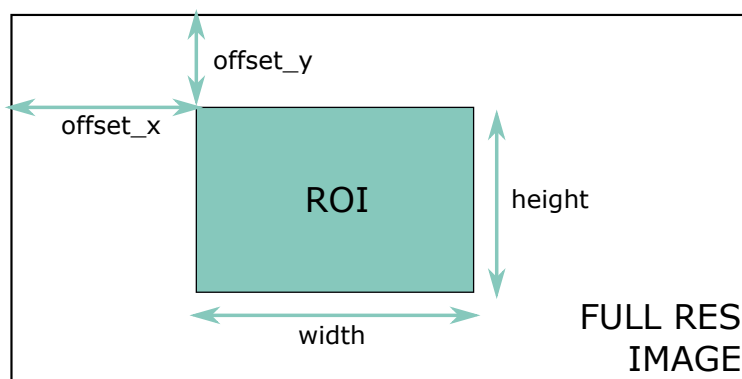


Figure 62: Bild-ROI-Parameter.

6.2.3 Binning

Der Binning-Modus erhöht die Kameraempfindlichkeit, indem die Ladungswerte benachbarter Pixel summiert werden, auf Kosten einer reduzierten effektiven räumlichen Auflösung.

Wie in Abb.63 gezeigt, reduziert eine **2x1-Binning**-Operation die Bildauflösung um die Hälfte entlang der x-Achse und verdoppelt gleichzeitig die Gesamthelligkeit des Bildes, da das Signal zweier benachbarter Pixel kombiniert wird. Bei einer **2x2-Binning**-Konfiguration beträgt die resultierende Bildauflösung ein Viertel des Originals, und die Helligkeit nimmt um den Faktor vier zu.

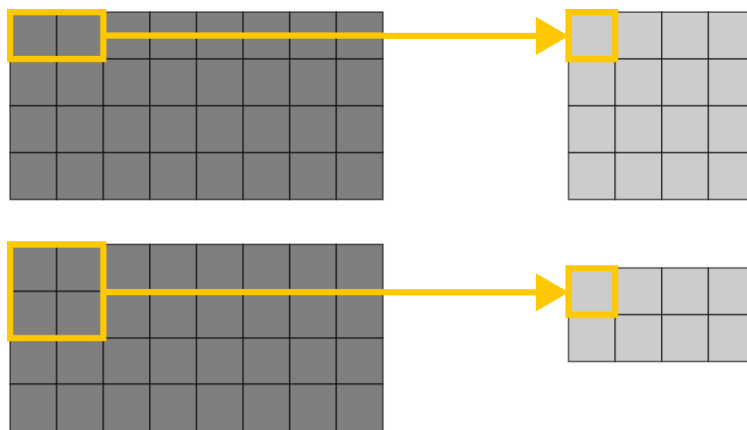


Figure 63: Binning-Beispiele für monochrome Sensoren: In der oberen Abbildung wird ein 2x1-Binning durchgeführt, in der unteren Abbildung ein 2x2-Binning.

Bei Farbsensoren muss das Bayer-Filtermuster berücksichtigt werden. Da benachbarte Pixel unterschiedlichen Farbkanälen entsprechen, wird Binning nur auf Pixel mit derselben chromatischen Komponente angewendet, wie in Abb.64 dargestellt. Dieser Ansatz verhindert Chroma-Verzerrungen und vermeidet Artefakte, die durch das Mischen unterschiedlicher Farbinformationen entstehen.

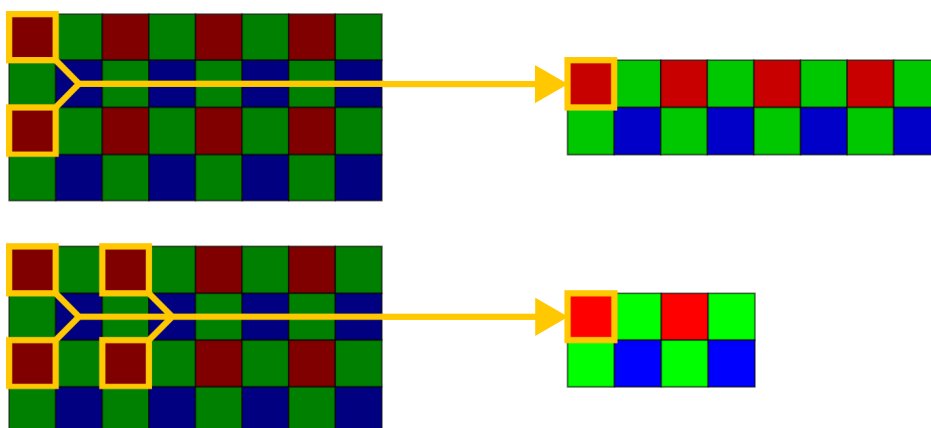


Figure 64: Binning-Beispiele für Farbsensoren: In der oberen Abbildung wird ein 1x2-Binning durchgeführt, in der unteren Abbildung ein 2x2-Binning.

6.2.4 Dezimierung

Der Dezimierungsmodus wird verwendet, um Pixel zu verwerfen und ein unterabgetastetes Bild zu erhalten.

Der Dezimierungsmodus bietet einige Vorteile, z. B. die Erhöhung der Framerate der Kamera.

In Abb.65 sind zwei Dezimierungsbeispiele dargestellt: In der oberen Abbildung wird eine **2x1-Dezimierung** durchgeführt: Nur jeder zweite Pixel wird berücksichtigt, sodass das resultierende Bild die halbe horizontale Ausgangsauflösung aufweist; in der unteren Abbildung wurde eine **4x1-Dezimierung** angewendet, sodass nur jeder vierte Pixel erfasst wird. Auch in diesem Fall wurde die horizontale Auflösung (um den Faktor 4) reduziert.

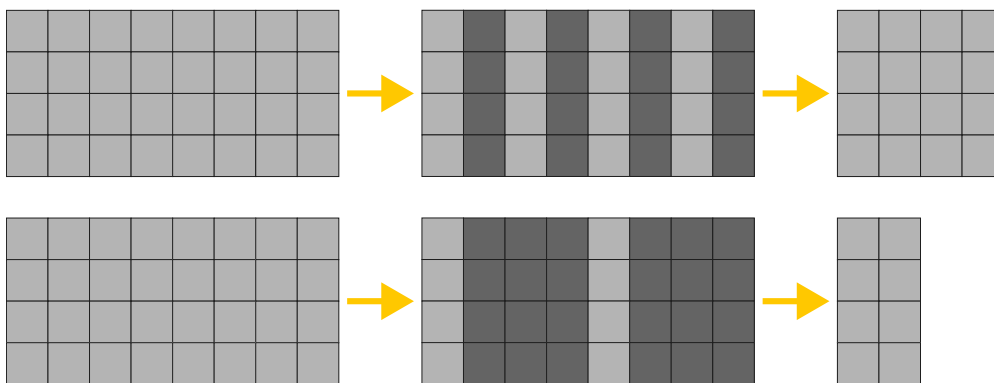


Figure 65: Dezimierungsbeispiele: In der oberen Abbildung wird eine 2x1-Dezimierung durchgeführt, in der unteren Abbildung eine 4x1-Dezimierung.

Bei Farbsensoren muss das Bayer-Filter berücksichtigt werden: Da benachbarte Pixel unterschiedliche Chrominanzinformationen aufweisen, wird die Dezimierung durch Gruppierung von Pixeln mit abwechselnden Farben durchgeführt, wie in Abb.66 dargestellt. Auf diese Weise wird die Chrominanzinformation nicht durch Algorithmus-Artefakte beeinträchtigt.

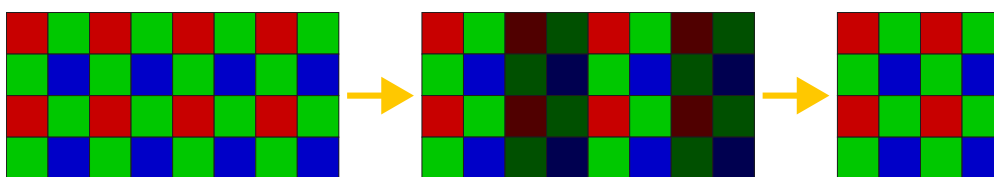


Figure 66: Dezimierungsbeispiele für Farbsensoren: In der oberen Abbildung wird eine 2x1-Dezimierung durchgeführt.

6.2.5 Readout direction

Die Kamera unterstützt die Bildspiegelung sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung, um die Integration der Kamera unabhängig von der Montageposition zu gestalten.

In Abb.67 ist ein Beispiel der Funktionen **ReverseX** und **ReverseY** dargestellt.

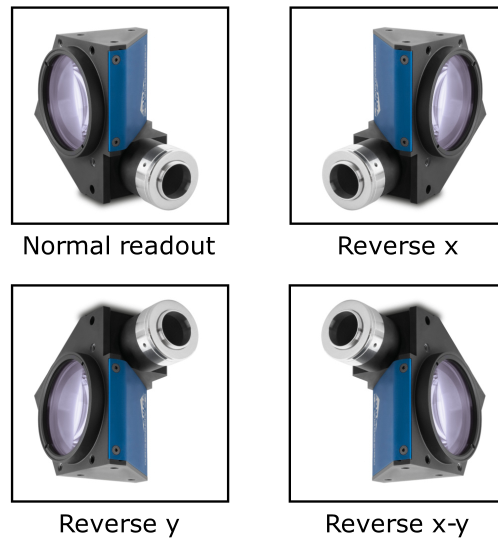


Figure 67: Darstellung aller vier möglichen Auslesemodi.

6.2.6 Bittiefe und Pixelformat

Bittiefe bezeichnet die Anzahl der Bits, die zur Darstellung des Intensitätswerts jedes vom Sensor erfassten Pixels verwendet werden. Sie definiert die Anzahl der verfügbaren Graustufen und trägt direkt zum erreichbaren Dynamikbereich bei.

Abbildung 68 veranschaulicht, wie die Bittiefe die Pixelquantisierung beeinflusst: Geringere Bittiefen bieten weniger diskrete Stufen zur Codierung des Bildes und können die Detailwiedergabe in kontrastarmen Bereichen einschränken. Umgekehrt ermöglichen höhere Bittiefen feinere Quantisierungsschritte und verbessern die effektive Bildauflösung.

Eine Erhöhung der Bittiefe geht jedoch mit einem Bandbreiten-Kompromiss einher: Mehr Bits pro Pixel erhöhen den zu übertragenden Gesamtnutzlast. Bei fester Schnittstellenbandbreite reduziert eine höhere Nutzlast die maximal erreichbare Framerate.

In der Maschinenvision werden üblicherweise Bittiefen zwischen 8 und 12 Bit verwendet, was einen guten Kompromiss zwischen Bildqualität und Durchsatz bietet.

Pixelformat definiert, wie Pixeldaten kodiert werden, und gibt die Art der in jedem Pixel enthaltenen Informationen (z. B. monochrom oder Farbkanäle, Farbraum, Kanalanordnung) sowie die Anzahl der zur Darstellung verwendeten Bits an.

Obwohl Bittiefe und Pixelformat eng miteinander verbunden sind, beziehen sie sich auf unterschiedliche Konzepte. Beispielsweise verwendet das Pixelformat *Mono10Packed* eine Abtastauflösung von 10 Bit pro Pixel, die Daten werden jedoch in einer 12-Bit-Struktur gespeichert (10 Bit nutzbarer Daten plus 2 Bit Auffüllung).

Die von Itala unterstützten Pixelformate sind in Tabelle 18 aufgeführt:

Pixelformat

Bit/Pixel

Dateninformation

MONOCHROME SENSOREN

Mono8	8	Grey level data (8-bit)
Mono10p	10	Grey level data (10-bit)
Mono12p	12	Grey level data (12-bit)
Mono10Packed	12	Grey level data (10-bit)
Mono12Packed	12	Grey level data (12-bit)
FARBSENSOREN		
Mono8	8	Luminance data (8-bit)
BayerXX8	8	Un-debayered raw data (8-bit)
BayerXX10p	10	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12p	12	Un-debayered raw data (12-bit)
BayerXX10Packed	12	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12Packed	12	Un-debayered raw data (12-bit)
YUV411_8_UYYYYY	12	Luminance (Y, 8-bit) and Chroma (U-V, 4-bit) data
YUV422_8	16	Luminance (Y, 8-bit) and Chroma (U-V, 8-bit) data
RGB8	24	Red (8-bit), Green (8-bit) and Blue (8-bit) data
MONOCHROME POLARISIERTE SENSOREN		
Mono8	8	Grey level raw data (8-bit)
Mono10p	10	Grey level raw data (10-bit)
Mono12p	12	Grey level raw data (12-bit)
Mono10Packed	12	Grey level raw data (10-bit)
Mono12Packed	12	Grey level raw data (12-bit)
PolarizedYYMono8	8	Un-depolarized raw data (8-bit)
PolarizedYYMono10p	10	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYMono12p	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
PolarizedYYMono10Packed	12	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYMono12Packed	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
FARBIGE POLARISIERTE SENSOREN		
BayerXX8	8	Un-debayered raw data (8-bit)
BayerXX10p	10	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12p	12	Un-debayered raw data (12-bit)
BayerXX10Packed	12	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12Packed	12	Un-debayered raw data (12-bit)
PolarizedYYBayerXX8	8	Un-depolarized raw data (8-bit)
PolarizedYYBayerXX10p	10	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYBayerXX12p	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
PolarizedYYBayerXX10Packed	12	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYBayerXX12Packed	12	Un-depolarized raw data (12-bit)

Table 18: Pixelformate in Itala-Kameras.

Die Abbildungen 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81 zeigen, wie Pixeldaten je nach gewähltem Pixelformat gepackt und kodiert werden.

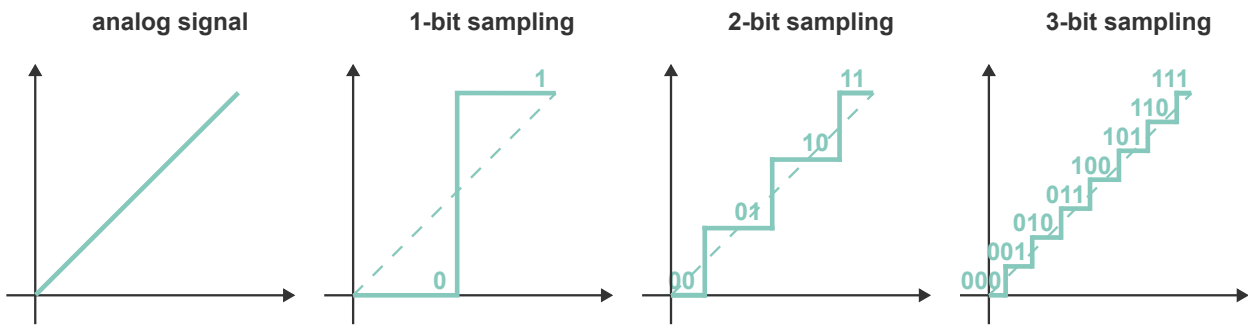


Figure 68: Beispiel der Pixelquantisierung: Mit zunehmender Bittiefe (von links nach rechts) wächst die Anzahl der darstellbaren Intensitätsstufen, was eine feinere Auflösung im erfassten Bild ermöglicht.

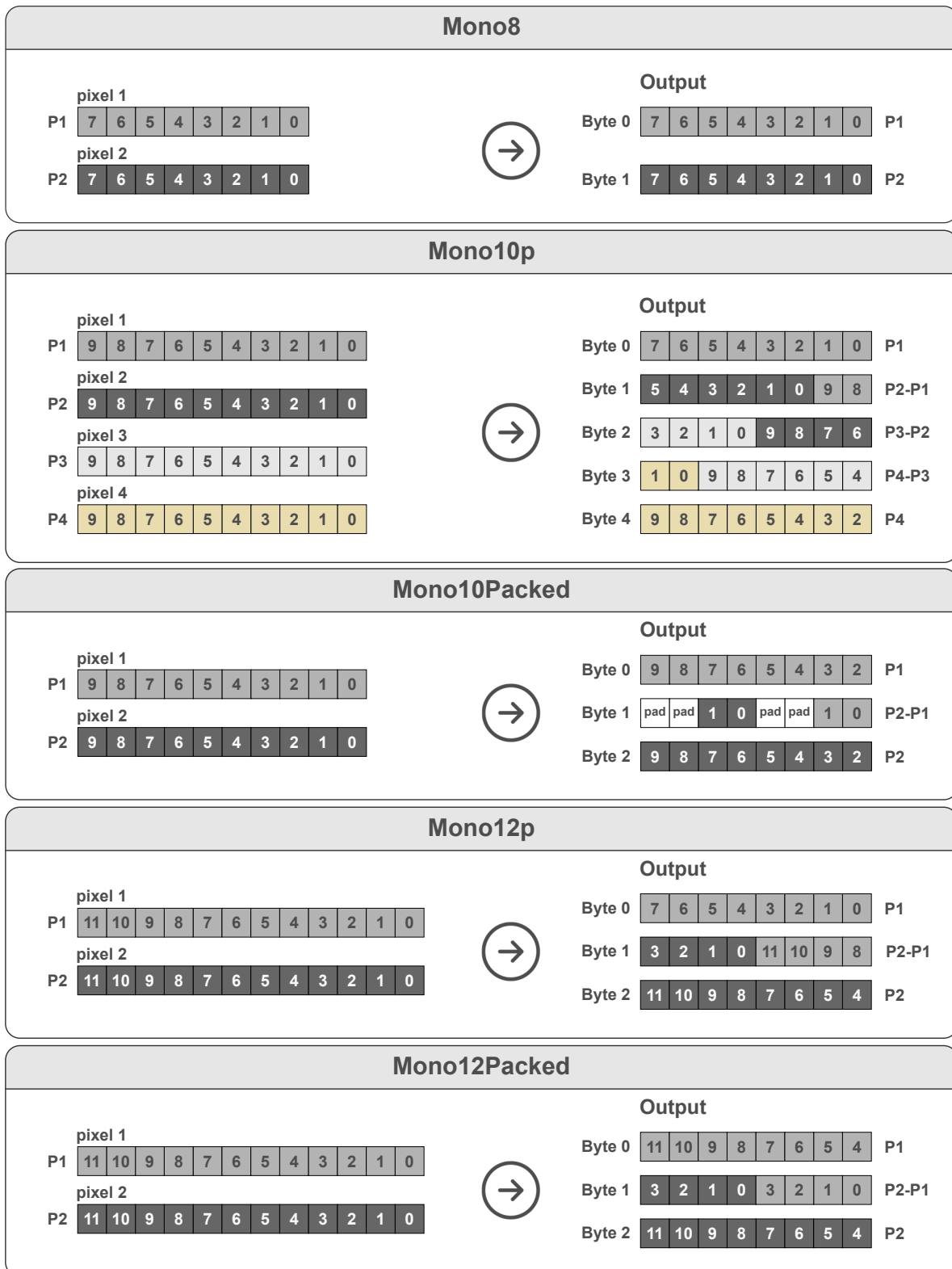


Figure 69: Pixelformat-Kodierung.

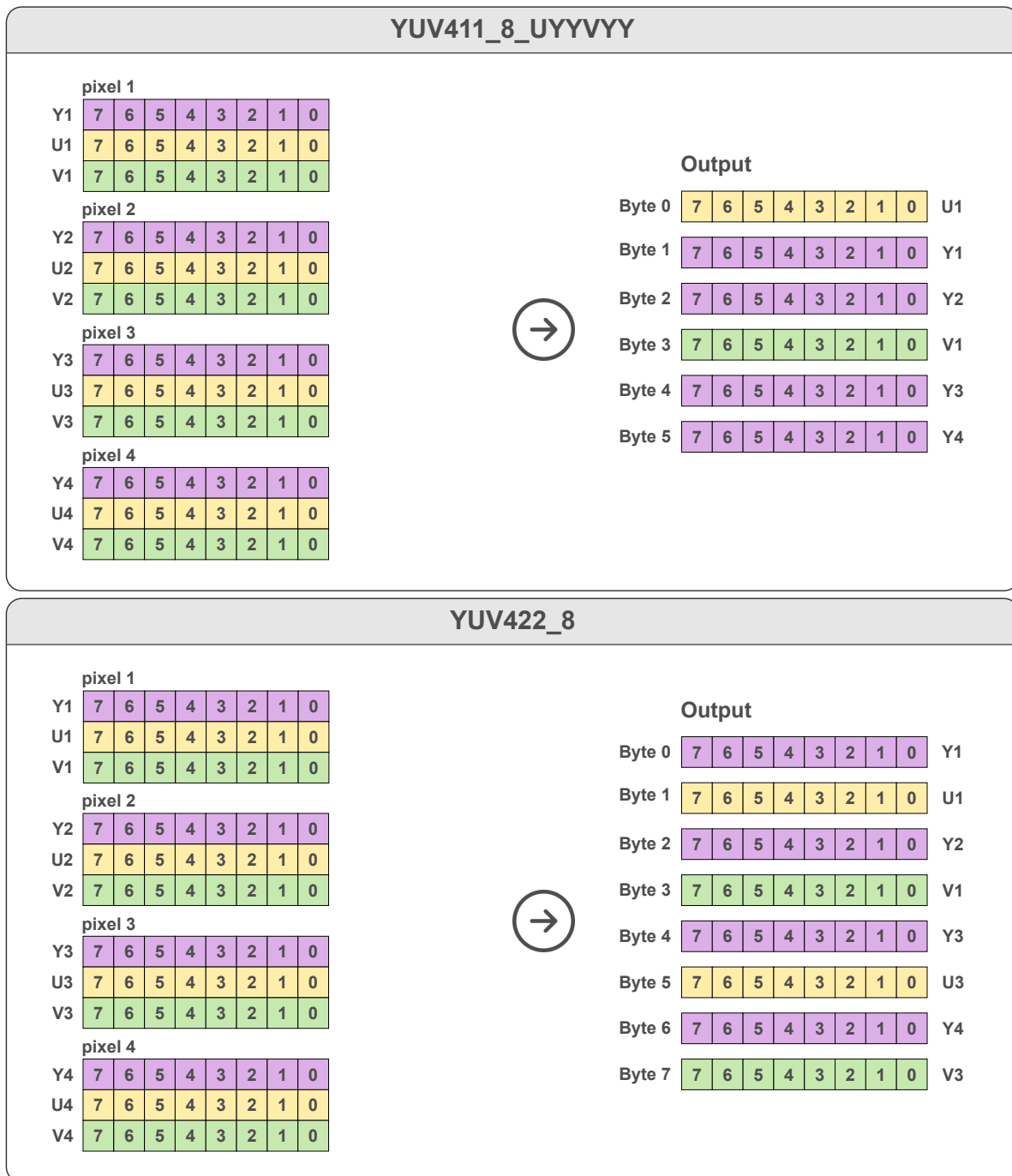
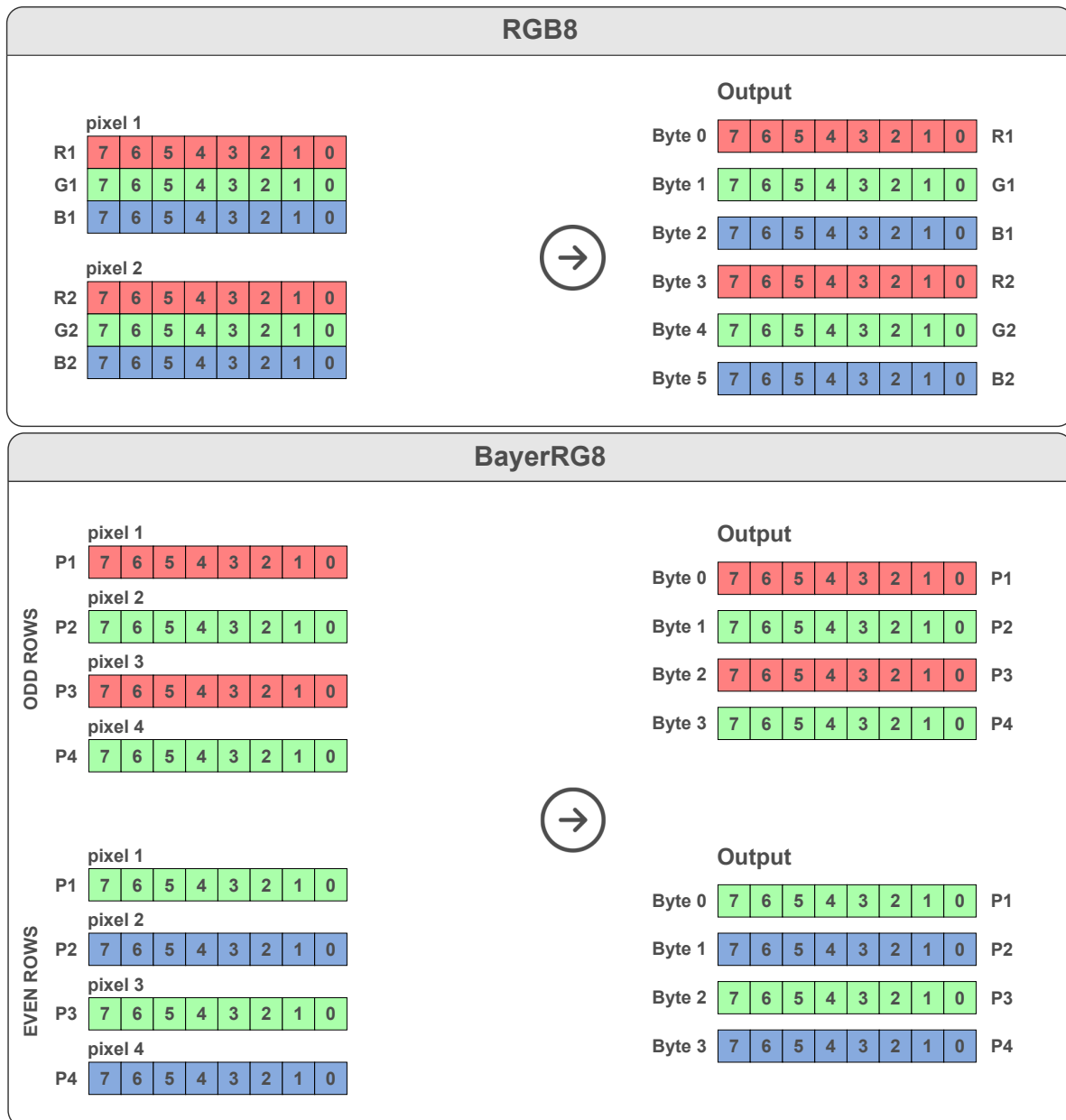


Figure 70: Pixelformat-Kodierung.



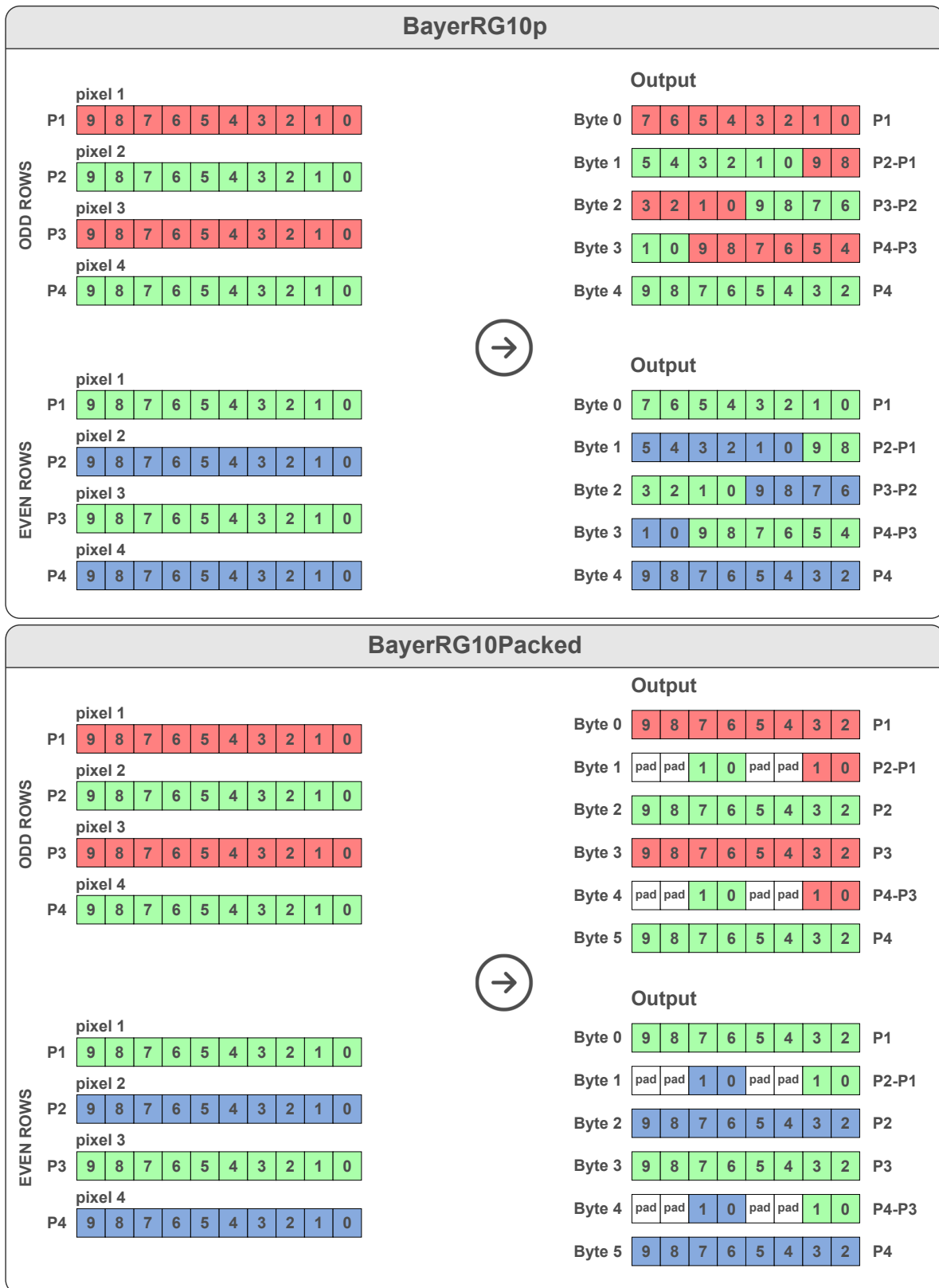


Figure 72: Pixelformat-Kodierung.



Figure 73: Pixelformat-Kodierung.

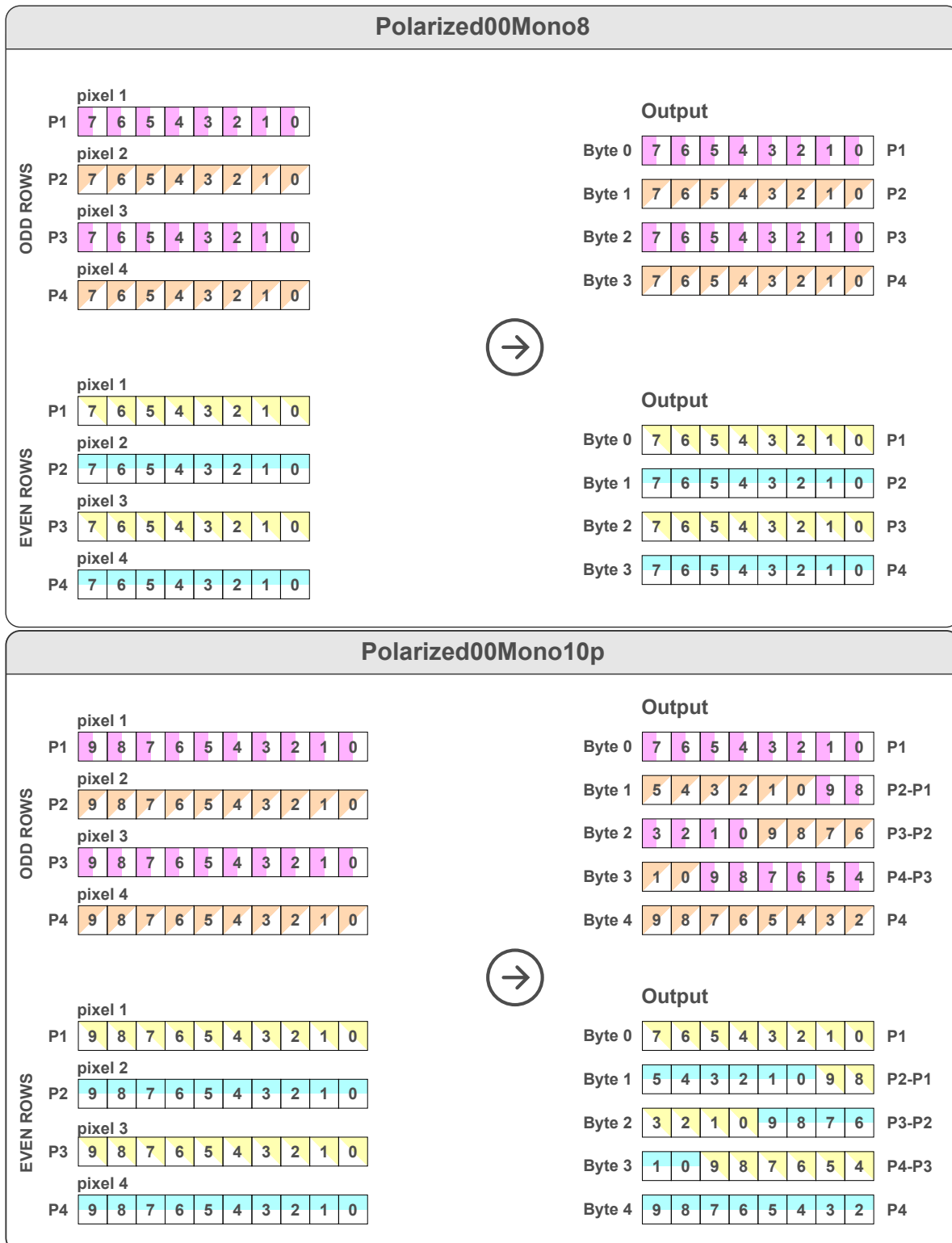


Figure 74: Pixelformat-Kodierung.

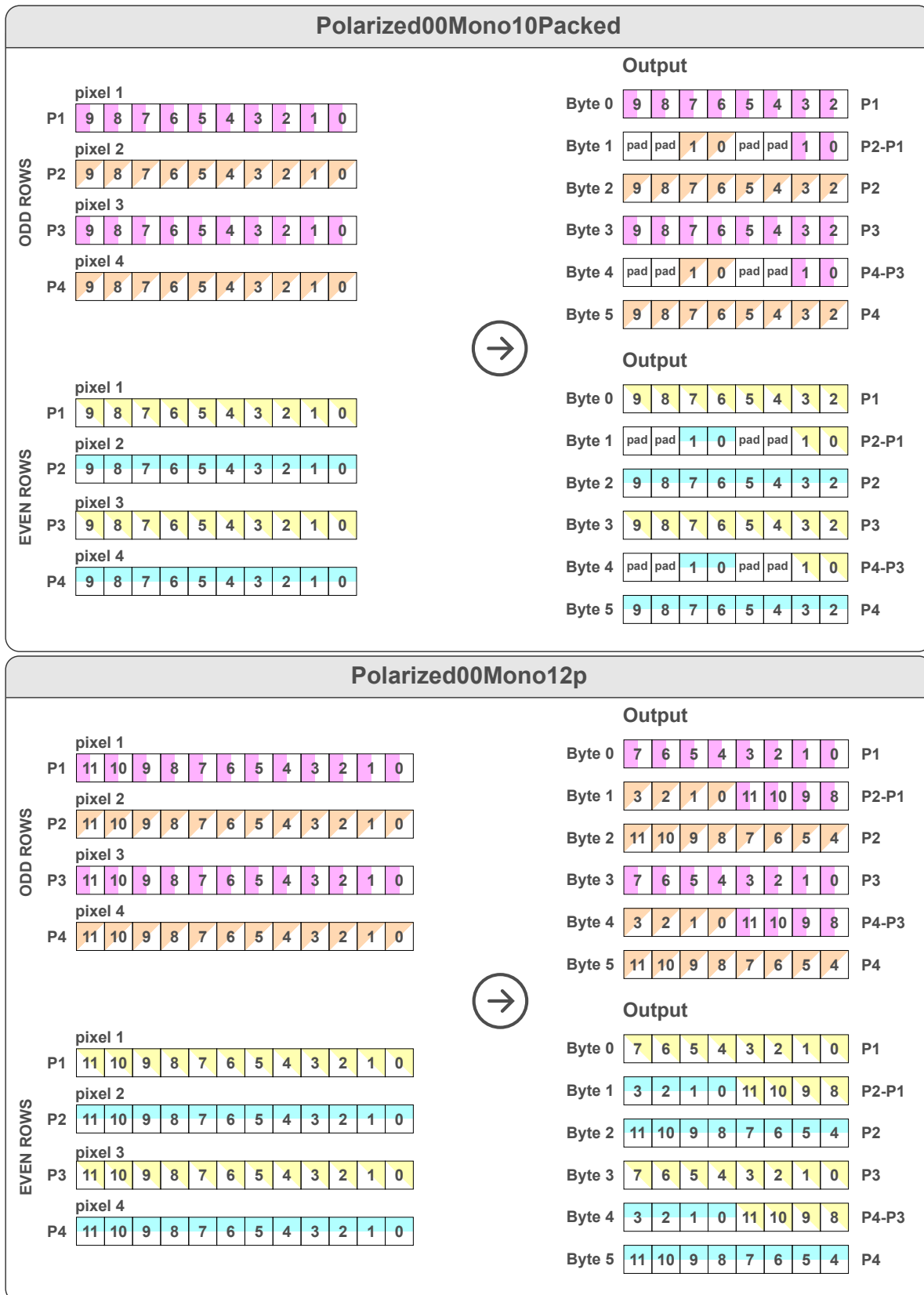


Figure 75: Pixelformat-Kodierung.

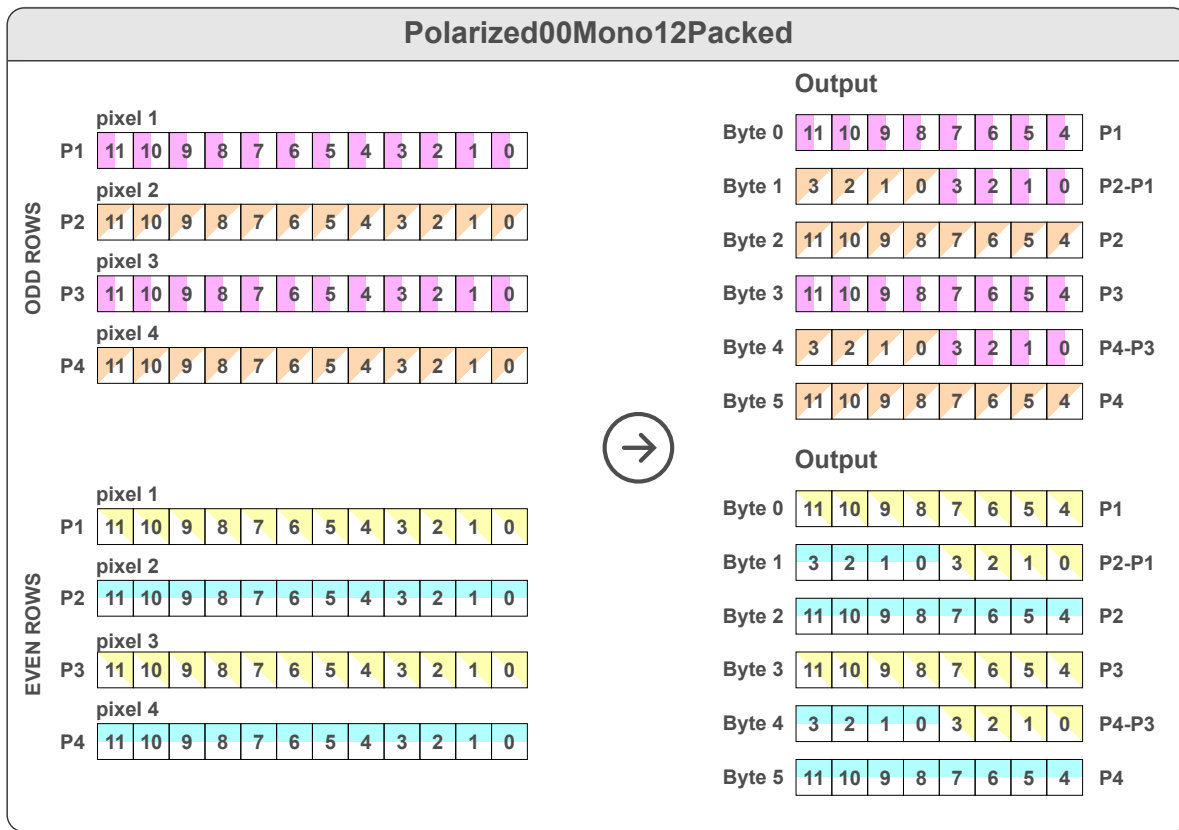


Figure 76: Pixelformat-Kodierung.



Figure 77: Pixelformat-Kodierung.



Figure 78: Pixelformat-Kodierung.

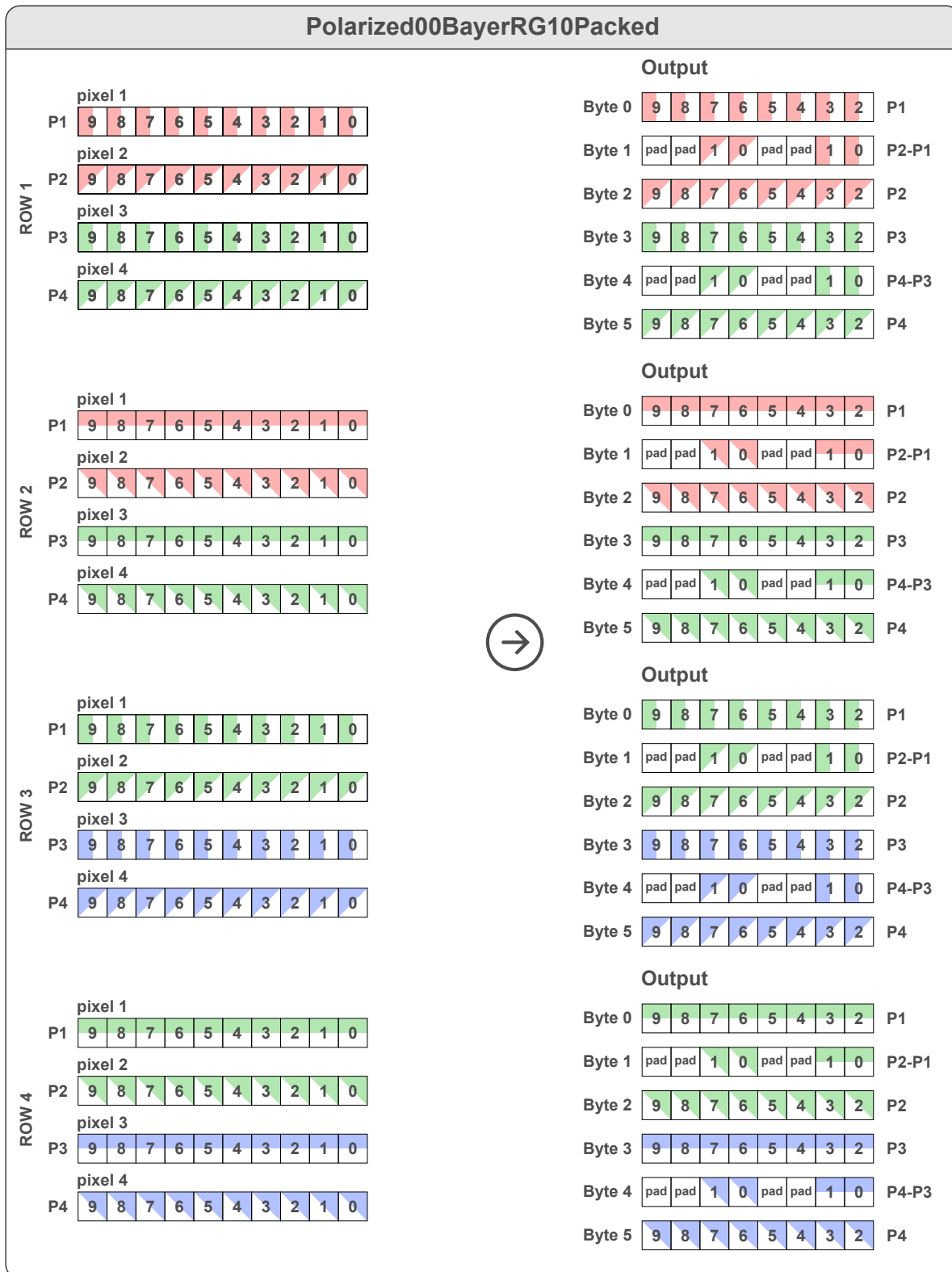


Figure 79: Pixelformat-Kodierung.



Figure 80: Pixelformat-Kodierung.



Figure 81: Pixelformat-Kodierung.

6.2.7 Debayering

Debayering (oder Demosaicing) ist der Prozess der Erzeugung eines Farbbilds aus den Rohdaten, die von einem mit einem Bayer-Filter ausgestatteten Bildsensor aufgenommen werden. Bildsensoren messen Farbe nicht direkt: Jeder Pixel zeichnet aufgrund des über der Sensoroberfläche angeordneten Bayer-Filterarrays nur eine Primärkomponente (Rot, Grün oder Blau) auf. Wie in Abbildung 82 dargestellt, besteht das Ziel des Debayerings darin, alle drei Farbkanaäle für jeden Pixel durch Interpolation der Farbinformationen benachbarter Pixel zu rekonstruieren.

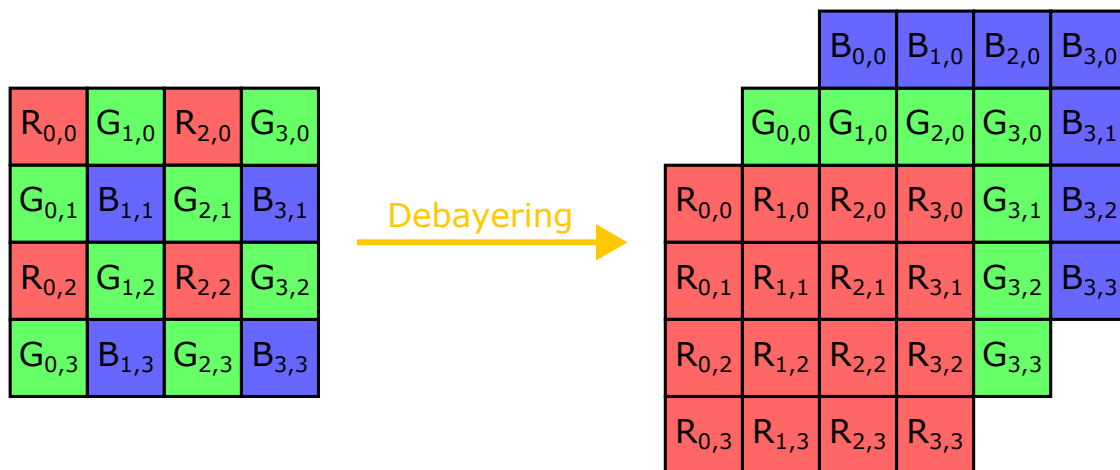


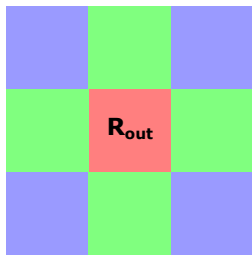
Figure 82: Farbinformation des Bildes vor und nach dem Debayering.

Die Farbgenauigkeit des resultierenden Bildes hängt von der Effektivität des Debayering-Algorithmus ab.

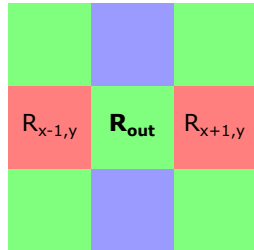
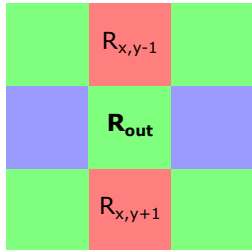
Aufgrund des Kompromisses zwischen algorithmischer Komplexität und verfügbaren Hardware-Ressourcen verwenden industrielle Kameras typischerweise lineare Interpolationsalgorithmen, die rechentechnisch einfach und dennoch für die Farbrekonstruktion effektiv sind.

Die in Itala-Kameras implementierten Algorithmen sind darauf ausgelegt, Rekonstruktionsartefakte wie *Reißverschluss-Artefakte* zu verhindern.

Die Interpolationsschemata zur Wiederherstellung der Rot-, Grün- und Blaukomponenten für jeden Pixeltyp im Bayer-Array sind in den Tabellen 19, 20 und 21 detailliert beschrieben.

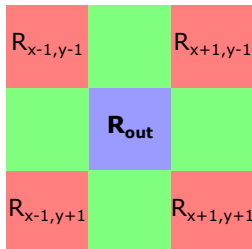


$$R_{out} = R_{x,y}$$



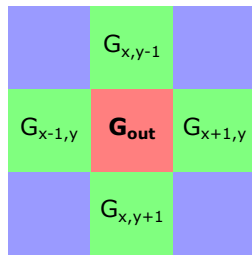
$$R_{out} = \frac{R_{x,y-1} + R_{x,y+1}}{2}$$

$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y} + R_{x+1,y}}{2}$$

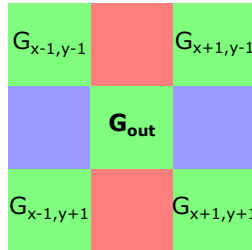


$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y-1} + R_{x+1,y-1} + R_{x-1,y+1} + R_{x+1,y+1}}{4}$$

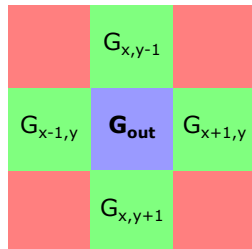
Table 19: Rotkanal-Rekonstruktion auf roten (oben), grünen (Mitte) und blauen (unten) Pixeln.



$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

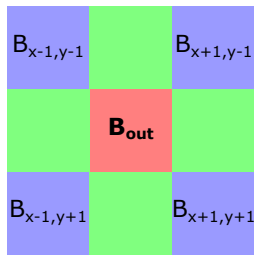


$$G_{out} = \frac{4 * G_{x,y} + G_{x-1,y-1} + G_{x+1,y-1} + G_{x-1,y+1} + G_{x+1,y+1}}{8}$$

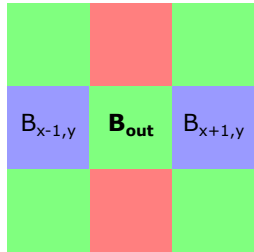


$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

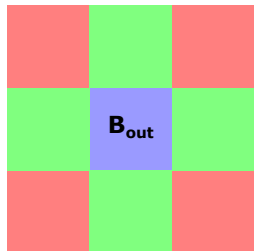
Table 20: Grünkanal-Rekonstruktion auf roten (oben), grünen (Mitte) und blauen (unten) Pixeln.



$$B_{out} = \frac{B_{x-1,y-1} + B_{x+1,y-1} + B_{x-1,y+1} + B_{x+1,y+1}}{4}$$



$$B_{out} = \frac{B_{x-1,y} + B_{x+1,y}}{2} \quad \text{or} \quad \frac{B_{x,y-1} + B_{x,y+1}}{2}$$



$$B_{out} = B_{x,y}$$

Table 21: Blaukanal-Rekonstruktion auf roten (oben), grünen (Mitte) und blauen (unten) Pixeln.

6.2.8 Test pattern

Itala-Kameras unterstützen zwei verschiedene test patterns: ein monochromes und ein farbiges. Die beiden verschiedenen test patterns sind in Abb. 83 und 84 dargestellt.

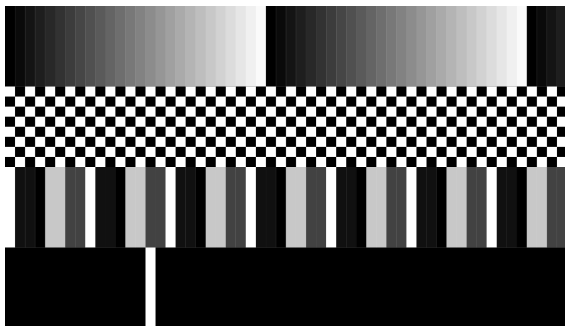


Figure 83: Monochromes test pattern

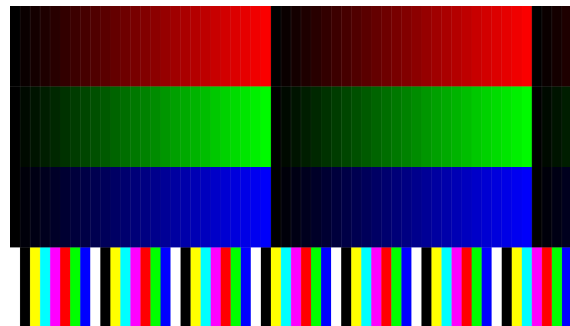


Figure 84: Farb-test pattern

Das **monochrome Muster** ist durch 4 verschiedene Abschnitte gekennzeichnet:

- ein festes Verlaufsmuster von Schwarz nach Weiß;
- ein festes Schachbrettmuster;

- ein festes asymmetrisches Balkenmuster (Werte: 0xC8, 0x10, 0x10, 0x42);
- eine weiße bewegliche Linie auf schwarzem Hintergrund.

Das **Farbmuster** ist durch 4 verschiedene Abschnitte gekennzeichnet:

- ein festes rotes Verlaufsmuster von Schwarz nach Rot;
- ein festes grünes Verlaufsmuster von Schwarz nach Grün;
- ein festes blaues Verlaufsmuster von Schwarz nach Blau;
- ein festes Farbbalken-Muster (alle möglichen Kombinationen der R-, G- und B-Koordinaten).

6.3 Acquisition Control

Der Abschnitt Acquisition Control beschreibt alle Funktionen im Zusammenhang mit der Bildfassung, einschließlich der trigger- und Belichtungssteuerung. Er beschreibt das grundlegende Modell für die Erfassung und das typische Verhalten des Geräts.

Funktion	Beschreibung	Interface	Zugriff
AcquisitionMode	Legt den Erfassungsmodus des Geräts fest. Er definiert hauptsächlich die Anzahl der während einer Erfassung aufzunehmenden Frames und die Art, wie die Erfassung endet	IEnumeration	RW
AcquisitionStart	Startet die Erfassung des Geräts	ICommand	RW
AcquisitionStop	Stoppt die Erfassung des Geräts am Ende des aktuellen Frames	ICommand	RW
AcquisitionBurstFrameCount	Anzahl der Frames, die für jeden FrameBurstStart-Trigger erfasst werden	IInteger	RW
AcquisitionFrameRate	Steuert die Erfassungsrate (in Hertz), mit der die Frames aufgenommen werden	IFloat	RW

AcquisitionFrameRateEnable	Steuert, ob die Funktion AcquisitionFrameRate beschreibbar ist und zur Steuerung der Erfassungsrate verwendet wird. Andernfalls wird die Erfassungsrate implizit durch die Kombination anderer Funktionen wie ExposureTime usw. gesteuert.	IBoolean	RW
oeAcquisitionFrameRateLimitMode	Wählt aus, was die Erfassungs-Framerate begrenzt	IEnumeration	RW
oeResultingFrameRate	Zeigt die resultierende Erfassungs-Framerate an	IFloat	RO
oeMaxFrameRate	Zeigt die maximale Erfassungs-Framerate an, die bei aktivierter Bildkomprimierung erreichbar ist	IFloat	RO
TriggerSelector	Wählt den zu konfigurierenden Trigger-Typ aus	IEnumeration	RW
TriggerMode	Steuert, ob der ausgewählte Trigger aktiv ist	IEnumeration	RW
TriggerSoftware	Erzeugt einen internen Trigger	ICommand	RW
TriggerSource	Gibt das interne Signal oder den physischen Eingangs-Line an, der als Trigger-Quelle verwendet wird	IEnumeration	RW
TriggerOverlap	Gibt den Typ der zulässigen Trigger-Überlappung mit dem vorherigen Frame oder der vorherigen Zeile an. Dies definiert, wann ein gültiger Trigger für einen neuen Frame oder eine neue Zeile akzeptiert (oder gespeichert) wird	IEnumeration	RW
TriggerDelay	Gibt die Verzögerung in Mikrosekunden (us) an, die nach dem Empfang des Triggers vor dessen Aktivierung angewendet wird	IFloat	RW
ExposureMode	Legt den Betriebsmodus der Belichtung fest	IEnumeration	RW

oeShortExposureEnable	Aktiviert den Kurzzeitbelichtungsmodus	IBoolean	RW
oeDualExposureEnable	Aktiviert den Doppelbelichtungsmodus	IBoolean	RW
ExposureTime	Legt die Belichtungszeit fest, wenn ExposureMode auf Timed und ExposureAuto auf Off gesetzt ist	IFloat	RW
oeWaitTime1	Zeitverzögerung zwischen der ersten und zweiten Belichtung im Doppelbelichtungsmodus.	IFloat	RO
oeExposureTime2	Zweite Belichtungszeit im Doppelbelichtungsmodus.	IFloat	RO
oeWaitTime2	Wartezeit vor einer neuen Erfassung nach der zweiten Belichtung im Doppelbelichtungsmodus.	IFloat	RO
ExposureAuto	Legt den automatischen Belichtungsmodus fest, wenn ExposureMode auf Timed gesetzt ist	IEnumeration	RW
oeExposureAutoMin	Legt die Untergrenze für den automatischen Belichtungsalgorithmus fest	IFloat	RW
oeExposureAutoMax	Legt die Obergrenze für den automatischen Belichtungsalgorithmus fest	IFloat	RW
oeImageCompressionEnable	Aktiviert den Bildkomprimierungsalgorithmus	IBoolean	RW
oeFramesInBuffer	Zeigt die Anzahl der aktuell im integrierten Speicher gespeicherten Frames an	IInteger	RO

Table 22: Acquisition Control-Funktionen

6.3.1 Trigger overlap

Exposure Time und Frame Readout-Beziehung

Standardmäßig ist die Funktion **TriggerOverlap** auf OFF gesetzt: In diesem Fall, wie in Abb.85 dargestellt, ist die folgende Belichtungszeit erst nach dem Ende der aktuellen Frame-Übertragung zulässig, d. h. Belichtungszeit und Frame-Übertragung können nicht überlappend stattfinden. In dieser Konfiguration ist jedoch die Latenz zwischen Belichtungszeit und Frame-Übertragung sehr

gut reproduzierbar.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein höherer Determinismus auf Kosten einer geringeren effektiven Kamera-Framerate erzielt werden kann.

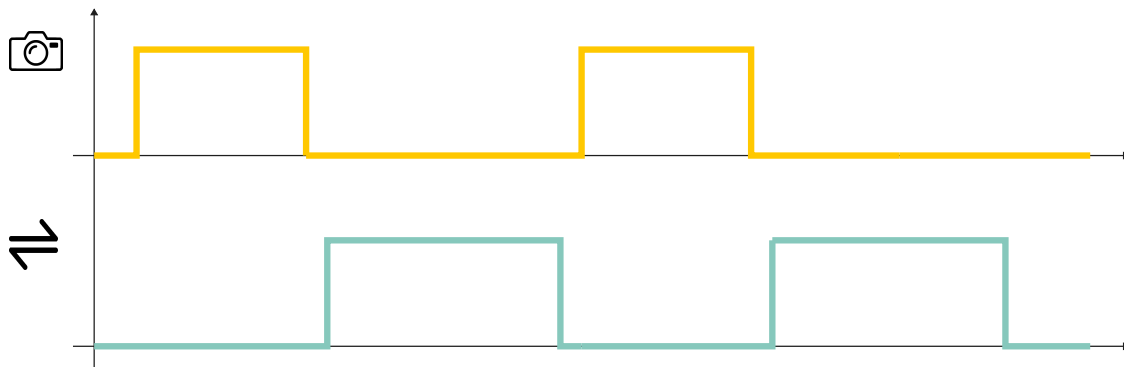


Figure 85: Wenn TriggerOverlap auf OFF gesetzt ist, ist die Latenz sehr gut reproduzierbar, aber die folgende Belichtungszeit kann erst akzeptiert werden, nachdem der aktuelle Frame in den internen Speicher übertragen wurde. Von oben nach unten sind die Belichtungs- und Auslesesignale des Sensors dargestellt.

Wenn **TriggerOverlap** auf Readout konfiguriert ist, weist die Latenz zwischen dem Ende der Belichtung und dem Beginn der Frame-Übertragung eine höhere Variabilität auf. Eine neue Belichtung kann jedoch beginnen, während der vorherige Frame noch vom Sensor in den Speicherpuffer übertragen wird. Wie in Abb.86 dargestellt, besteht in diesem Modus die einzige Einschränkung darin, eine Überlappung aufeinanderfolgender Übertragungsintervalle zu vermeiden. Folglich kann eine höhere Kamera-Framerate erreicht werden (vorbehaltlich der Ethernet-Bandbreitenbeschränkungen), auf Kosten eines reduzierten Determinismus bei der Frame-Übertragungstaktung.

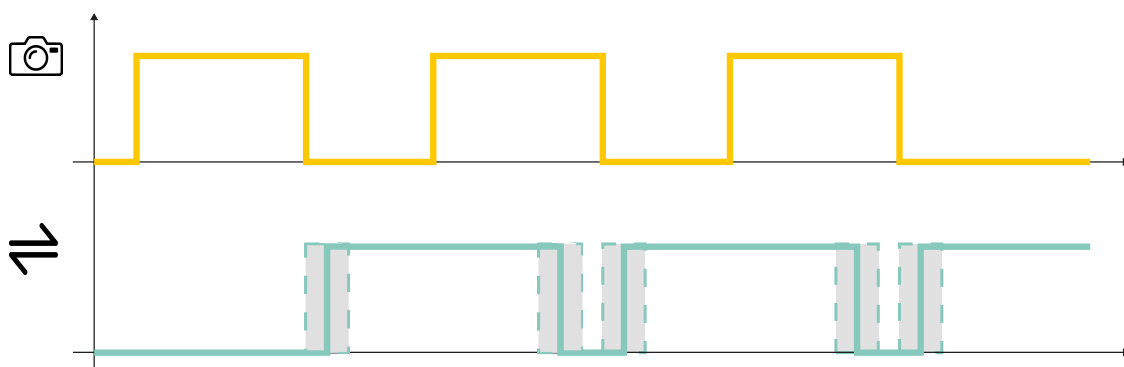


Figure 86: Wenn TriggerOverlap auf Readout gesetzt ist, kann die folgende Belichtungszeit akzeptiert werden, während der aktuelle Frame in den internen Speicher übertragen wird, aber die Latenz weist eine höhere Unsicherheit auf. Von oben nach unten sind die Belichtungs- und Auslesesignale des Sensors dargestellt.

Wie der Readout-Modus die Belichtungszeit beeinflusst

Der Wert von **ExposureTime** wird begrenzt durch:

- **ExposureTimeMin:** minimale Belichtungszeit, die vom Benutzer eingestellt werden kann.
- **ExposureTimeMax:** maximale Belichtungszeit, die vom Benutzer eingestellt werden kann.
- **ExposureTimeInc:** Wert des diskreten Schritts zur Erhöhung/Verringerung der Belichtungszeit.

ExposureTimeMax ist für beide *TriggerOverlap*-Konfigurationen (*Off* und *Readout*) konstant.

Die Unterschiede bei **ExposureTimeMin** zwischen *TriggerOverlap = Off* und *TriggerOverlap = Readout* hängen vom Sensormodell ab, sind jedoch in der Regel vernachlässigbar.

TriggerOverlap wirkt sich hauptsächlich auf den Wert von **ExposureTimeInc** aus.

- Bei *TriggerOverlap = Off* ist die Belichtungszeit-Granularität sehr fein, in der Größenordnung von Zehnern von Nanosekunden.
- Bei *TriggerOverlap = Readout* ist die Belichtungszeit-Granularität eng mit der Sensorzeilen-Periode verbunden, d. h. der Zeit, die der Bildsensor zum Auslesen einer einzelnen Zeile benötigt. In dieser Konfiguration hängt der Belichtungszeit-Schritt vom Sensormodell ab, liegt aber in der Regel in der Größenordnung von Zehnern von Mikrosekunden.

In jedem Fall wird die vom Benutzer eingestellte **ExposureTime** vom Gerät automatisch angepasst, abhängig von der aktuellen Kamerakonfiguration.

6.3.2 Dual Exposure

Die Funktion Dual Exposure ermöglicht die Erfassung zweier Frames so nah wie möglich beieinander, was die Inspektion schnell bewegter Objekte oder den Einsatz verschiedener Lichtquellen erleichtert. Dies wird erreicht, indem das erste Sensor-Auslesen mit der zweiten Sensor-Belichtung überlappt wird, wie in Abbildung 87 dargestellt.

Standardmäßig ist die Funktion **oeDualExposureEnable** nicht verfügbar. Dual Exposure ist nur verfügbar, wenn **TriggerMode** auf ON und **TriggerOverlap** auf Readout gesetzt ist. Wenn **oeDualExposureEnable** auf ON gesetzt ist, verschwindet **AcquisitionBurstFrameCount** und wird automatisch auf 2 gesetzt.

Dual Exposure ist nur verfügbar, wenn eine gültige **TriggerSource** gesetzt ist. Der trigger startet den nachfolgend beschriebenen Prozess:

- Die erste Belichtungszeit *EXPOSURE TIME 1* folgt den **ExposureMode**-Einstellungen: Ihre Dauer kann Timed oder TriggerWidth sein, wie in Unterabschnitt 6.3.4 erläutert.
- Sobald die erste Belichtung abgeschlossen ist, wird eine *WAIT TIME 1* für den Sensorbetrieb benötigt. Diese Zeit stellt die minimal erreichbare Zeitspanne zwischen zwei Frames dar. Diese Zeit ist fest.
- Bei *EXPOSURE TIME 2* findet die trigger-Überlappung statt, da die Kamera die zweite Belichtung während des ersten Sensor-Auslesens startet. *EXPOSURE TIME 2* dauert so lange wie *SENSOR READOUT 1*. Diese Zeit ist fest.

- Nach der zweiten Belichtung tritt *WAIT TIME 2* auf, um den Sensorbetrieb und das Sensor-Auslesen des zweiten Frames zu ermöglichen. Diese Zeit ist fest.

Alle festen Zeiten sind sensorabhängig und für den korrekten Kamerabetrieb im Doppelbelichtungsmodus erforderlich. Diese Werte hängen von der Sensorkonfiguration (ROI, Pixel Format, Binning und Decimation) ab und können aus den Funktionen **oeWaitTime1**, **oeExposureTime2** und **oeWaitTime2** ausgelesen werden.

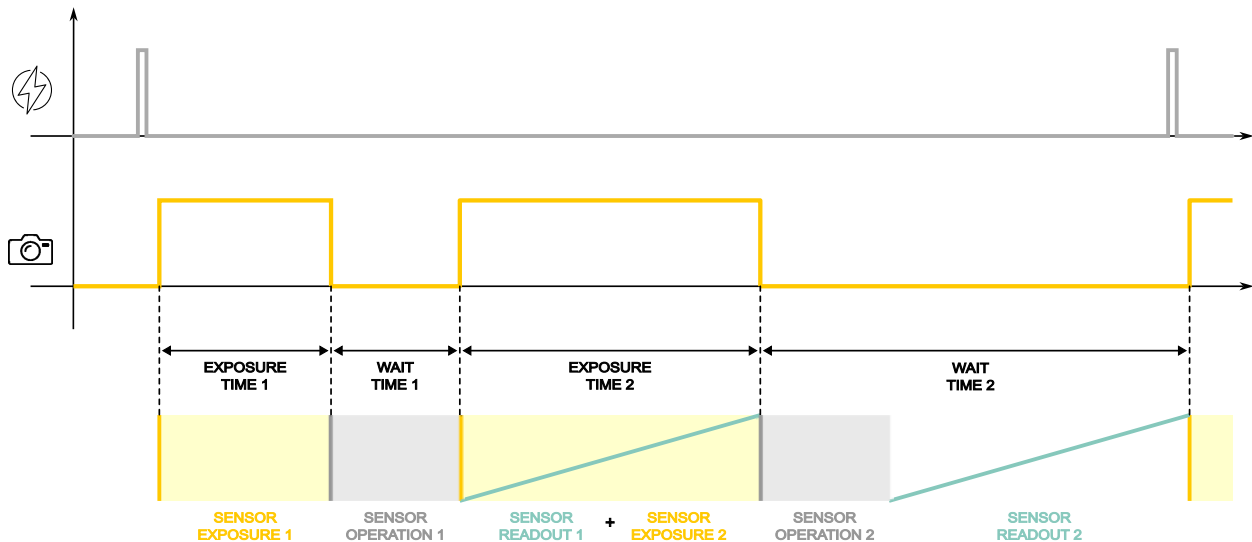


Figure 87: Dual Exposure-Timings und -Betrieb. Von oben nach unten sind das trigger-Signal, das Sensor-Belichtungssignal und der Kamerabetrieb dargestellt.

HINWEIS: Beachten Sie, dass ein zweiter hardware trigger erst nach Abschluss des gesamten Prozesses, d. h. nach *WAIT TIME 2*, erfolgen kann. Alle Triggersignale, die während *WAIT TIME 1*, *EXPOSURE TIME 2* oder *WAIT TIME 2* auftreten, werden ignoriert.

HINWEIS: *WAIT TIME 1* sollte bei der Planung Ihres Maschinenvision-Systems berücksichtigt werden, um das geeignete Kameramodell entsprechend den Anwendungsanforderungen auszuwählen.

HINWEIS: Wenn **Dual Exposure** aktiviert ist, zeigt **ChunkExposureTime** nur den für *EXPOSURE TIME 1* eingestellten Wert an (d. h. den im Feld **Exposure Time** eingestellten Wert).

6.3.3 Trigger delay

Da die Synchronisation zwischen Beleuchtung und Belichtung schwierig sein kann, kann die Funktion **TriggerDelay** verwendet werden, um die Belichtungsperiode des Sensors korrekt mit der externen Beleuchtung abzustimmen.

Betrachten Sie beispielsweise die Situation eines Trigger-Geräts, das sowohl die Beleuchtung als auch die Kameraexposition aktiviert. Bei schlechter Ausrichtung wird nicht das gesamte Licht vom Sensor erfasst (siehe Abbildung 88), was zu einer ineffizienten Beleuchtung führt.

Die Funktion **TriggerDelay** kann verwendet werden, um die Belichtungszeit der Itala-Kameras so zu verschieben, dass die Einschaltzeit des Beleuchtungsgeräts vollständig abgedeckt wird (siehe Abbildung 89).

HINWEIS: Mehrere während der aktiven Verzögerungsperiode empfangene Trigger-Ereignisse werden intern in eine Warteschlange eingereiht und nach der programmierten Verzögerung ausgeführt. Der Kameraspeicher kann bis zu 64 Trigger-Signale speichern, sodass bei hoher Betriebsrate kein Trigger verloren geht.

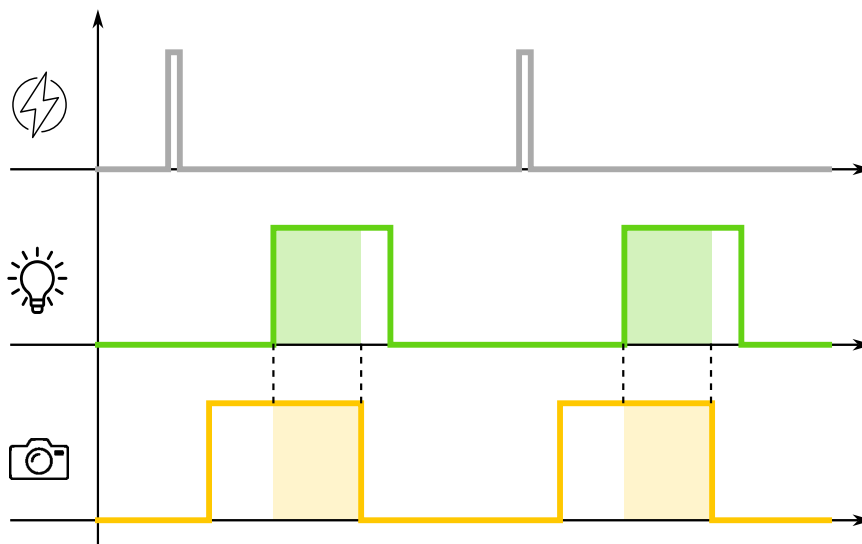


Figure 88: Falsche Ausrichtung zwischen Beleuchtung und Kamera-Belichtungszeit. Von oben nach unten sind das trigger-Signal, die Beleuchtungsperiode und die Kamera-Belichtungszeit dargestellt.

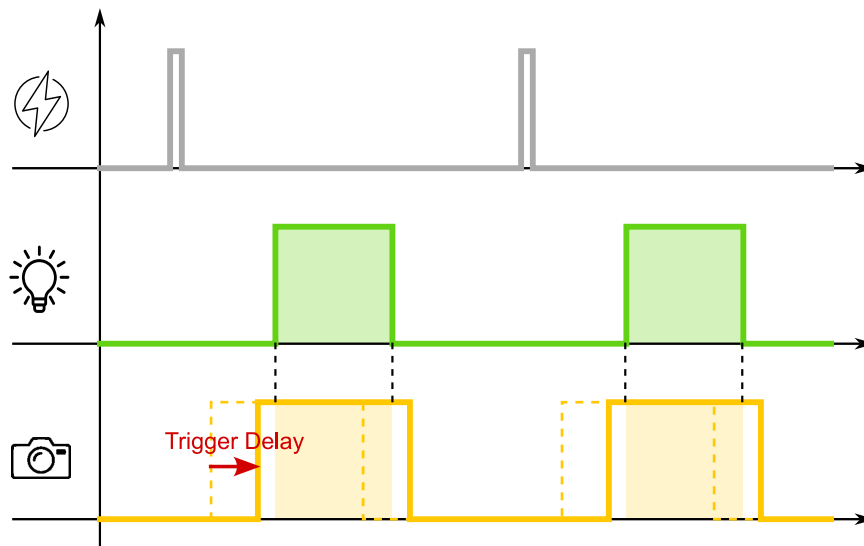


Figure 89: Korrekte Ausrichtung zwischen Beleuchtung und Kamera-Belichtungszeit. Von oben nach unten sind das trigger-Signal, die Beleuchtungsperiode und die Kamera-Belichtungszeit dargestellt.

6.3.4 Timed vs TriggerWidth-Belichtungsmodus

Der Belichtungsmodus kann entweder **Timed** oder **TriggerWidth** sein.

Wenn **Timed Exposure** ausgewählt ist, wird die Sensor-Belichtungszeit mit den Funktionen *ExposureTime* oder *ExposureAuto* eingestellt.

In diesem Fall kann die Belichtungszeit wie folgt ausgedrückt werden:

$$SensorExposureTime = ExposureTime \quad (1)$$

Wenn beispielsweise $ExposureTime = 500\mu s$, wird der Bildsensor für $500\mu s$ belichtet.

Wenn **TriggerWidth Exposure** ausgewählt ist, entspricht die Belichtungsdauer der Breite des aktuellen trigger-Signalimpulses.

Für einige Bildsensoren kann die tatsächliche Belichtungszeit wie folgt berechnet werden:

$$SensorExposureTime = TriggerPulse + ExposureOffset \quad (2)$$

wobei:

- *SensorExposureTime* die Gesamtbelichtungszeit des Bildsensors ist.
- *TriggerPulse* dem externen trigger-Signal entspricht.
- *ExposureOffset* eine zusätzliche intrinsische Periode ist, in der der Bildsensor Licht sammelt.

In diesem Fall muss, wenn der der Kamera zugeführte trigger-Impuls $500\mu s$ beträgt, auch der intrinsische Beitrag des Sensor-Belichtungsversatzes berücksichtigt werden, was zu einer Gesamtbelichtungszeit von mehr als $500\mu s$ führt.

Im Allgemeinen hängt der Belichtungsversatz vom Bildsensor ab und liegt in der Größenordnung von Einheiten/Zehnern von Mikrosekunden.

HINWEIS: Wenn **TriggerWidth Exposure** ausgewählt ist, dient das Feld **ExposureTime** als maximal zulässige Impulsbreite. Ein trigger-Signal mit einer größeren Impulsbreite führt zu einem aufgenommenen Frame, dessen Belichtungszeit auf den Wert im Feld **ExposureTime** begrenzt wird.

HINWEIS: Wenn **TriggerWidth Exposure** ausgewählt ist, zeigt **ChunkExposureTime** den im Feld **ExposureTime** eingestellten Wert an.

6.3.5 Image Compression

Die Funktion **Bildkomprimierung** ermöglicht die Komprimierung des aufgenommenen Frames mit einem verlustfreien Algorithmus.

Das Kompressionsverhältnis des Algorithmus hat keinen konstanten Wert, sondern ist variabel und hängt vom aufgenommenen Bild ab. Insbesondere ist das Verhältnis umgekehrt proportional zur Entropie der das Bild bildenden Pixel. Daher wird das Kompressionsverhältnis durch Bildrauschen beeinflusst, weshalb die Verwendung niedriger Gain-Pegel empfohlen wird. Das typische Kompressionsverhältnis liegt zwischen 1,5 und 2.

Wenn die **Bildkomprimierung** aktiviert ist, kann die Bild-Nutzdatengröße reduziert und damit die Framerate bei gleicher Bandbreite erhöht werden. Dies liegt daran, dass die Bild-Nutzdatengröße (zusammen mit der Belichtungszeit, dem Erfassungsmodus und anderen Bildverarbeitungsfunktionen wie Binning und Dezimierung) die Framerate der Kamera steuert, unter der Annahme einer festen Link-Bandbreite (siehe Funktion DeviceLinkThroughputLimit in Abschnitt 6.1.2).

Um die **Bildkomprimierung** zu aktivieren, setzen Sie den Parameter **oeImageCompressionEnable**. Wenn die Komprimierung aktiviert ist, komprimiert die Kamera den Frame automatisch, berechnet die neue Bild-Nutzdatengröße und passt die Framerate mit dem neuen Größenwert an, um die gesamte verfügbare Bandbreite (DeviceLinkThroughputLimit) zu nutzen. Das Ergebnis ist, dass der Algorithmus die Kamerageschwindigkeit so weit wie möglich erhöht. All diese Vorgänge werden von der Kamera nur bei aktivierter Komprimierung automatisch durchgeführt; der Benutzer muss lediglich die anderen Kameraparameter konfigurieren.

Die maximale Framerate, die von der Kamera nur bei aktivierter Bildkomprimierung erreicht werden kann, wird durch den Parameter **oeMaxFrameRate** angezeigt, während die absolute maximale Framerate durch die Geschwindigkeit des Bildsensors definiert wird.

HINWEIS: Die **Bildkomprimierung** unterstützt nur Pixelformate mit einer Größe von 8 Bit: Mono8, BayerRG8, BayerGR8, BayerGB8, BayerBG8, Polarized00Mono8, Polarized00BayerRG8, Polarized00BayerGR8, Polarized00BayerGB8 und Polarized00BayerBG8.

HINWEIS: Die **Bildkomprimierung** wird unterstützt, wenn **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** auf **oeLinkThroughput** gesetzt ist.

HINWEIS: Chunk-Daten werden nicht unterstützt, wenn die **Bildkomprimierung** aktiviert ist.

Der **Dekomprimierungsalgorithmus** ist im Opto Engineering® GenTL-Producer (.cti) implementiert, sodass die Dekomprimierung nicht mit Software von Drittanbietern verfügbar ist, die nicht auf dem Opto Engineering® GenTL-Producer (.cti) basiert.

Abb.90 zeigt ein Implementierungsbeispiel: Zwei Kameras teilen sich eine Bandbreite von 1 Gbps, und jede Kamera hat 0,5 Gbps Bandbreite verfügbar (DeviceLinkThroughputLimit = 62500000). Wenn die Komprimierung eine Geschwindigkeit von x2 erreichen kann, können die beiden Kameras dieselbe Framerate erzielen, obwohl ihnen nur die halbe Bandbreite zur Verfügung steht.

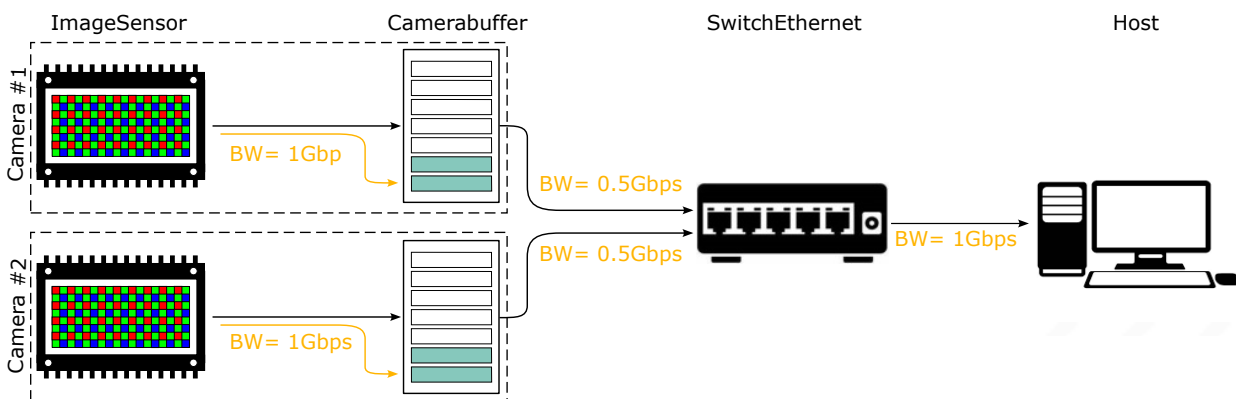


Figure 90: Beispiel eines Mehrkameranetzes mit aktivierter Bildkomprimierung.

6.4 Analog Control

Dieser Abschnitt beschreibt, wie die analogen Eigenschaften eines Bildes beeinflusst werden können, z. B. Gain, Schwarzwert und Gamma.

Funktion	Beschreibung	Interface	Zugriff
Gain	Steuert den ausgewählten Gain als absoluten physikalischen Wert	IFloat	RW
GainAuto	Legt den automatischen Gain-Steuermodus (AGC) fest	IEnumeration	RW

oeGainAutoMin	Legt die Untergrenze für den automatischen Gain-Algorithmus fest	IFloat	RW
oeGainAutoMax	Legt die Obergrenze für den automatischen Gain-Algorithmus fest	IFloat	RW
BlackLevel	Steuert den analogen Schwarzwert als absoluten physikalischen Wert	IFloat	RW
BalanceRatioSelector	Wählt das zu steuernde Verhältnis für den Weißabgleich aus	IEnumeration	RW
BalanceRatio	Steuert das Verhältnis der ausgewählten Farbkomponente	IFloat	RW
BalanceWhiteAuto	Steuert den Modus für den automatischen Weißabgleich zwischen den Farbkanälen. Die Weißabgleich-Verhältnisse werden automatisch angepasst	IEnumeration	RW
oeGammaEnable	Aktiviert die Gammakorrektur. Die LUT-Funktionen werden deaktiviert	IBoolean	RW
Gamma	Steuert die Gammakorrektur der Pixelintensität	IFloat	RW

Table 23: Analog Control-Funktionen

6.4.1 Gain

Gain ist ein Multiplikationsfaktor, der auf Pixelwerte angewendet wird, um die Bildhelligkeit auch bei schlechten Lichtverhältnissen zu erhöhen.

Der Sensor-Gain beeinflusst jedoch unterschiedslos das Nutzsignal und unerwünschtes Rauschen: Wie in Abb.91 zu sehen ist, steigt die Bildhelligkeit proportional zum Gain, jedoch kann die Bildqualität bei hohen Gain-Werten aufgrund von übermäßigem Rauschen abnehmen.



Figure 91: Bilder mit unterschiedlichem Gain

6.4.2 Weißabgleich

Die **Weißabgleich**-Funktion ermöglicht die Anpassung der Empfindlichkeit der drei Farbkanäle (R, G, B) von Farbkameras.

Typischerweise weisen Farbsensoren unterschiedliche Empfindlichkeiten für die drei Farbkoordinaten auf: Dies ist hauptsächlich auf die unterschiedliche Reaktion des Bayer-Filters zurückzuführen, der sich auf dem Bildsensor befindet.

In Fig.92 (linke Abbildung) ist eine typische Charakteristik eines Farbsensors dargestellt: Selbst bei vollkommen gleichmäßiger äußerer Beleuchtung (d. h. flachem Spektrum) sind die Pixelantworten nicht einheitlich (unterschiedliche Mittelwerte der Graustufen), sodass grüne Pixel heller erscheinen als rote und blaue.

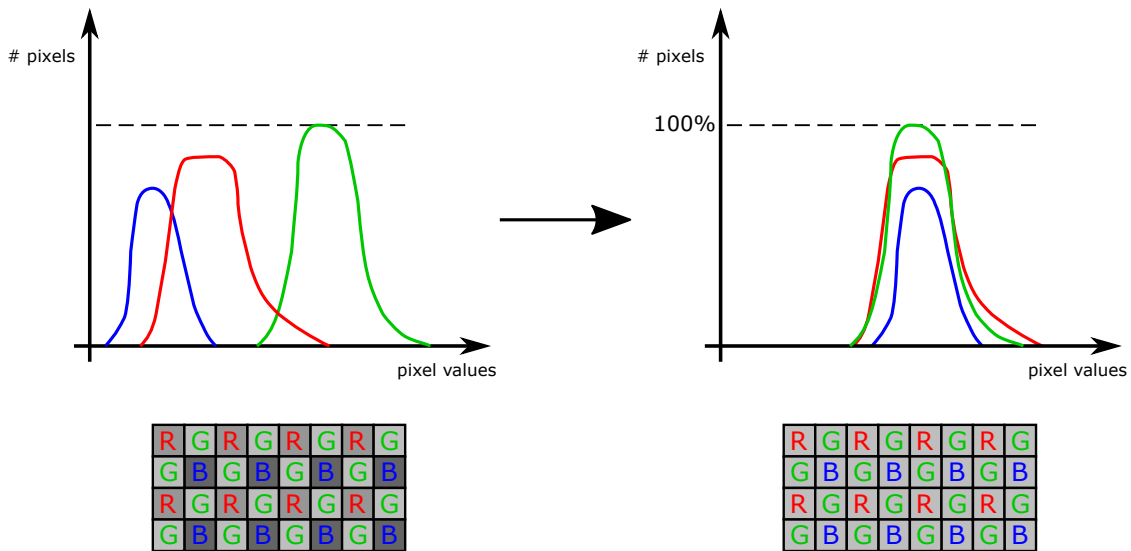


Figure 92: Links das Histogramm einer typischen Spektralempfindlichkeit eines Farbsensors. Rechts das Histogramm einer weißabgeglichene Kamera.

Um diese Inhomogenität zu beheben, kann auf die drei Farbkanäle ein Skalierungsfaktor angewendet werden:

$$R_{out} = K_{red} * R_{in} \tag{3}$$

$$G_{out} = K_{green} * G_{in} \quad (4)$$

$$B_{out} = K_{blue} * B_{in} \quad (5)$$

Um diesen Vorgang weiter zu vereinfachen, kann ein Farbkanal konstant gehalten werden (typischerweise der grüne, da er die dominante Farbe im Bayer-Muster ist). Die Weißabgleichskoeffizienten für den roten und blauen Kanal können daher wie folgt geschrieben werden:

$$R_{out} = K_{red} * R_{in} \quad (6)$$

$$G_{out} = G_{in} \quad (7)$$

$$B_{out} = K_{blue} * B_{in} \quad (8)$$

wobei:

$$K_{red} = G_{in}/R_{in} \quad (9)$$

$$K_{blue} = G_{in}/B_{in} \quad (10)$$

Wie in den letzten Gleichungen ermöglicht **BalanceRatio** das Setzen der Koeffizienten K_{red} und K_{blue} , während K_{green} auf 1 fixiert ist.

Die Wirkung des Weißabgleichs ist in Fig.92 (rechte Abbildung) dargestellt: Die drei Kanäle sind angeglichen und weisen denselben mittleren Grautonwert auf.

Itala-Kameras bieten die Möglichkeit, die drei Farbkoordinaten automatisch abzugleichen: Dazu muss die Funktion **BalanceWhiteAuto** aktiviert werden.

Der BalanceWhiteAuto-Algorithmus basiert auf der Grauweltannahme: Diese Prämisse besagt, dass in einem ausgewogen farbigen Bild der Durchschnitt aller vorhandenen Farben ein neutrales Grau ergibt.

Um einen perfekten Weißabgleich zu erzielen, führen Sie daher die folgenden Schritte durch:

- Starten Sie eine free-run-Aufnahme;
- Stellen Sie sicher, dass eine gleichmäßige Vorlage (z. B. ein weißer neutraler Hintergrund) in das gesamte ROI (Region of Interest) des Bildes eingelegt ist;
- Aktivieren Sie BalanceWhiteAuto (*Kontinuierlicher Modus* oder *Einmal-Modus*);
- Im Fall des *kontinuierlichen Modus* des automatischen Weißabgleichs deaktivieren Sie BalanceWhiteAuto nach Durchführung der Korrektur;
- Entfernen Sie den gleichmäßigen neutralen Hintergrund;
- Die Kamera ist nun abgeglichen und einsatzbereit.

Ein Beispiel für die automatische Weißabgleichsprozedur ist in Fig.93 dargestellt: Auf der linken Seite wird ein unkorrigiertes Bild angezeigt; auf der rechten Seite ein weißabgeglichenes Bild.

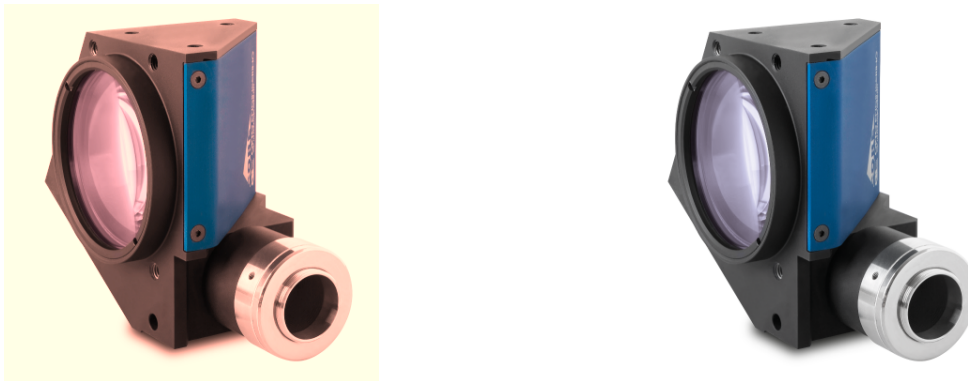


Figure 93: Auf der linken Seite wird ein unkorrigiertes Bild angezeigt; auf der rechten Seite ein weißabgeglichenes Bild.

6.4.3 Gamma correction

Die Gammakorrektur ist eine nichtlineare Operation, die der Formel 11 folgt:

$$V_{out} = V_{in}^{\gamma} \quad (11)$$

wobei V_{out} der Grauwert des Pixels n nach der Gammakorrektur ist, V_{in} der Grauwert des Pixels n und γ der für die nichtlineare Transformation verwendete Koeffizient, der mit der Funktion **Gamma** eingestellt wird.

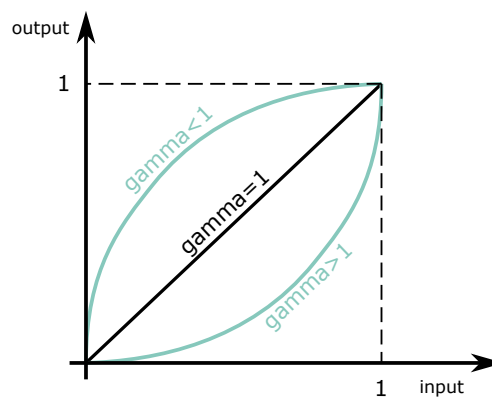


Figure 94: Gammakorrektionskurven für $\gamma = 1$, $\gamma < 1$ und $\gamma > 1$. X-Achse und Y-Achse sind normiert.

Diese Operation ist in Fig.94 deutlich dargestellt: Während „schwarze“ und „weiße“ Pixel nach der Korrektur unverändert bleiben, werden die übrigen Graupixel auf eine nichtlineare Kurve neu abgebildet, die dunkle oder helle Merkmale hervorhebt, je nach γ -Wert.

In Fig.95 ist ein Anwendungsbeispiel der Gammakorrektur dargestellt.

Ein $\gamma < 1$ erweitert den Wertebereich dunkler Bereiche und komprimiert helle Bereiche; es ist

daher nützlich, wenn Merkmale in dunklen Bildteilen betrachtet werden sollen. Umgekehrt komprimiert ein $\gamma > 1$ den Wertebereich der dunklen Bereiche und erweitert die hellen Bereiche; es ist daher nützlich, wenn Merkmale in hellen Bildteilen betrachtet werden sollen.

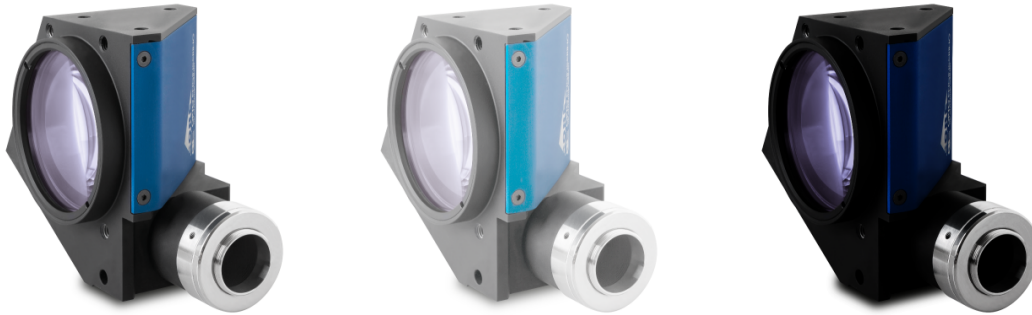


Figure 95: Bilder mit unterschiedlichen γ -Werten: links $\gamma = 1$, in der Mitte $\gamma < 1$ und rechts $\gamma > 1$

Bitte beachten Sie, dass die Gammakorrektur nicht verwendet werden kann, wenn die LUT-Funktion aktiviert ist (siehe Abschnitt 6.6.1).

6.4.4 Black level

Der **BlackLevel** ist ein Offsetwert in Graustufen, der zu allen Pixeln des Bildes addiert werden kann.

Das Hinzufügen eines black level-Werts zu einem Bild verschiebt das Pixelhistogramm in Richtung des Sättigungspegels (wie in Fig.96 dargestellt).

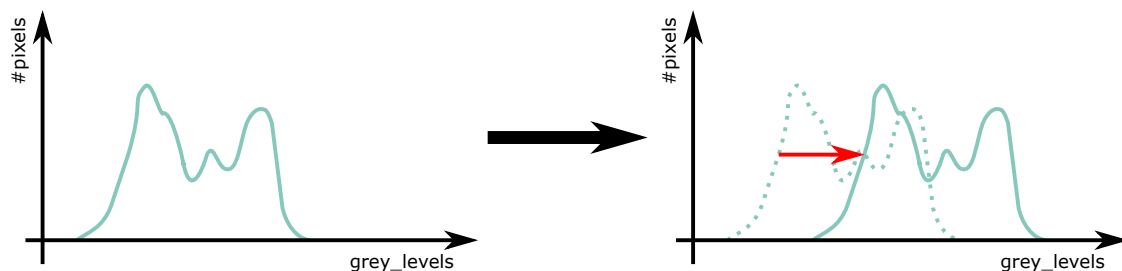


Figure 96: Der black level verschiebt das Pixelhistogramm zu höheren Pixelwerten.

6.5 OE Auto Functions Control

Dieser Abschnitt enthält alle Funktionen, die mit der automatischen Belichtung und der automatischen Gainregelung zusammenhängen.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
oeAutoTargetBrightness	Gewünschter Helligkeitspegel (in %) des Bildes, der von den Autogain- und Autobelichtungsfunktionen verwendet wird	Integer	RW
oeResultingBrightness	Aktueller Helligkeitspegel (in %) des Bildes	Integer	R
oeAutoDampingFactor	Regelwert (in %), der von den Autogain- und Autobelichtungsfunktionen verwendet wird, um Algorithmusoszillationen zu reduzieren	Integer	RW
oeAutoConfidence	Hysterese um den Zielwert, der von den Autogain- und Autobelichtungsfunktionen verwendet wird. Größere Werte verbessern die Bildstabilität, erhöhen jedoch den Helligkeitsfehler	Integer	RW
oeAutoAOIWidth	Breite des Bereichs für die Berechnungen der automatischen Funktionen (in Pixeln)	Integer	RW
oeAutoAOIHeight	Höhe des Bereichs für die Berechnungen der automatischen Funktionen (in Pixeln)	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetX	Horizontaler Versatz vom Ursprung zum Bereich der automatischen Funktionen (in Pixeln)	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetY	Vertikaler Versatz vom Ursprung zum Bereich der automatischen Funktionen (in Pixeln)	Integer	RW

Table 24: OE Auto Functions Control Features

6.5.1 OE AutoAOI

ExposureAuto und **GainAuto** können entweder auf das Gesamtbild oder auf einen dedizierten Area of Interest (AOI) angewendet werden.

Im ersten Fall werden die automatischen Funktionen über den gesamten aktiven Bildbereich berech-

net, d. h. den durch die Parameter **Width** und **Height** definierten Bereich.
Im zweiten Fall können der Aufnahmebereich und der Bereich der automatischen Funktionen entkoppelt werden, wie in Abbildung 97 dargestellt. Der graue Bereich repräsentiert alle vom Gerät übertragenen aktiven Pixel, während der blaue Bereich den für **ExposureAuto**- und **GainAuto**-Berechnungen verwendeten Bereich definiert.

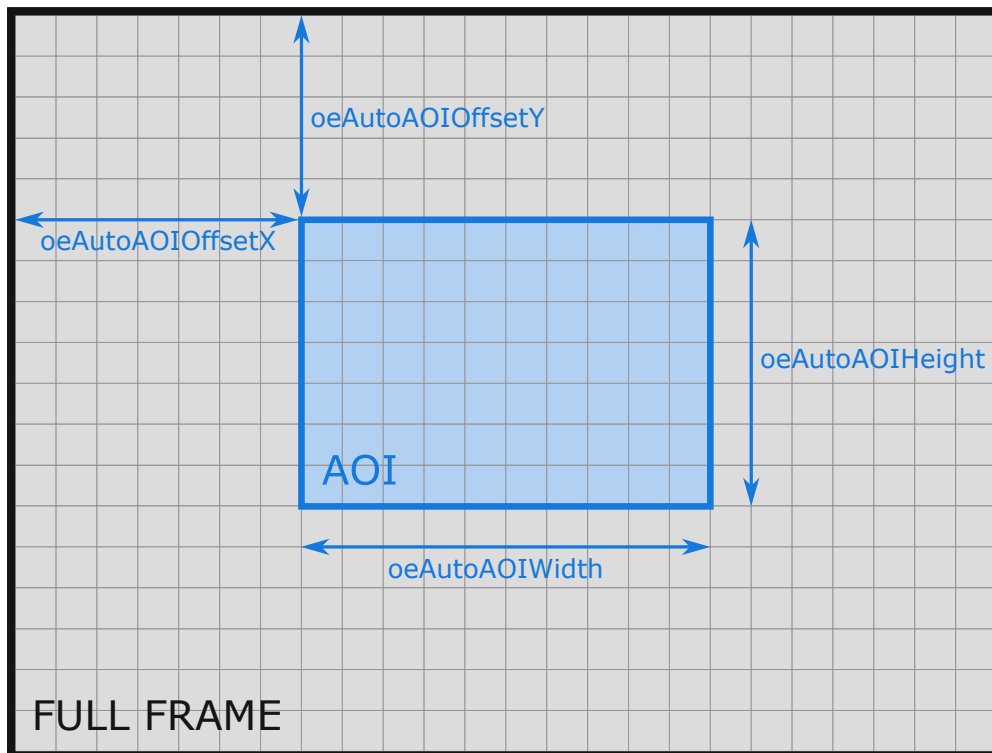


Figure 97: Der graue Bereich umfasst alle während der Aufnahme übertragenen aktiven Pixel. Der blaue Bereich definiert den für die AutoExposure/AutoGain-Berechnung verwendeten Bereich; Pixel außerhalb dieses Bereichs (grauer Bereich) werden von den automatischen Funktionen ignoriert.

Der AOI für die automatischen Funktionen kann in der Kategorie **oeAutoFunctionControl** konfiguriert werden.

Mit Bezug auf Abbildung 97 stehen folgende Knoten zur Verfügung:

- **oeAutoAOIWidth**: Breite (in Pixeln) des Bereichs, auf dem die automatischen Funktionen arbeiten.
- **oeAutoAOIHeight**: Höhe (in Pixeln) des Bereichs, auf dem die automatischen Funktionen arbeiten.
- **oeAutoAOIOffsetX**: horizontaler Versatz (in Pixeln) des Bereichs, auf dem die automatischen Funktionen arbeiten.
- **oeAutoAOIOffsetY**: vertikaler Versatz (in Pixeln) des Bereichs, auf dem die automatischen Funktionen arbeiten.

Wenn ein reduziertes ROI konfiguriert ist (z. B. um den Sensorbereich einzuschränken und die Nutzlastgröße zu reduzieren), kann zudem ein separater AOI für AutoExposure/AutoGain definiert werden, wie in Abbildung 98 dargestellt.

In Abbildung 98 definiert der AOI (blau) den für die AutoExposure/AutoGain-Berechnung verwendeten Bereich, das ROI (rot) den aktiven Pixelbereich, der vom Gerät übertragen wird, während die verbleibenden Pixel (grau) sowohl von der Aufnahme als auch von der Verarbeitung der automatischen Funktionen ausgeschlossen sind.

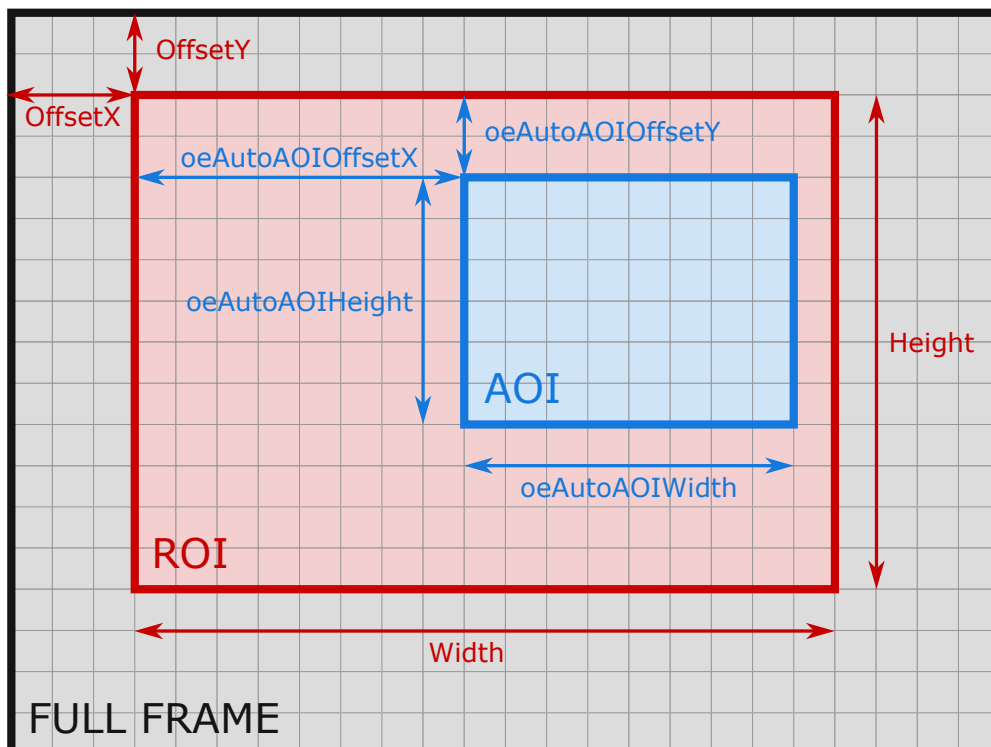


Figure 98: Der AOI (blau) definiert den Bereich für die AutoExposure/AutoGain-Berechnung; das ROI (rot) definiert den aktiven Aufnahmebereich; alle grauen Pixel werden sowohl für die Aufnahme als auch für die automatischen Funktionen ignoriert.

6.5.2 OE Autoexposure/Autogain

Wenn die benötigte Belichtungszeit für einen ausreichenden Helligkeitspegel nicht vorab bekannt ist oder wenn sich die Beleuchtung des Ziels im Laufe der Zeit ändert, können die Funktionen **Autoexposure** und **Autogain** verwendet werden, um einen stabilen Helligkeitspegel zu erzielen, auch wenn die äußeren Lichtverhältnisse nicht konstant sind.

Betrachten Sie beispielsweise Fig.99: Zu Beginn der Aufnahme (d. h. bei der ersten Aufnahme) beträgt der resultierende durchschnittliche Grautonwert des Bildes 50. Üblicherweise wird eine gute Belichtung auf die Hälfte des Vollbereichs zentriert (etwa 127 bei einem 8-Bit-Bild), sodass ein durchschnittlicher Grautonwert von 50% der vollen Dynamik im Feature **oeAutoTargetBrightness**

eingestellt werden kann. Wie in Fig.99 zu sehen, passt sich der durchschnittliche Grautonwert automatisch an, um die gewünschte Helligkeit von 127 zu erreichen.

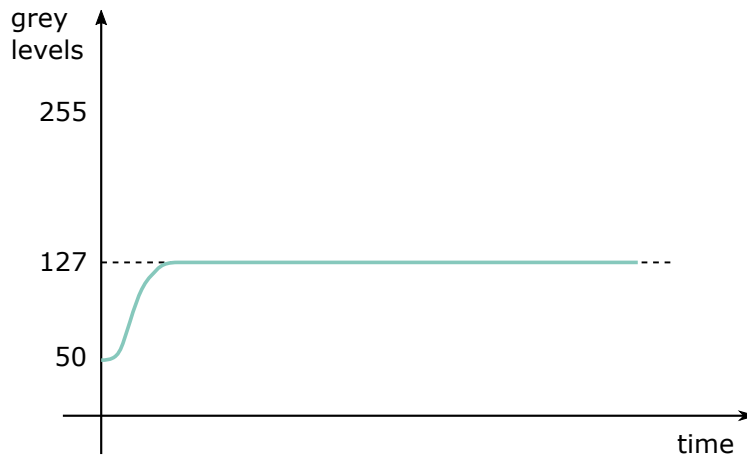


Figure 99: Verlauf des durchschnittlichen Grautonwerts über die Zeit bei aktivem autoexposure.

Um eine ständige Anpassung der Belichtungszeit zu vermeiden, kann mit der Funktion **oeAutoConfidence** ein bestimmter Schwellenwert gesetzt werden: Auf diese Weise reagiert der Algorithmus weniger empfindlich auf kleine externe Lichtschwankungen und wird nur bei wesentlichen Grautonwertänderungen aktiv (siehe Fig.100).

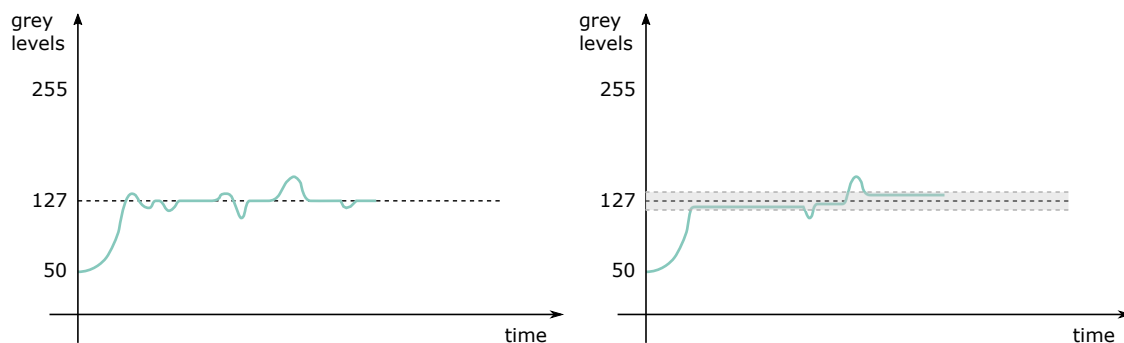


Figure 100: Die kontinuierliche Anpassung der Belichtungszeit aufgrund von Schwankungen des äußeren Lichts (linke Abbildung) kann durch Hinzufügen eines Konfidenzwerts um die Zielhelligkeit verlangsamt werden (rechte Abbildung).

Das Verhalten des autogain/autoexposure-Algorithmus kann über den Knoten **oeAutoDampingFactor** eingestellt werden: Niedrige Werte dieses Parameters liefern höhere Stabilität, aber langsamere Reaktion; umgekehrt können hohe Werte den Algorithmus beschleunigen, aber zu instabilem Verhalten führen (siehe Fig.101).

Wenn die Lichtverhältnisse schlecht sind, wird eine lange Belichtungszeit benötigt, um den gewünschten Helligkeitspegel zu erreichen: In manchen Fällen kann dies zu einer unerwünschten Reduzierung der Bildwiederholrate der Kamera führen.

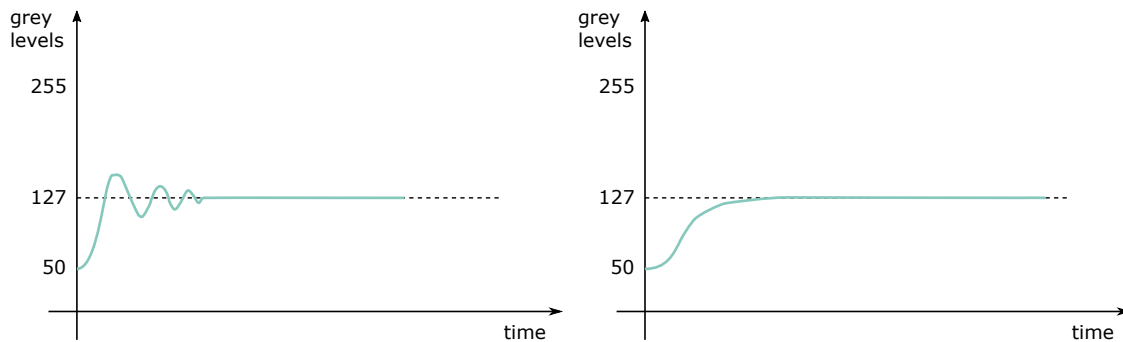


Figure 101: Bei niedrigem Dämpfungsfaktor (linke Abbildung) reagiert der Algorithmus schnell, es können jedoch Oszillationen auftreten; bei hohem Dämpfungsfaktor (rechte Abbildung) ist der Algorithmus stabil, benötigt aber möglicherweise lange Zeit zur Konvergenz.

Um diesen Zustand zu vermeiden, können eine minimale und maximale Belichtungszeit festgelegt werden, die die vom autoexposure-Algorithmus berechnete Belichtungszeit begrenzen (d. h. **oeExposureAutoMin** bzw. **oeExposureAutoMax**): Wenn beispielsweise, wie in Fig.102 dargestellt, die für die gewünschte Helligkeit benötigte Belichtungszeit größer als der Wert **oeExposureAutoMax** ist, kann der Ziel-Grautonwert nicht erreicht werden, aber die resultierende Bildwiederholrate wird nicht durch eine übermäßig lange Belichtungszeit beeinträchtigt.

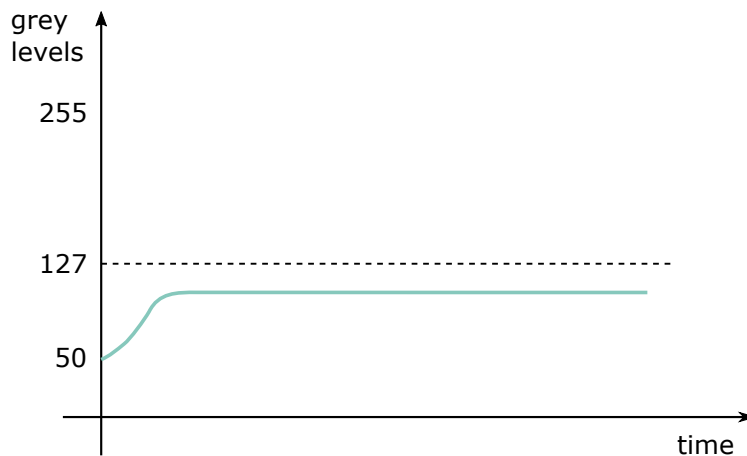


Figure 102: Wenn ein **oeExposureAutoMax** gesetzt ist, kann die Zielhelligkeit möglicherweise nicht erreicht werden, aber lange Belichtungszeiten werden vermieden, wodurch eine Reduzierung der Bildwiederholrate der Kamera verhindert wird.

6.6 LUT Control

Die Funktionen in diesem Kapitel beschreiben die mit der Look-up table (LUT) zusammenhängenden Features.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
LUTSelector	Wählt aus, welche LUT gesteuert werden soll	IEnumeration	RW
LUTEnable	Aktiviert die ausgewählte LUT	IBoolean	RW
LUTIndex	Steuert den Index (Offset) des Koeffizienten, auf den in der ausgewählten LUT zugegriffen werden soll	IInteger	RW
LUTValue	Gibt den Wert am Eintrag LUTIndex der durch LUTSelector ausgewählten LUT zurück	IInteger	RW

Table 25: LUT Control Features

6.6.1 LUT

Die Funktion **LUT** (Look-up-table) ermöglicht es dem Benutzer, eine Transformation auf Pixelebene festzulegen: Ein bestimmter Grauwert am Eingang der LUT kann durch einen neuen Grautonwert ersetzt werden. Alle Pixel mit demselben Grautonwert werden auf die gleiche Weise verarbeitet.

Betrachten Sie die in Fig.103 dargestellten Diagramme: Im ersten Diagramm wird keine LUT angewendet, sodass der Ausgangs-Grautonwert gleich dem Eingangs-Grautonwert ist (z. B. bleibt Grauton 127 am LUT-Ausgang 127); im zweiten Diagramm wird eine binäre Schwellenwertbildung angewendet: Alle Pixel mit Grautonwerten unterhalb von 127 (bei einem 8-Bit-Bild) werden auf 0 (schwarz) gesetzt, die übrigen auf 255 (weiß).

In Fig.104 sind die Ergebnisse der beiden vorherigen Transformationen dargestellt.

Bitte beachten Sie, dass die LUT nicht verwendet werden kann, wenn die Gamma-Funktion aktiviert ist (siehe Abschnitt 6.4.3).

Weitere Informationen zum LUT-Assistenten von Itala View finden Sie in Abschnitt 4.7.4.

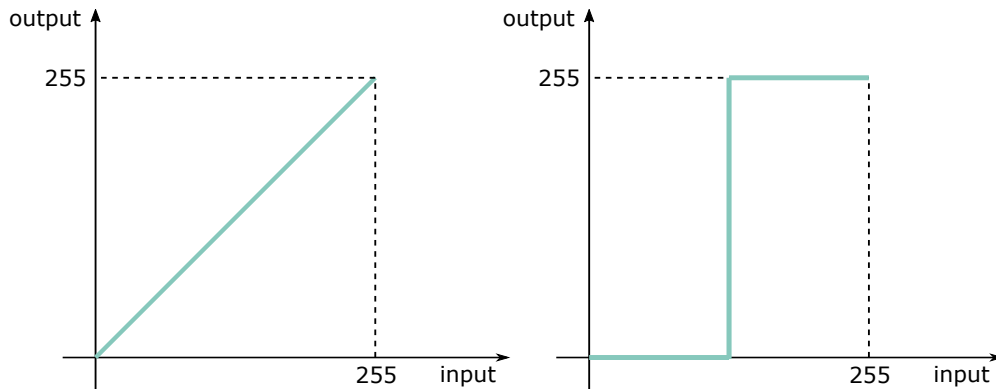


Figure 103: Zwei typische Ein-Aus-Übertragungsfunktionen: links wird keine LUT angewendet, rechts wird eine binäre Schwellenwertbildung verwendet.

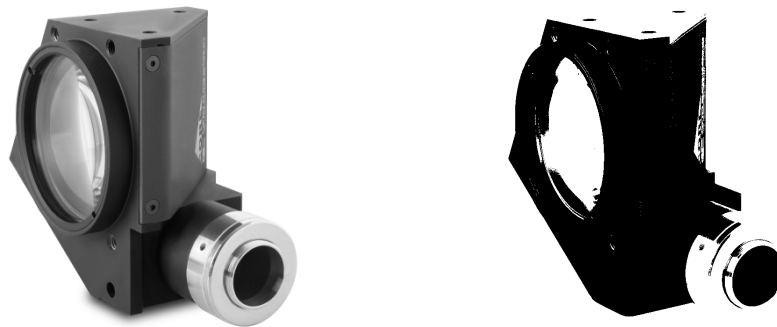


Figure 104: Links wird keine LUT angewendet, rechts wird eine binäre Schwellenwertbildung verwendet.

6.7 Color transformation control

Der Abschnitt Color Transformation beschreibt alle Funktionen, die mit Farbtransformationen im Gerät zusammenhängen.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
ColorTransformationSelector	Wählt aus, welches Farbtransformationsmodul durch die verschiedenen Farbtransformationsfunktionen gesteuert wird	IEnumeration	RW
ColorTransformationEnable	Aktiviert das ausgewählte Farbtransformationsmodul	IBoolean	RW

ColorTransformationValueSelector	Wählt den Verstärkungsfaktor oder Offset der Transformationsmatrix aus, auf die im ausgewählten Farbtransformationsmodul zugegriffen werden soll	IEnumeration	RW
ColorTransformationValue	Stellt den Wert des ausgewählten Verstärkungsfaktors oder Offsets in der Transformationsmatrix dar	IFloat	RW

Table 26: Color Transformation Control Features

6.7.1 Color Correction Matrix (CCM)

Eine gute Farbtreue zu erzielen kann anspruchsvoll sein, da die Farben eines Bildes vom Kamera-Farbfilter und vor allem von der Beleuchtung abhängen.

Da die Beleuchtung anwendungsspezifisch ist, müssen Farben manchmal korrigiert werden, um eine geeignete Farbtreue zu erzielen.

Die **Color Correction Matrix (CCM)** ermöglicht die Anpassung der Ausgangsfarben eines Bildes durch Einwirkung auf Verstärkungsfaktoren/Offsets wie folgt:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Gain00 & Gain01 & Gain02 \\ Gain10 & Gain11 & Gain12 \\ Gain20 & Gain21 & Gain22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Offset_0 \\ Offset_1 \\ Offset_2 \end{bmatrix}$$

wobei R' , G' und B' die korrigierten Farbkoordinaten sind, während R , G und B die unkorrigierten sind.

Verstärkungsfaktoren und Offsets können vom Benutzer frei bearbeitet werden, aber für eine hervorragende Kalibrierung wurde bereits ein Assistent entwickelt, der in Itala View verfügbar ist. Die Schritte dieser Kalibrierungsprozedur sind in Paragraph 4.7.6 beschrieben.

Die Farbkorrekturmatrix wird auch für Konvertierungen zwischen Farbräumen verwendet: Wenn beispielsweise ein YUV-Pixelformat ausgewählt ist, lädt die Kamera automatisch die richtigen Koeffizienten für die Umrechnung vom RGB- in den YUV-Farbraum:

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

Für die korrekte Einstellung der CCM-Koeffizienten siehe Abschnitt 4.7.6.

6.7.2 Durchführung einer korrekten Farbkalibrierung

Um eine korrekte Farbkalibrierung mit Itala-Kameras durchzuführen, kann Itala View verwendet werden; dabei sind folgende Schritte auszuführen:

1. Wählen Sie bei geeigneter Beleuchtung den Tab *Horizontal line profile* (mittleres unteres Panel) und zeichnen Sie ein ROI, das nur die Graustufen am unteren Rand des Farbcharts enthält (Abbildung 105).

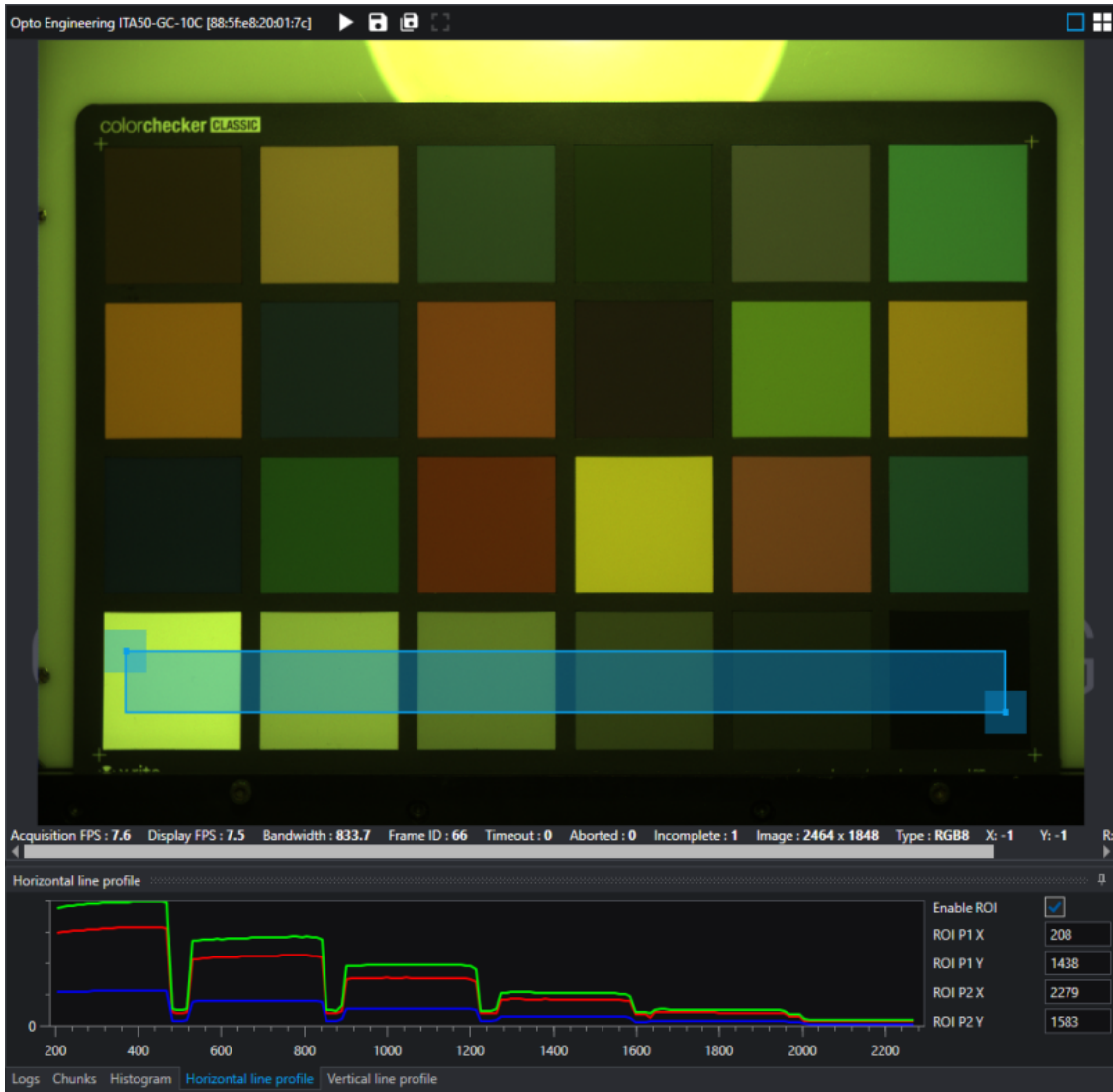


Figure 105: Erste Schritte der Farbkalibrierungsprozedur: Festlegung eines geeigneten ROI (nur die Graustufen-Felder des Farbcharts einschließend) und Anzeige der Ergebnisse im horizontalen Linienprofil.

2. Jedes Graustufen-Feld des angezeigten Bildes sollte dem durch das Farbchart vorgegebenen Referenzwert entsprechen.
Daher ist es notwendig, die Werte *ExposureTime* und *Gamma* anzupassen, um diese perfekte

Übereinstimmung zu erzielen (Abbildung 106). Berücksichtigen Sie vorerst nur den grünen Kanal (aktuelle Pixelwerte werden unten rechts im Bildanzeigebereich angezeigt).

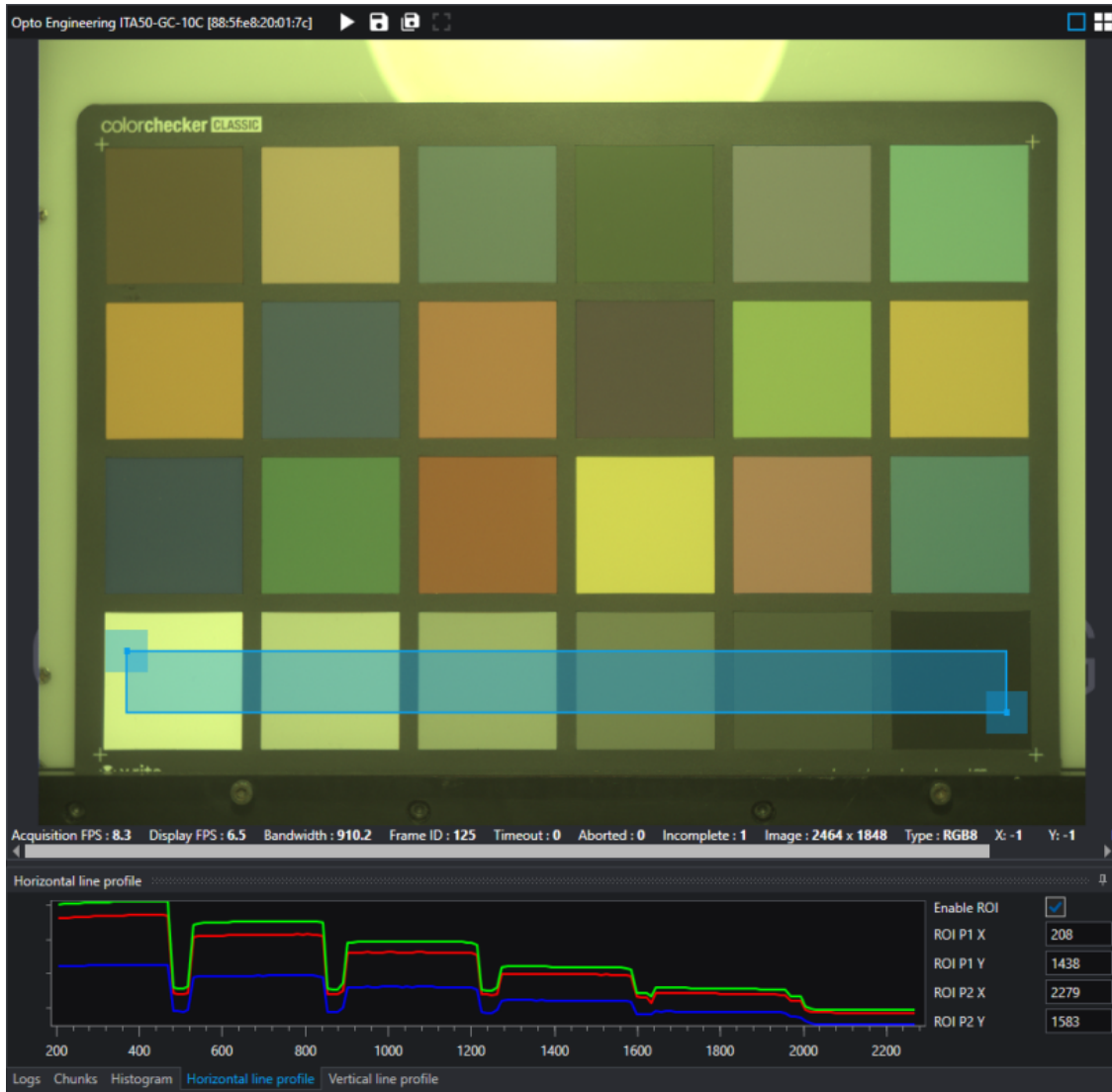


Figure 106: Zweiter Schritt der Farbkalibrierungsprozedur: Anpassung von *Exposure Time* und *Gamma*, damit der grüne Kanal dem vom Farbchart vorgegebenen Wert entspricht.

3. Nachdem der grüne Kanal korrekt eingestellt wurde, verwenden Sie die Features *BalanceRatioSelector* und *BalanceRatio*, um den gleichen Vorgang für den roten und blauen Farbkanal durchzuführen.

Verwenden Sie für diesen Schritt nicht die Funktion *Balance white auto* und beobachten Sie weiterhin den Tab *Horizontal line profile*. Wenn die R-, G- und B-Kurven übereinanderliegen, ist der Weißabgleich optimal (Abbildung 107).

4. Nun kann die Farbkalibrierung mit dem dedizierten Assistenten im Panel *Tool* von Itala View

durchgeführt werden: Die Anweisungen zur korrekten Verwendung des *Color Correction Wizard* sind in Paragraph 4.7.6 aufgeführt (Abbildung 108).
Nach Abschluss der Kalibrierung ist das Ergebnis dem in Abbildung 109 dargestellten ähnlich.

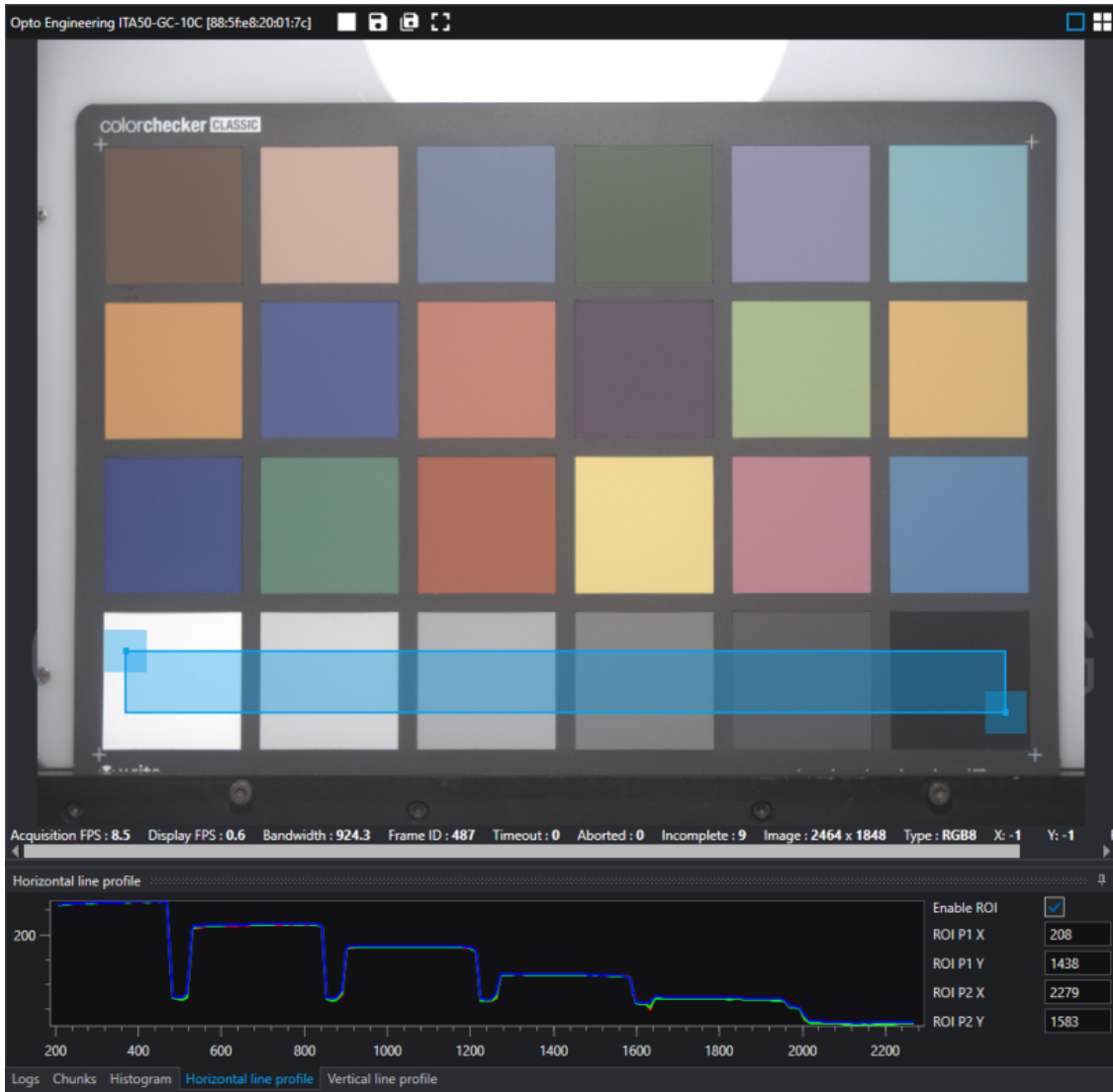


Figure 107: Dritter Schritt der Farbkalibrierungsprozedur: Verwenden Sie das Feature *BalanceRatio*, um den roten und blauen Kanal so anzupassen, dass alle drei Farbkurven im Tab des horizontalen Linienprofils übereinanderliegen.

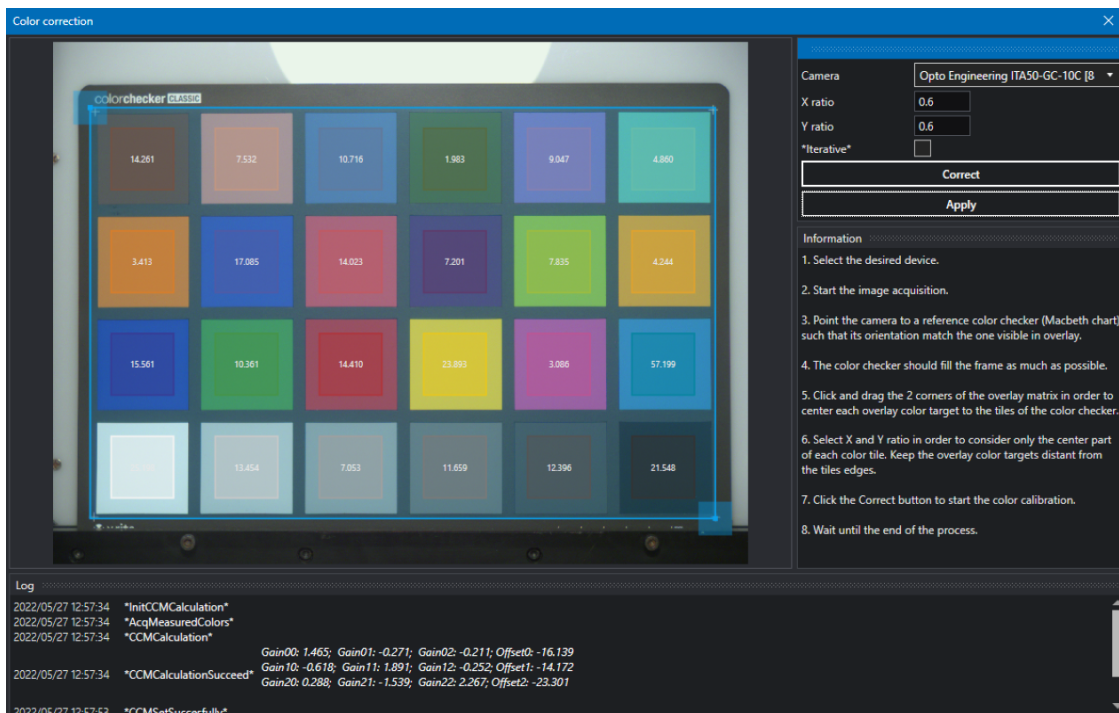


Figure 108: Vierter Schritt der Farbkalibrierungsprozedur: Führen Sie die Farbkalibrierung mit dem *Color Correction Wizard* von Itala View gemäß den Hinweisen des Assistenten durch.



Figure 109: Farbchart nach der Farbkalibrierungsprozedur.

6.8 Digital I/O Control

Das Kapitel Digital I/O behandelt die Funktionen zur Steuerung der allgemeinen Eingangs- und Ausgangssignale des Geräts. Dazu gehören Ein- und Ausgangsteuersignale für Trigger, Timer, Zähler sowie statische Signale wie benutzerkonfigurierbare Eingangs- oder Ausgangsbits.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
LineSelector	Wählt die physische Leitung (oder den Pin) des externen Geräteconnectors oder die virtuelle Leitung des Transport Layers zur Konfiguration aus	IEnumeration	RW
LineMode	Legt fest, ob die physische Leitung zur Eingabe oder Ausgabe eines Signals verwendet wird	IEnumeration	RW
LineInverter	Steuert die Invertierung des Signals der ausgewählten Eingangs- oder Ausgangsleitung	IBoolean	RW
LineStatus	Gibt den aktuellen Status der ausgewählten Eingangs- oder Ausgangsleitung zurück	IBoolean	R
LineStatusAll	Gibt den aktuellen Status aller verfügbaren Leitungssignale zum Abfragezeitpunkt in einem einzigen Bitfeld zurück	IInteger	R
LineSource	Wählt aus, welches interne Aufnahme- oder I/O-Quellsignal auf der ausgewählten Leitung ausgegeben werden soll	IEnumeration	RW
oeDebounceEnable	Aktiviert die Eingangsentprellschaltung. Dadurch kann das Eingangssignal gefiltert und unerwünschte Umschaltvorgänge ignoriert werden.	IBoolean	RW
oeDebounceAmount	Zeitdauer, während der das Eingangssignal konstant bleiben muss, um als gültiges Eingangssignal erkannt zu werden	IFloat	RW

oePulseGeneratorEnable	Überschreibt das Ausgangssignal mit einem Puls, der bei der steigenden Flanke des durch LineSource angegebenen Signals erzeugt wird	IBoolean	RW
oePulseGeneratorPeriod	Legt die Dauer des Ausgangsignalpulses fest	IFloat	RW
UserOutputSelector	Wählt aus, welches Bit des User-Output-Registers durch UserOutputValue gesetzt wird	IEnumeration	RW
UserOutputValue	Setzt den Wert des durch UserOutputSelector ausgewählten Bits	IBoolean	RW
UserOutputValueAll	Setzt den Wert aller Bits des User-Output-Registers	IInteger	RW
UserOutputValueAllMask	Legt die Schreibmaske fest, die auf den durch UserOutputValueAll angegebenen Wert angewendet wird, bevor dieser in das User-Output-Register geschrieben wird	IInteger	RW

Table 27: Digital I/O Control Features

6.8.1 Input Stage

Der digitale I/O-Block umfasst eine interne Verarbeitungsstufe für Eingangs-Triggersignale und Synchronisationsausgänge.

Die Funktion **LineInverter** muss aktiviert werden, wenn der Eingangs-Trigger mit einer *active-low*-Logik arbeitet, d. h. wenn eine fallende Flanke erkannt werden soll. Diese Funktion gilt auch für Synchronisationsausgänge.

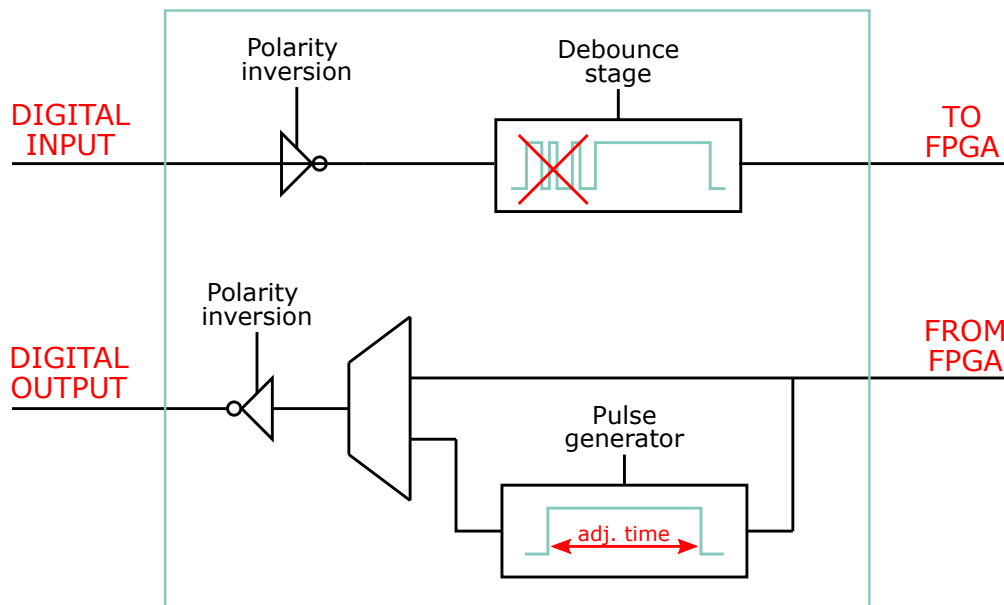


Figure 110: Darstellung der digitalen I/O-Stufe.

6.8.2 Debouncer

Der Debouncer ist eine Funktion zur Unterdrückung von Rauschen, Spannungsspitzen und Oszillationen auf Eingangs-Triggersignalen.

Er wird typischerweise in Systemen eingesetzt, in denen solche Störungen unbeabsichtigte Triggerereignisse verursachen können.

Abbildung 111 veranschaulicht das Funktionsprinzip der Debouncer-Logik.

Eingangspulse, die kürzer als $T_{DEBOUNCE}$ sind (im GenICam-Baum als **oeDebounceAmount** verfügbar), werden als Störsignale eingestuft und daher verworfen, während Pulse, die diese Dauer überschreiten, als gültig angesehen werden.

Natürlich führt diese Stufe zu einer inhärenten Verarbeitungsverzögerung, da ein Zeitintervall von $oeDebounceAmount$ vergehen muss, bevor festgestellt werden kann, ob ein Eingangspuls echt ist oder nicht.

HINWEIS: Um den Debouncer zu aktivieren, muss das boolesche Feature **oeDebounceEnable** auf EIN gesetzt werden.

HINWEIS: Eine standardmäßige intrinsische Entprellperiode von $1 \mu s$ ist immer vorhanden, um hochfrequente Oszillationen an optisch isolierten Eingängen zu unterdrücken.

Zusätzlich kann ein zusätzlicher Schutzmechanismus aktiviert werden, um die Robustheit des Eingangs-Triggers gegenüber Rauschen und Störungen weiter zu erhöhen.

Wenn die Funktion **oeDeglitchEnable** aktiviert ist, filtert die Eingangs-Deglitch-Schaltung negative Pulse, deren Dauer kürzer als $oeDebounceAmount$ ist. Die Deglitch-Stufe funktioniert nur, wenn

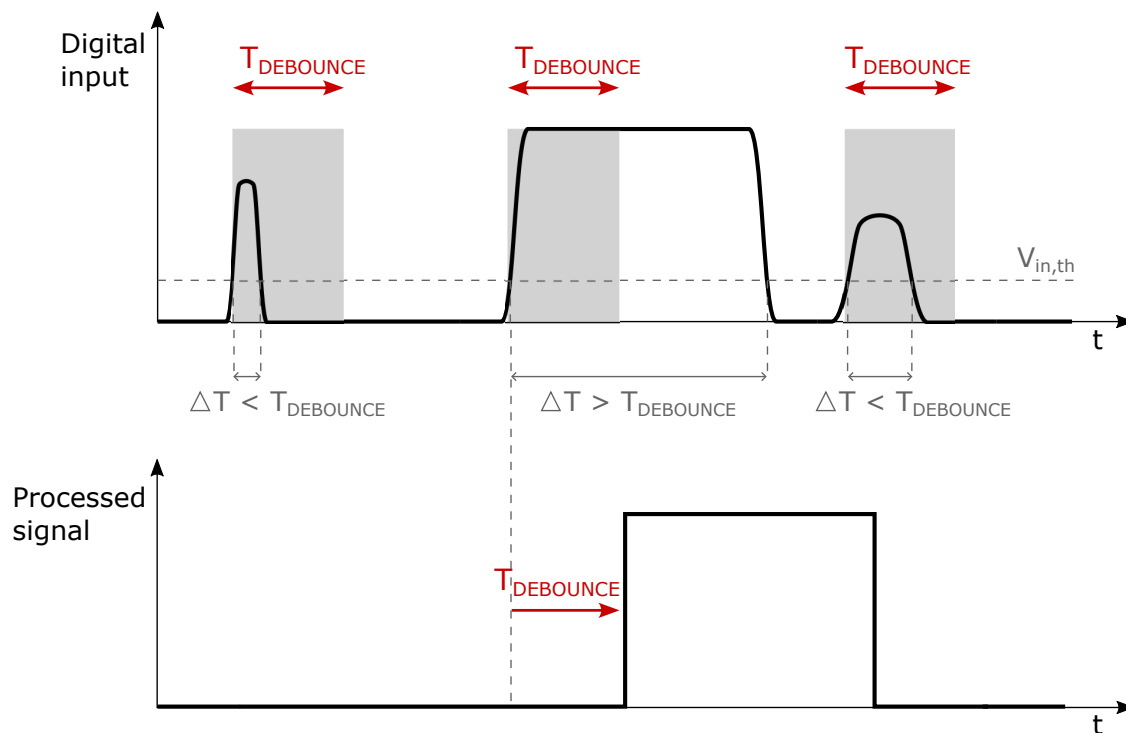


Figure 111: Funktionsprinzip des Debouncers. Pulse, die kürzer als `oeDebounceAmount` sind, werden als unerwünschte Spannungsspitzen verworfen, während längere Pulse als gültige Triggersignale akzeptiert werden.

der Debouncer (`oeDebounceEnable`) aktiviert ist.
Abbildung 112 zeigt das Funktionsprinzip der Deglitch-Logik.

HINWEIS: Die Deglitch-Periode entspricht immer der Debounce-Periode.

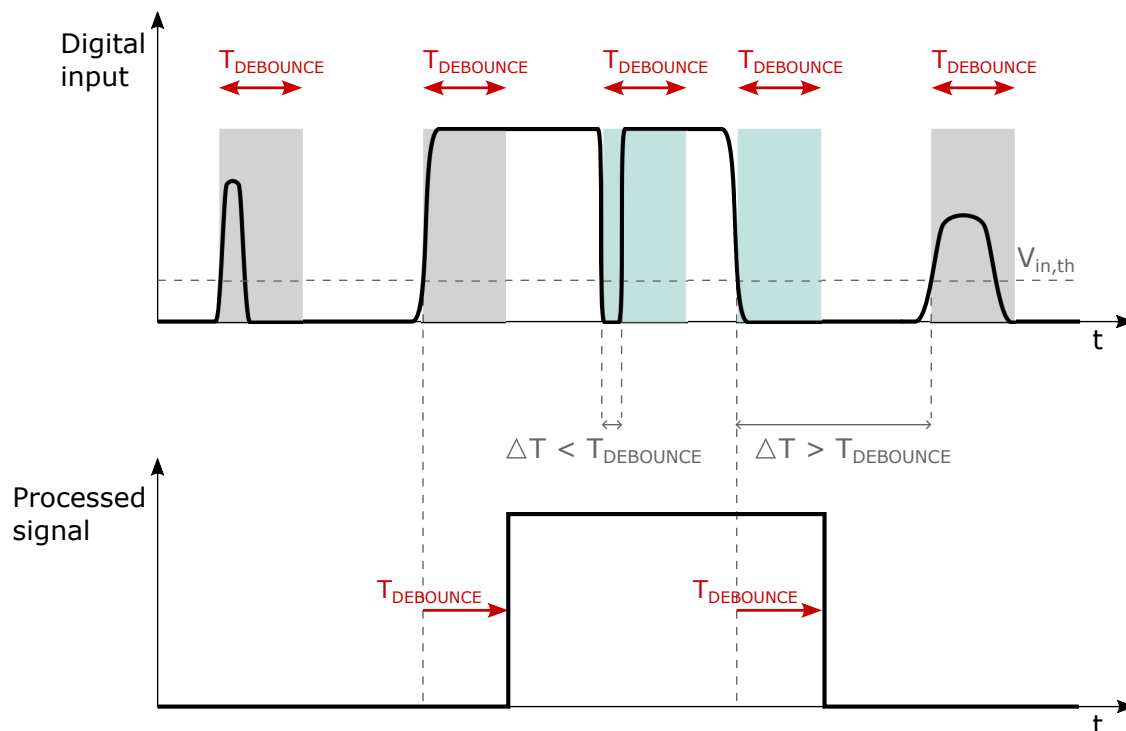


Figure 112: Funktionsprinzip des Deglitchers. Negative Eingangspulse, die kürzer als `oeDebounceAmount` sind, werden verworfen, da sie als unerwünschte Störpulse gelten. Wenn der logisch LOW-Zustand länger als `oeDebounceAmount` andauert, wird die fallende Flanke als gültig betrachtet und das verarbeitete Signal schaltet entsprechend auf LOW.

6.8.3 Output stage

Das Ausgangssynchronisationssignal kann zwischen einem intern erzeugten Puls, der ausgelöst wird, wenn Bedingungen erfüllt sind (z. B. `TimerEnd`, `CounterEnd`, `EncoderOut`, ...), und einem dedizierten Pulsgenerator gewählt werden: Der Vorteil des zweiten Ansatzes liegt in der Möglichkeit, die Pulsdauer zu wählen, während die im ersten Fall erzeugten Signale nur eine Taktperiode andauern und möglicherweise zu kurz sind, um vom Slave-Gerät erkannt zu werden.

Die Funktion `oePulseGeneratorEnable` ermöglicht das Auslösen des Pulsgenerators, wenn die Bedingung `LineSource` erfüllt ist, während die Funktion `oePulseGeneratorPeriod` dessen Einschalt-dauer festlegt.

6.9 Counter and Timer Control

Dieser Abschnitt listet alle Funktionen zur Steuerung und Überwachung von Zählern und Timern auf.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
CounterSelector	Wählt aus, welcher Zähler konfiguriert werden soll	IEnumeration	RW
CounterEventSource	Wählt die Ereignisse aus, die als Quelle für die Erhöhung des Zählers dienen	IEnumeration	RW
CounterResetSource	Wählt die Signale aus, die als Quelle zum Zurücksetzen des Zählers dienen	IEnumeration	RW
CounterDuration	Legt die Dauer (oder Anzahl der Ereignisse) fest, nach der das Ereignis CounterEnd erzeugt wird	IInteger	RW
CounterValue	Liest oder schreibt den aktuellen Wert des ausgewählten Zählers	IInteger	RW
CounterReset	Führt einen Software-Reset des ausgewählten Zählers durch und startet ihn	ICommand	RW
TimerSelector	Wählt aus, welcher Timer konfiguriert werden soll	IEnumeration	RW
TimerTriggerSource	Wählt die Quelle des Triggers zum Starten des Timers aus	IEnumeration	RW
TimerDuration	Legt die Dauer (in Mikrosekunden) des Timer-Pulses fest	IFloat	RW
TimerDelay	Legt die Verzögerung (in Mikrosekunden) fest, die nach dem Empfang eines Triggers angewendet wird, bevor der Timer gestartet wird	IFloat	RW
TimerValue	Liest oder schreibt den aktuellen Wert (in Mikrosekunden) des ausgewählten Timers	IFloat	RW
TimerReset	Führt einen Software-Reset des ausgewählten Timers durch und startet ihn	ICommand	RW

Table 28: Counter and Timer Control Features

6.10 Encoder Control

Dieser Abschnitt listet alle Funktionen zur Steuerung und Überwachung von Quadraturencodern auf.

Quadraturencoder sind auch als Inkremental-, Dreh- und Wellenencoder bekannt.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
EncoderSelector	Wählt aus, welcher Encoder konfiguriert werden soll	IEnumeration	RW
EncoderSourceA	Wählt das Signal aus, das als Quelle für den A-Eingang des Encoders dient	IEnumeration	RW
EncoderSourceB	Wählt das Signal aus, das als Quelle für den B-Eingang des Encoders dient	IEnumeration	RW
EncoderMode	Wählt aus, ob der Encoder-Zählmodus FourPhase mit Jitter-Filterung oder den HighResolution-Modus ohne Jitter-Filterung verwendet	IEnumeration	RW
EncoderDivider	Legt fest, wie viele Encoder-Inkmente/-Dekremente benötigt werden, um ein Encoder-Ausgangsimpuls-Signal zu erzeugen	IInteger	RW
EncoderOutputMode	Wählt die Bedingungen aus, unter denen die Encoder-Schnittstelle ein gültiges Encoder-Ausgangssignal erzeugt	IEnumeration	RW
EncoderValue	Liest oder schreibt den aktuellen Wert des Positionszählers des ausgewählten Encoders	IInteger	RW
EncoderResetSource	Wählt die Signale aus, die als Quelle zum Zurücksetzen des Encoders dienen	IEnumeration	RW
EncoderReset	Führt einen Software-Reset des ausgewählten Encoders durch und startet ihn	ICommand	RW

Table 29: Encoder Control Features

6.10.1 Encoder interface

Itala kann zur Überwachung von Inkrementalencodern eingesetzt werden. Die A-B-Pins von Quadraturencodern können mit den optisch isolierten Eingangspins von Itala-Kameras verbunden werden. Die elektrischen Spezifikationen sind in Tabelle 7 und Tabelle 5.1 aufgeführt.

Die maximale Eingangsfrequenz der Itala-Encoder-Schnittstelle beträgt ca. 30 kHz. Dies ist hauptsächlich auf die Reaktionszeiten der optisch isolierten Schaltung zurückzuführen.

HINWEIS: Wenn die Eingangsfrequenz höher als die Nennspezifikationen ist, können Abtastfehler auftreten und infolgedessen Fehler bei der Encoder-Überwachung entstehen.

6.10.2 Encoder output mode

Die Funktion **EncoderOutputMode** wählt einen der folgenden zwei Betriebsmodi aus (siehe Fig.113):

- **direction mode:** Die Encoder-Position wird nur in eine Richtung inkrementiert. Wenn sich die Bewegungsrichtung ändert, stoppt der Encoder-Zähler, bis sich die Bewegungsrichtung wieder ändert. In dieser Konfiguration wird eine Rückwärtsbewegung nicht berücksichtigt.
- **position mode:** Die Encoder-Position wird nur in eine Richtung inkrementiert. Wenn sich die Bewegungsrichtung ändert, beginnt der Encoder-Zähler zu dekrementieren, bis sich die Bewegungsrichtung wieder ändert. In dieser Konfiguration wird eine Rückwärtsbewegung daher berücksichtigt.

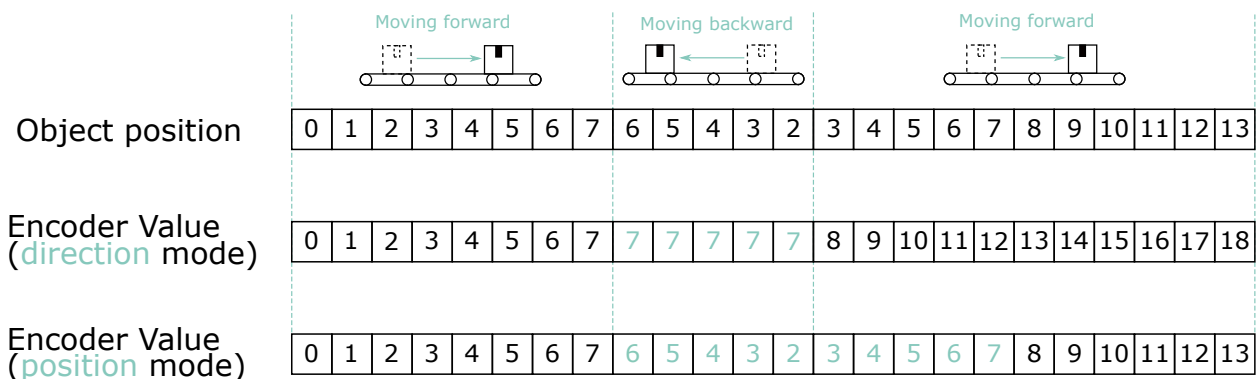


Figure 113: Die zwei verschiedenen Betriebsmodi des Encoder-Blocks: (obere Abbildung) **direction mode** und (untere Abbildung) **position mode**.

6.10.3 Encoder mode

Der Encoder-Zähler kann auf zwei verschiedene Arten inkrementiert/dekrementiert werden:

- **High resolution mode:** Der Encoder-Zähler wird bei jeder Umschaltung von *Encoder A* oder *Encoder B* Signal aktualisiert (inkrementiert oder dekrementiert).
- **4-phase mode:** Der Encoder-Zähler wird bei jedem vollständigen Zyklus aktualisiert (inkrementiert oder dekrementiert) (d. h. bei jeder Sequenz 00 - 10 - 11 - 01)

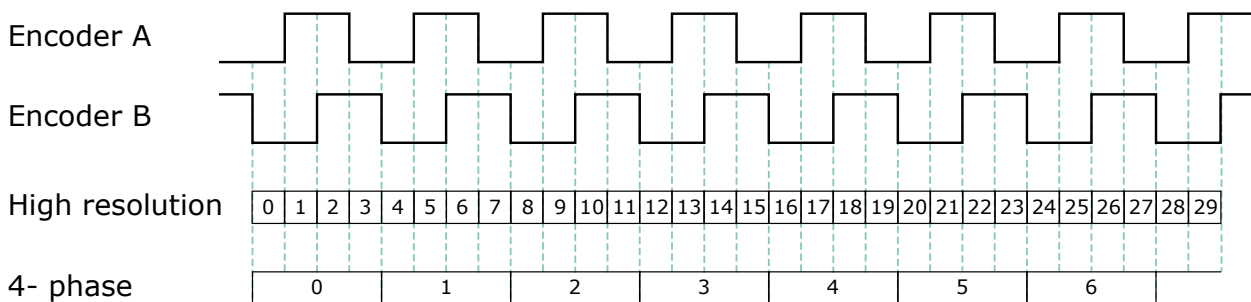


Figure 114: Encoder-Modi: High Resolution (oben) vs. 4-phase (unten).

6.10.4 Verwaltung des EncoderValue-Überlaufs

EncoderValue ist ein positiver Wert im Bereich von 0 bis 65535.

Wenn der Encoder-Ausgangsmodus auf **position mode** gesetzt ist, wird die Rückwärtsbewegung bei der Berechnung von **EncoderValue** berücksichtigt: Da dieser Wert nicht negativ sein kann, führt eine Rückwärtsbewegung dazu, dass der Encoder rückwärts zählt, von 65535 bis 0, wie in Fig.115 dargestellt.

In diesem Szenario könnten bei nicht korrekt verwalteter Rückwärtsbewegung unerwünschte Pulse auftreten.

Betrachten Sie folgendes Beispiel, bei dem **EncoderDivider** auf 20000 gesetzt ist.

Betrachten Sie auch eine Anzahl von Rückwärtsschritten, die dazu führen, dass **EncoderValue** gleich 15000 ist, d. h. ein Wert kleiner als **EncoderDivider**. Wenn die Vorwärtsbewegung wieder aufgenommen wird, entsteht ein unerwünschter Encoder-Puls, wenn **EncoderValue** gleich **EncoderDivider** ist (d. h. 20000).

Um unerwünschte Encoder-Pulse zu vermeiden, muss folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\text{Maximum backward steps} < (2^{16} - 1) - \text{EncoderDivider} \quad (12)$$

Falls Gl.11 nicht garantiert werden kann, müssen unerwünschte Encoder-Pulse von der Benutzeranwendung verwaltet werden.

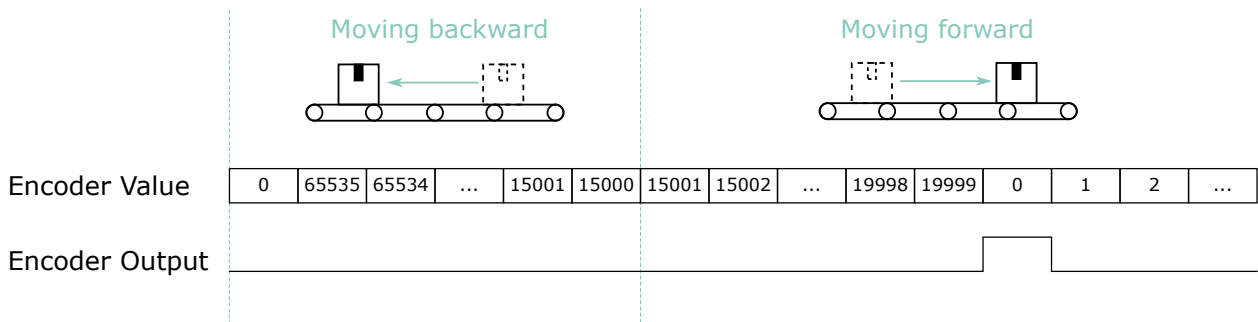


Figure 115: Beispiel für die Erzeugung eines unerwünschten Pulses: Zuerst wird eine Rückwärtsbewegung angewendet, sodass der **EncoderValue**-Indikator unter **EncoderDivider** fällt. Wenn dann die Vorwärtsbewegung wieder aufgenommen wird, wird ein unerwünschter Puls erzeugt, wenn **EncoderValue** gleich **EncoderDivider** ist

6.11 Logic Block Control

Der Abschnitt Logic Block Control beschreibt das Modell und die Funktionen zur Steuerung und Erzeugung von Signalen durch Logic Block-Elemente.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
LogicBlockSelector	Gibt den zu konfigurierenden Logic Block an	IEnumeration	RW
LogicBlockFunction	Wählt die kombinatorische Logikfunktion des zu konfigurierenden Logic Blocks aus	IEnumeration	RW
LogicBlockInputNumber	Gibt die Anzahl der aktiven Signaleingänge des Logic Blocks an	IInteger	R
LogicBlockInputSelector	Wählt den zu konfigurierenden Eingang des Logic Blocks aus	IInteger	RW
LogicBlockInputSource	Wählt das Quellsignal für den Eingang des Logic Blocks aus	IEnumeration	RW
LogicBlockInputInverter	Legt fest, ob das Quellsignal des ausgewählten Logic-Block-Eingangs invertiert wird	IBoolean	RW
LogicBlockLUTIndex	Steuert den Index der Wahrheitstabelle, auf die in der ausgewählten LUT zugegriffen werden soll	IInteger	RW

LogicBlockLUTValue	Liest oder schreibt den Wert, der mit dem Eintrag am Index LogicBlockLUTIndex der ausgewählten LUT verknüpft ist	IBoolean	RW
LogicBlockLUTValueAll	Setzt die Werte aller Ausgangsbits der ausgewählten LUT in einem einzigen Zugriff, ohne LogicBlockLUTIndex zu berücksichtigen	Integer	RW

Table 30: Logic Block Control Features

6.11.1 Logic block Modul

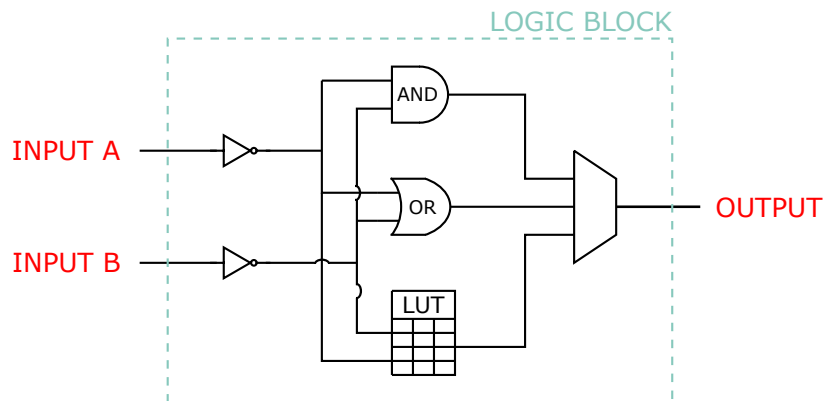


Figure 116: Vereinfachtes Schema der logic block-Zelle.

Das **Logic-Block-Modul** wird hauptsächlich verwendet, um ein Ausgangssignal in Abhängigkeit von zwei Eingangsbedingungen zu erzeugen.

Dieser Block ist durch drei verschiedene Logikfunktionen gekennzeichnet (siehe Fig.116):

- **AND:** Der Ausgang des logic block ist HIGH, wenn beide Eingänge HIGH sind;
- **OR:** Der Ausgang des logic block ist HIGH, wenn mindestens ein Eingang HIGH ist;
- **LUT:** Der Benutzer kann die Wahrheitstabelle der LUT frei belegen:

LogicBlockLUTIndex	Input A	Input B	LogicBlockLUTValue
0	0	0	LogicBlockLUTValue[0]
1	0	1	LogicBlockLUTValue[1]
2	1	0	LogicBlockLUTValue[2]
3	1	1	LogicBlockLUTValue[3]

Table 31: Beispiel für die Belegung der LUT.

Um maximale Flexibilität zu gewährleisten, wurde auch eine **invertierende Stufe** am Eingang dieses Blocks integriert.

6.12 Action Control

Das Kapitel Action beschreibt alle Funktionen, die mit Action Signals im Gerät zusammenhängen.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
ActionUnconditionalMode	Aktiviert den bedingungslosen Action-Command-Modus, bei dem Action-Commands auch dann verarbeitet werden, wenn der primäre Steuerkanal geschlossen ist.	IEnumeration	RW
ActionDeviceKey	Stellt den Geräteschlüssel bereit, der es dem Gerät ermöglicht, die Gültigkeit von Action-Commands zu prüfen	Integer	W
ActionQueueSize	Gibt die Größe der Warteschlange für scheduled action commands an. Diese Zahl stellt die maximale Anzahl von scheduled action commands dar, die zu einem bestimmten Zeitpunkt ausstehend sein können.	IEnumeration	R
ActionSelector	Wählt aus, auf welches Action-Signal weitere Action-Einstellungen angewendet werden	Integer	RW
ActionGroupKey	Stellt den Schlüssel bereit, den das Gerät zur Validierung der Aktion beim Empfang der Action-Protokollnachricht verwendet	Integer	RW
ActionGroupMask	Stellt die Maske bereit, die das Gerät zur Validierung der Aktion beim Empfang der Action-Protokollnachricht verwendet	Integer	RW

Table 32: Action command Control Features

6.12.1 Action Command

Action Command ermöglicht es dem Benutzer, auf einer oder mehreren GigE-Kameras im Ethernet-Netzwerk nahezu gleichzeitig Aktionen auszulösen. Action-Signale sind nicht wie Hardware-Trigger

auf allen Geräten synchron, da das System von Ethernet-Netzwerklatenzen betroffen ist und das Signal die Geräte daher nicht zur gleichen Zeit erreicht. Dennoch kann der Benutzer durch Verwendung des Action-Commands andere Hardware-Verbindungen zum Triggern der Kamera vermeiden und ausschließlich die Ethernet-Leitung nutzen. Zudem ist der Action-Command-Trigger bei mehreren Kameras besser als ein Software-Trigger, da nur ein einziger Befehl an alle Kameras gesendet wird.

Die Itala-Kamera unterstützt einen Action-Command, sodass der Benutzer einen ActionDeviceKey, einen ActionGroupKey und eine ActionGroupMask konfigurieren kann. Die Kamera prüft, ob die Command-Informationen mit dem konfigurierten Action-Command übereinstimmen, und erzeugt dann den Trigger. Commands können im Unicast- oder Broadcast-Modus gesendet werden, je nachdem, ob ein oder mehrere Geräte getriggert werden sollen.

Um die Triggersynchronisation bei der Kamera zu verbessern, müssen **Scheduled Action Commands** verwendet werden (6.12.2).

6.12.2 Scheduled Action Command

Scheduled Action Commands ermöglichen es, eine Triggeraktion auf einem oder mehreren Geräten zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft mit Nanosekunden-Granularität auszulösen. Die einzigen zwei Voraussetzungen sind die Aktivierung der Funktion **PTP** und die Synchronisation der Kamera mit der PTP-Masterclock (siehe 6.20.1), andernfalls wird die geplante Action-Anforderung nicht verarbeitet.

Das Blockdiagramm zur Erläuterung der Architektur der geplanten Action-Steuerung ist in Fig.117 dargestellt und wird nachfolgend im Detail erläutert.

Wenn der Benutzer eine geplante Aktion sendet, prüft die Kamera über Hardware, ob die Command-Informationen mit dem konfigurierten Action-Command übereinstimmen. Wenn die geplante Aktion einen Zeitstempel in der Vergangenheit hat, wird sie sofort verarbeitet, andernfalls wird sie in die Hardware-Action-Zeitwarteschlange eingereiht; die Warteschlange hat eine Tiefe von 4, sodass bis zu 4 geplante Aktionen verwaltet werden können. Wenn die Warteschlange voll ist, werden weitere Commands ignoriert. Wenn der Action-Zeitstempel kleiner als oder gleich der Referenzzeit wird, wird er aus der Warteschlange entfernt und ein Hardware-Trigger zur Belichtungssteuerung ausgelöst.

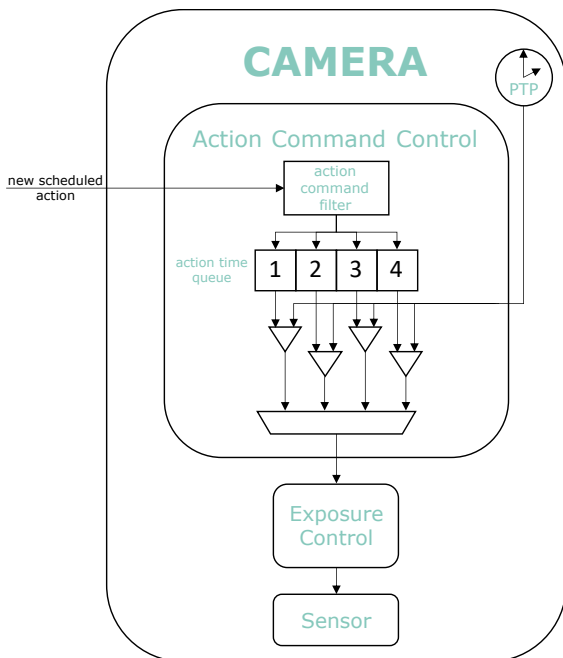


Figure 117: Blockdiagramm des Scheduled Action Command.

Wenn die ACK-Nachricht angefordert wird, sind folgende Statuscodes möglich:

- **GEV_STATUS_NO_REF_TIME:**
Die Kamera hat keine Referenzzeit, die mit einer Masterclock synchronisiert ist; die geplante Action-Anforderung wird nicht verarbeitet.
- **GEV_STATUS_ACTION_LATE:**
Die Kamera hat einen geplanten Action-Command mit einem Zeitstempel in der Vergangenheit empfangen (relativ zum Gerätezeitstempel).
- **GEV_STATUS_OVERFLOW:**
Die Zeitstempel-Warteschlange ist voll und das Gerät empfängt einen Action-Command, der nicht in die Warteschlange aufgenommen werden kann.

Eine Hardware-Verzögerung, die gemessen wird, wenn die geplante Aktion zum Auslösen einer Sensor-Belichtung konfiguriert ist und durch die Hardware-Verarbeitung verursacht wird, wird vom Zeitstempel abgezogen, um sie zu kompensieren und die Genauigkeit der Triggerzeit zu verbessern. Wenn TriggerOverlap EIN ist, ist die Latenz zwischen Belichtungszeit und Frame-Transfer mit einer höheren Unsicherheit behaftet, daher ist der Jitter bei der Frame-Aufnahme höher als wenn TriggerOverlap AUS ist, selbst bei Verwendung von Scheduled Action.

6.13 Event Control

Dieser Abschnitt beschreibt, wie die Erzeugung von Events an die Host-Anwendung gesteuert wird. Ein Event ist eine Nachricht, die an die Host-Anwendung gesendet wird, um sie über das Eintreten eines internen Ereignisses zu informieren.

Events werden im Allgemeinen verwendet, um sicherzustellen, dass die Host-Anwendung mit externen Ereignissen auf dem Gerät synchronisiert ist. In der Bildverarbeitung ist ein typischer Anwendungsfall eine Host-Anwendung, die auf eine Benachrichtigung über das Ende der Sensor-Belichtung wartet, um das inspizierte Teil auf einem Förderband weiterzubewegen.

EventSelector wählt aus, welches bestimmte Event gesteuert werden soll. Es gibt verschiedene Ereignisquellen, wie Aufnahme, Temperatur und I/O-Leitungen.

EventNotification wird verwendet, um die Benachrichtigung über das Eintreten des durch **EventSelector** ausgewählten internen Ereignisses zu aktivieren oder zu deaktivieren. Wenn **EventNoti-**

fiction auf **Off** gesetzt ist, wird kein Ereignis des ausgewählten Typs erzeugt.

Für jedes der in der Aufzählung **EventSelector** aufgeführten Ereignisse gibt es ein entsprechendes Ereignis-Identifizier-Feature mit einem Standardnamen (z. B. **EventExposureEnd**). Die steuernde Anwendung kann sich auf dieses Feature verlassen, um eine Callback-Funktion zu registrieren, die sie benachrichtigt, wenn das Ereignis eintritt. Dieses ganzzahlige Ereignis-Feature gibt den eindeutigen Bezeichnerwert zurück, der das Ereignis auf der Transportschicht identifiziert.

Feature	Beschreibung	Interface	Zugriff
EventSelector	Wählt aus, welches Event an die Host-Anwendung gemeldet werden soll	IEnumeration	RW
EventNotification	Aktiviert oder deaktiviert die Benachrichtigung der Host-Anwendung über das Eintreten des ausgewählten Events	IEnumeration	RW
EventExposureEndData	Kategorie, die alle Attribute zum ExposureEnd-Event enthält	ICategory	-
EventFrameTriggerMissedData	Kategorie, die alle Attribute zum FrameTriggerMissed-Event enthält	ICategory	-
EventFrameTriggerReadyData	Kategorie, die alle Attribute zum FrameTriggerReady-Event enthält	ICategory	-
EventLine0RisingEdgeData	Kategorie, die alle Attribute zum Line0RisingEdge-Event enthält	ICategory	-
EventLine1RisingEdgeData	Kategorie, die alle Attribute zum Line1RisingEdge-Event enthält	ICategory	-
EventTestData	Kategorie, die alle Attribute zum Test-Event enthält	ICategory	-
EventAutofocusDoneData	Kategorie, die alle Attribute zum AutofocusDone-Event enthält	ICategory	-
EventSensorTemperatureData	Kategorie, die alle Attribute zum SensorTemperatureData-Event enthält	ICategory	-
EventEventLostData	Kategorie, die alle Attribute zum EventLost-Event enthält	ICategory	-
oeEventLostCounter	Zeigt die Anzahl der verlorenen Events an	IInteger	-
oeEventLostCounterClear	Setzt den Event-Lost-Zähler zurück	ICommand	-

EventBufferFullData	Kategorie, die alle Attribute zum BufferFull-Event enthält	ICategory	-
EventBufferReadyData	Kategorie, die alle Attribute zum BufferReady-Event enthält	ICategory	-
EventTransferSkippedData	Kategorie, die alle Attribute zum TransferSkipped-Event enthält	ICategory	-

Table 33: Event Control Features

6.13.1 Exposure End Event

Dieses Ereignis wird erzeugt, wenn das Gerät die Belichtung eines Frames (oder einer Zeile) abgeschlossen hat.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventExposureEnd	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Exposure End zurück	Integer	R
EventExposureEndTimestamp	Gibt den Zeitstempel des ExposureEnd-Ereignisses zurück	Integer	R
EventExposureEndFrameID	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Frames (oder Bildes) zurück, das das ExposureEnd-Ereignis erzeugt hat	Integer	R

Table 34: Features der Event-Exposure-End-Daten

6.13.2 Frame Trigger Missed Event

Dieses Ereignis wird erzeugt, wenn die Kamera eingehende Triggersignale nicht verarbeiten kann und dadurch Trigger verloren gehen. Die Ursache kann eine zu hohe Triggerfrequenz innerhalb eines unzulässigen Intervalls sein.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventFrameTriggerMissed	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Frame Trigger Missed zurück	Integer	R
EventFrameTriggerMissedTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Frame-Trigger-Missed-Ereignisses zurück	Integer	R

EventFrameTriggerMissed-FrameID	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Frames (oder Bildes) zurück, das das Frame-Trigger-Missed-Ereignis erzeugt hat	Integer	R
---------------------------------	--	---------	---

Table 35: Features der Event-Frame-Trigger-Missed-Daten

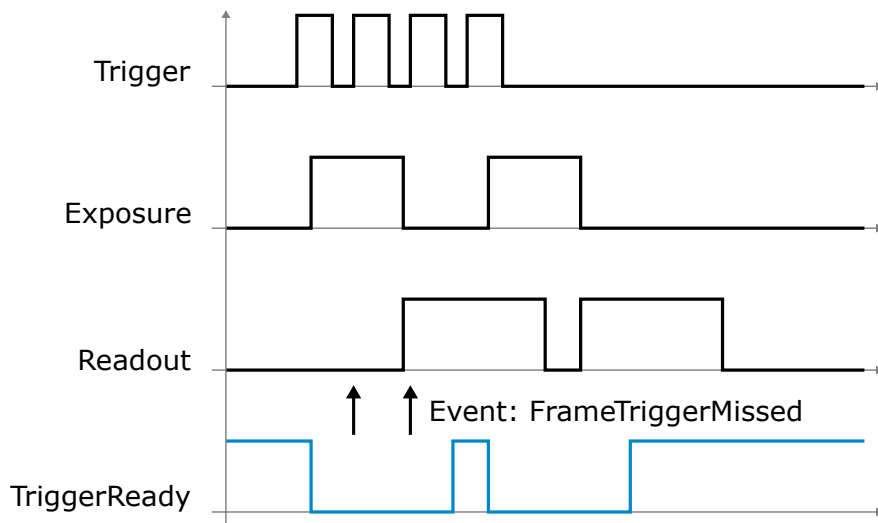


Figure 118: FrameTriggerMissedEvent

6.13.3 Frame Trigger Ready Event

Das Ereignis wird erzeugt, wenn das Gerät bereit ist, einen Trigger zum Starten der Frame-Aufnahme zu empfangen.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventFrameTriggerReady	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Frame Trigger Ready zurück	Integer	R
EventFrameTriggerReadyTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Frame-Trigger-Ready-Ereignisses zurück	Integer	R

Table 36: Features der Event-Frame-Trigger-Ready-Daten

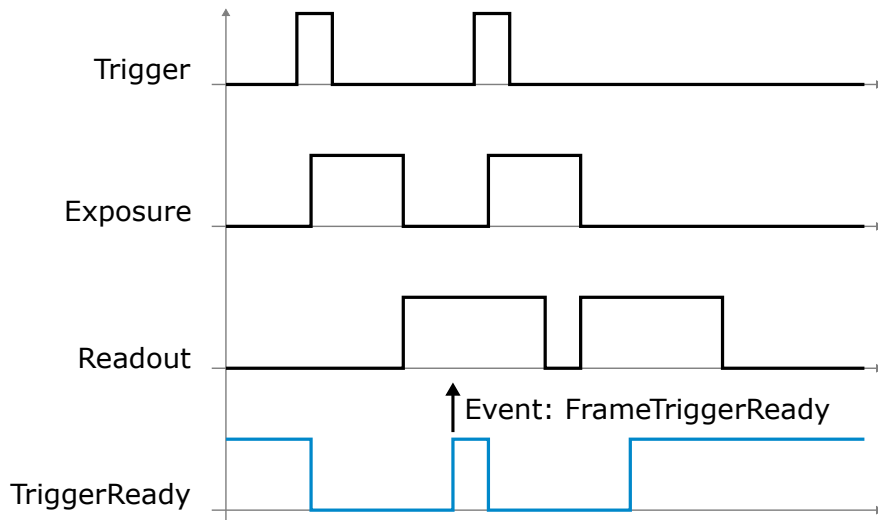


Figure 119: FrameTriggerMissedReady

6.13.4 Line 0 Rising Edge Event

Das Ereignis wird erzeugt, wenn eine steigende Flanke an Line 0 erkannt wird.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventLine0RisingEdge	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Line 0 Rising Edge zurück	Integer	R
EventLine0RisingEdgeTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Line-0-Rising-Edge-Ereignisses zurück	Integer	R
EventLine0RisingEdgeFrameID	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Frames (oder Bildes) zurück, das das Line-0-Rising-Edge-Ereignis erzeugt hat	Integer	R

Table 37: Features der Event-Line-0-Rising-Edge-Daten

6.13.5 Line 1 Rising Edge Event

Das Ereignis wird erzeugt, wenn eine steigende Flanke an Line 1 erkannt wird.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventLine1RisingEdge	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Line 1 Rising Edge zurück	Integer	R

EventLine1RisingEdgeTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Line-1-Rising-Edge-Ereignisses zurück	Integer	R
EventLine1RisingEdgeFrameID	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Frames (oder Bildes) zurück, das das Line-1-Rising-Edge-Ereignis erzeugt hat	Integer	R

Table 38: Features der Event-Line-1-Rising-Edge-Daten

6.13.6 Test Event

Das Test-Ereignis wird erzeugt, wenn das Gerät den Befehl **TestEventGenerate** empfängt.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventTest	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Test-Ereignistyps zurück, der mit dem Befehl TestEventGenerate erzeugt wurde	Integer	R
EventTestTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Test-Ereignisses zurück	Integer	R

Table 39: Features der Event-Test-Daten

6.13.7 Autofocus Done Event

Dieses Ereignis wird erzeugt, wenn das Gerät den Autofokusvorgang abgeschlossen hat.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventAutofocusDone	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Autofokus-Ereignistyps zurück	Integer	R
EventAutofocusDoneTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Autofocus-Done-Ereignisses zurück	Integer	R

Table 40: Features der Event-Autofocus-Done-Daten

6.13.8 Sensor Temperature Event

Dieses Ereignis wird erzeugt, wenn der Sensor den Betriebstemperaturbereich wechselt.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventSensorTemperature	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Sensor-Temperatur zurück, der durch einen Wechsel des Betriebstemperaturbereichs des Bildsensors erzeugt wird	Integer	R
EventSensorTemperatureTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Sensor-Temperatur-Ereignisses zurück	Integer	R

Table 41: Features der Event-Sensor-Temperatur-Daten

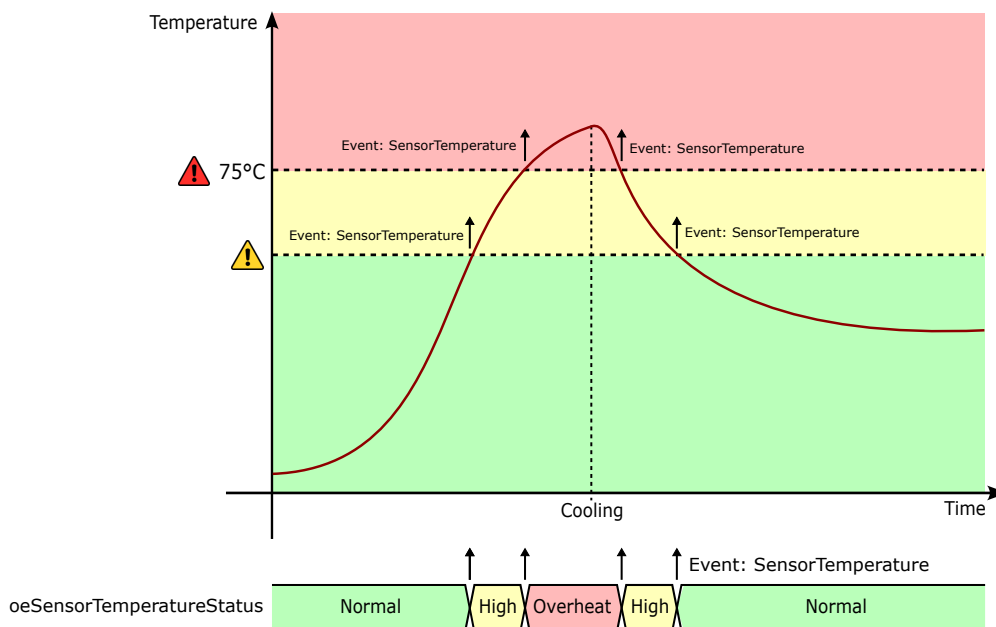


Figure 120: SensorTemperatureEvent

6.13.9 Event Lost Event

Dieses Ereignis wird erzeugt, wenn ein ausgewähltes Ereignis verloren geht. Der Verlust kann durch eine zu hohe Anzahl von auftretenden Ereignissen verursacht werden.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventEventLost	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Event Lost zurück	Integer	R

EventEventLostTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Event-Lost-Ereignisses zurück	Integer	R
-------------------------	--	---------	---

Table 42: Features der Event-Event-Lost-Daten

6.13.10 Buffer Full Event

Dieses Ereignis wird erzeugt, wenn der Bildspeicher des Geräts voll ist.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventBufferFull	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Buffer Full zurück	Integer	R
EventBufferFullTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Buffer-Full-Ereignisses zurück	Integer	R

Table 43: Features der Event-Buffer-Full-Daten

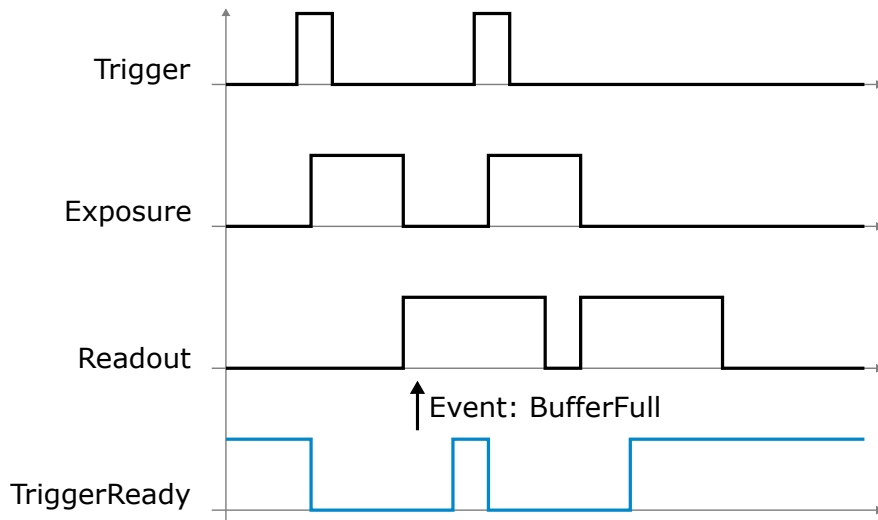


Figure 121: BufferFullEvent

6.13.11 Buffer Ready Event

Dieses Ereignis wird erzeugt, wenn der Bildspeicher des Geräts für einen neuen Frame bereit ist.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
EventBufferReady	Gibt den eindeutigen Bezeichner des Ereignistyps Buffer Ready zurück	Integer	R
EventBufferReadyTimestamp	Gibt den Zeitstempel des Buffer-Ready-Ereignisses zurück	Integer	R

Table 44: Features der Event-Buffer-Ready-Daten

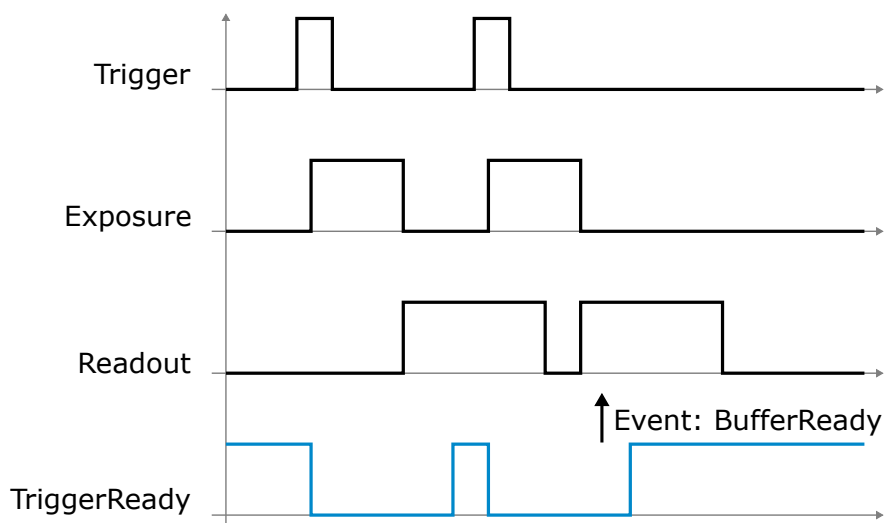


Figure 122: BufferReadyEvent

6.13.12 Transfer Skipped Event

Dieses Ereignis wird erzeugt, wenn das Gerät die aktuelle Frame-Übertragung überspringt, weil der Puffer voll ist.

Table 45: Features der Event-Transfer-Skipped-Daten

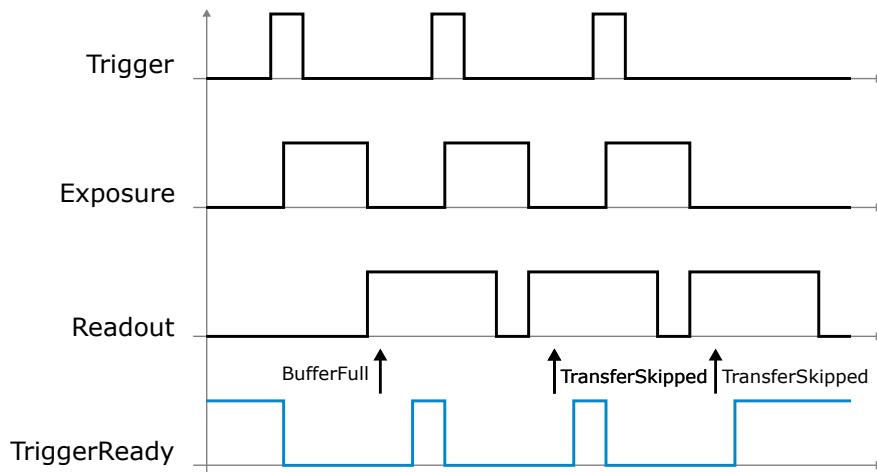


Figure 123: TransferSkippedEvent

6.14 User Set Control

Dieser Abschnitt beschreibt die Features zur globalen Steuerung der Geräteeinstellungen. Er ermöglicht das Laden oder Speichern von Werks- oder benutzerdefinierten Einstellungen. Das Laden des werkseitigen Standard-User Set garantiert einen Zustand, in dem eine kontinuierliche Aufnahme allein mit den obligatorischen Features gestartet werden kann.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
UserSetSelector	Wählt das Feature-User-Set zum Laden, Speichern oder Konfigurieren aus	Integer	RW
UserSetLoad	Lädt das durch UserSetSelector angegebene User Set in das Gerät und aktiviert es	ICommand	RW
UserSetSave	Speichert das durch UserSetSelector angegebene User Set im nichtflüchtigen Speicher des Geräts	ICommand	RW
UserSetDefault	Wählt das Feature-User-Set aus, das beim Zurücksetzen des Geräts standardmäßig geladen und aktiviert wird	IEnumeration	RW

Table 46: Features der User Set Control

6.15 Chunk Data Control

Dieser Abschnitt beschreibt alle Features im Zusammenhang mit den chunk data.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
ChunkModeActive	Aktiviert die Einbindung von Chunk data in die Nutzlast des Bildes	IBoolean	RW
ChunkSelector	Wählt aus, welcher Chunk aktiviert oder gesteuert werden soll	IEnumeration	RW
ChunkEnable	Aktiviert die Einbindung der ausgewählten Chunk data in die Nutzlast des Bildes	IBoolean	RW
ChunkWidth	Gibt die Breite des in der Nutzlast enthaltenen Bildes zurück	IInteger	R
ChunkHeight	Gibt die Höhe des in der Nutzlast enthaltenen Bildes zurück	IInteger	R
ChunkOffsetX	Gibt den OffsetX des in der Nutzlast enthaltenen Bildes zurück	IInteger	R
ChunkOffsetY	Gibt den OffsetY des in der Nutzlast enthaltenen Bildes zurück	IInteger	R
ChunkPixelFormat	Gibt das PixelFormat des in der Nutzlast enthaltenen Bildes zurück	IEnumeration	R
ChunkExposureTime	Gibt die zur Bildaufnahme verwendete Belichtungszeit zurück	IFloat	R
ChunkGain	Gibt die zur Bildaufnahme verwendete Verstärkung zurück	IFloat	R
ChunkBlackLevel	Gibt den zur Aufnahme des in der Nutzlast enthaltenen Bildes verwendeten Schwarzwert zurück	IFloat	R

ChunkTimestamp	Gibt den Zeitstempel des in der Nutzlast enthaltenen Bildes zum Zeitpunkt des internen FrameStart-Ereignisses zurück	Integer	R
ChunkFrameID	Gibt den eindeutigen Bezeichner des in der Nutzlast enthaltenen Frames (oder Bildes) zurück	Integer	R
ChunkSequencerSetActive	Gibt den Index des aktiven Sets des laufenden sequencer zurück, der in der Nutzlast enthalten ist	Integer	R
ChunkEncoderValue	Gibt den Wert des Encoder 0 zum Zeitpunkt des FrameStart-Ereignisses zurück	Integer	R
ChunkCounterValue	Gibt den Wert des Counter 0 zum Zeitpunkt des FrameStart-Ereignisses zurück	Integer	R

Table 47: Features der Chunk mode Control

6.15.1 Chunk Data

Bei Machine-Vision-Kameras bezeichnet **chunk data** Metadaten, die direkt in den Bildstrom neben der Pixel-Nutzlast eingebettet sind.

Diese Metadaten liefern zusätzliche Informationen über das Bild oder den Kamerazustand zum Zeitpunkt der Aufnahme. Chunk-Daten sind in industriellen und bildgeführten Anwendungen besonders wertvoll für:

- **Synchronisation:** Ermöglicht die Ausrichtung zwischen aufgenommenen Bildern und externen Sensoren oder Ereignissen.
- **Dynamische Analyse:** Ermöglicht Anwendungen den Zugriff auf Echtzeit-Kameraparameter.
- **Reduzierter Overhead:** Eliminiert separate Geräteabfragen zur Abholung von Metadaten.

Abbildung 124 zeigt die Struktur eines *GigE Vision*-Frames: Das Leader-Paket öffnet die Übertragung, gefolgt von einer Folge von Nutzlastpaketen mit Bilddaten. Das Trailer-Paket schließt die Übertragung ab.

Wenn Chunk-Daten aktiviert sind, werden Metadaten im letzten Nutzlastpaket an den Pixelstrom angehängt.

Um Chunk-Daten zu aktivieren, muss das Feature **ChunkModeActive** auf ON gesetzt und mindestens ein Chunk-Typ über **ChunkSelector** aktiviert werden.

HINWEIS: Wenn der Chunk-Modus aktiv ist, werden **alle** Chunk-Datentypen von der Kamera übertragen. Die Auswahl nur einer Teilmenge ist nicht möglich.

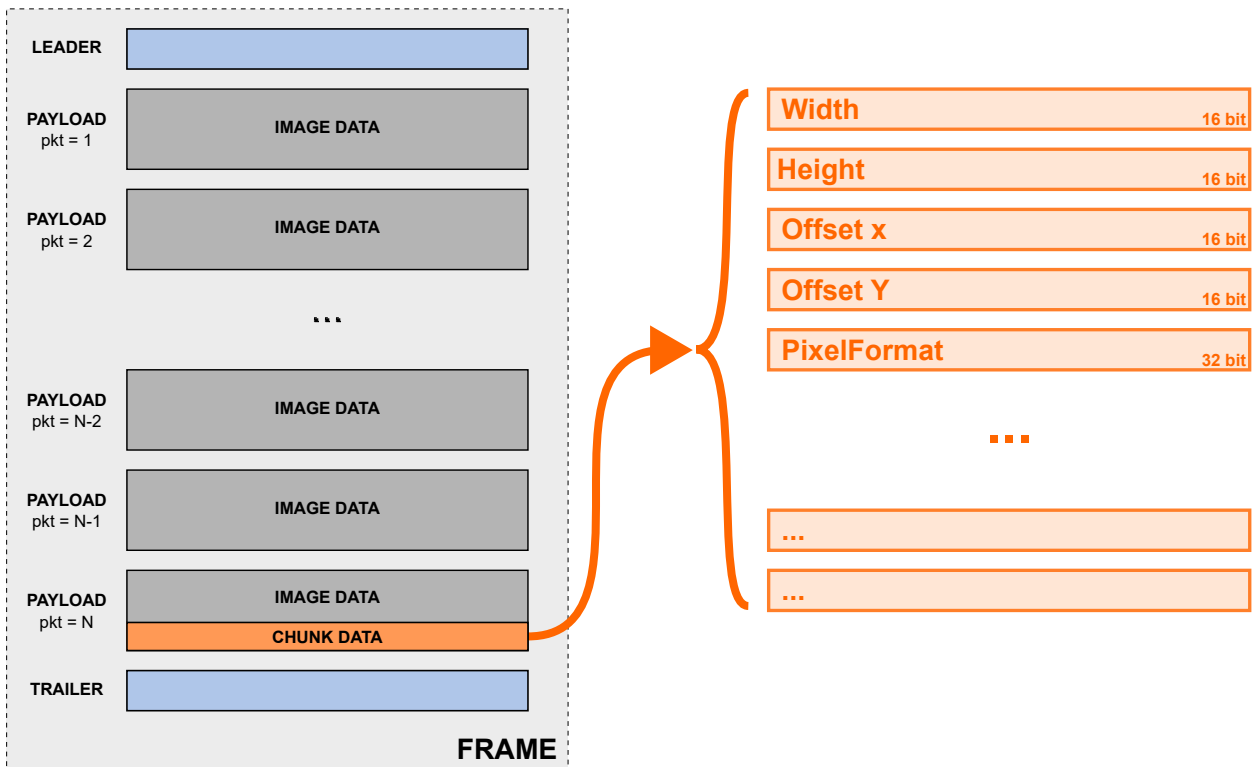


Figure 124: Links: Darstellung der von der Kamera ausgegebenen GigE-Vision-Pakete. Rechts: Struktur der am Ende der Frame-Übertragung angehängten Chunk-Daten.

Ein möglicher Nachteil besteht darin, dass Chunk-Daten die maximal erreichbare Framerate verringern können, insbesondere wenn die Größe der Metadaten mit der Nutzlastgröße vergleichbar ist.

Wenn die Bild-Nutzlast hingegen deutlich größer als der Chunk-Datenblock ist, ist der Einfluss auf die Framerate vernachlässigbar.

6.15.2 Chunk Data: Anwendungsbeispiel

Betrachten Sie folgendes Beispiel: Ein Encoder ist mit der Kamera verbunden, um alle 1000 Schritte eine Aufnahme auszulösen (Abbildung 125).

Durch Aktivierung der Chunk-Daten und Verwendung von *ChunkEncoderValue* kann jedes aufgenommene Bild mit der genauen Position des bewegten Objekts verknüpft werden.

Zusätzlich kann *ChunkFrameID* verwendet werden, um die genaue Sequenz der aufgenommenen Bilder zu rekonstruieren, selbst wenn sich das Objekt abwechselnd vorwärts und rückwärts bewegt (d. h. *ChunkEncoderValue* kann sowohl steigen als auch fallen).

HINWEIS: *ChunkFrameID* unterscheidet sich von der *GigE-Vision-FrameID*. Erstere beginnt bei 0, letztere bei 1.

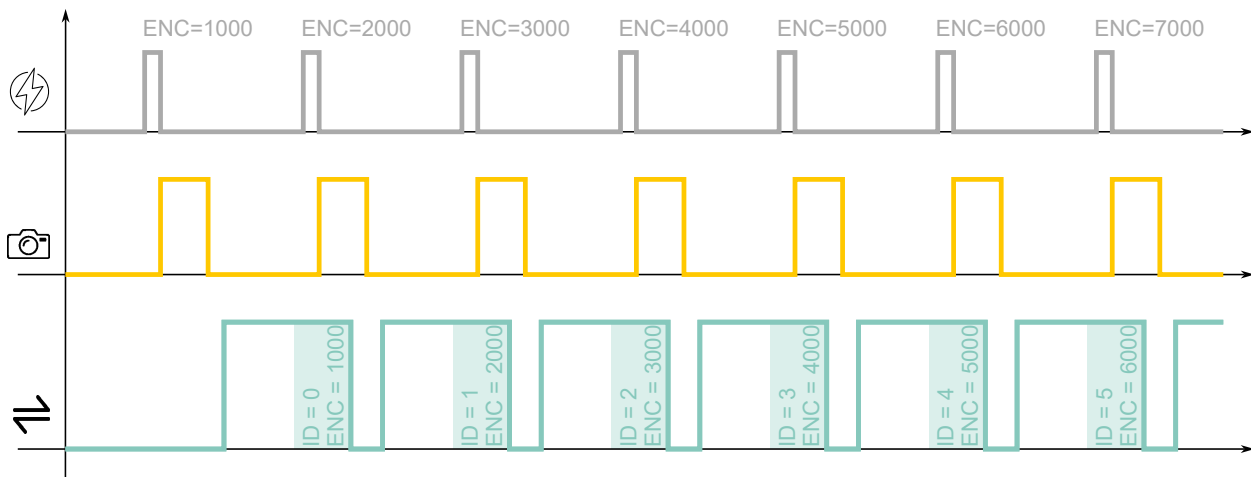


Figure 125: Beispiel einer Chunk-Daten-Anwendung. Alle 1000 Encoderschritte werden eine Belichtung und damit eine Frame-Aufnahme ausgelöst. Mit aktivierten Chunk-Daten wird jeder Frame mit relevanten Metadaten wie *ChunkFrameID* und *ChunkEncoderValue* versehen.

6.15.3 OE Serial Interface Control

Dieser Abschnitt behandelt die Features zur seriellen Kommunikation.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
oeSerialEnable	Aktiviert die serielle Schnittstelle	IBoolean	RW
oeSerialBaudRate	Wählt die Baudrate der seriellen Schnittstelle aus	IEnumeration	RW
oeSerialMode	Wählt den Betriebsmodus der seriellen Schnittstelle aus	IEnumeration	RW
oeSerialProtocol	Wählt das auf der seriellen Schnittstelle zu verwendende Protokoll aus	IEnumeration	RW
oeSerialSlewRate	Wählt die Flankensteilheit der seriellen Schnittstellendaten aus	IEnumeration	RW
oeSerialASCIIWriteBuffer	Schreib-Zeichenpuffer der seriellen Schnittstelle	IString	RW
oeSerialASCIIWrite	Startet einen Schreibvorgang auf der seriellen Schnittstelle	ICommand	RW

oeSerialASCIIReadCount	Anzahl der aus dem seriellen Eingangspuffer zu lesenden Bytes	Integer	RW
oeSerialASCIIReadBuffer	Lese-Zeichenpuffer der seriellen Schnittstelle	IString	R
oeSerialASCIIRead	Liest den seriellen Eingangspuffer	ICommand	RW
oeSerialModbusSlaveID	Modbus-Slave-ID des Zielgeräts	Integer	RW
oeSerialModbusAddress	Slave-Register-Adresse für Lese-/Schreibanforderungen	Integer	RW
oeSerialModbusWriteValue	In die Slave-Register-Adresse zu schreibender Wert	Integer	RW
oeSerialModbusWrite	Sendet eine "Write Single Register"-Anforderung (0x06)	ICommand	RW
oeSerialModbusReadValue	Aus der Slave-Register-Adresse zu lesender Wert	Integer	R
oeSerialModbusRead	Sendet eine "Read Holding Register"-Anforderung (0x03)	ICommand	RW
oeSerialBinaryWriteBuffer	Binärdatenpuffer zum Schreiben über die serielle Schnittstelle	IRegister	RW
oeSerialBinaryWriteCount	Länge der zu schreibenden Daten	Integer	RW
oeSerialBinaryWrite	Befehl zum Schreiben von Daten auf die serielle Schnittstelle	ICommand	RW
oeSerialBinaryReadBuffer	Von der seriellen Schnittstelle gelesene Binärdaten	IRegister	R
oeSerialBinaryReadCount	Anzahl der zu lesenden seriellen Bytes	Integer	RW
oeSerialBinaryRead	Befehl zum Lesen von Daten von der seriellen Schnittstelle	ICommand	RW

Table 48: Features der OE Serial Interface Control

6.16 Serial interface

Die **serielle Schnittstelle** ermöglicht die Kommunikation mit einem externen Gerät über eine serielle Verbindung. Es handelt sich um ein Dual-Mode-Peripheriegerät, das über das Feature **oeSerialMode** als **RS232**- oder **RS485**-Transceiver konfiguriert werden kann, wie in Abb.126 dargestellt. Wählen Sie den geeigneten Betriebsmodus entsprechend dem externen Gerät, das Sie mit der Kamera verbinden möchten. Der Kommunikationskanal ist im RS232-Modus voll duplex und im

RS485-Modus halbduplex.

Die serielle Schnittstelle ist wie folgt konfiguriert:

- **Baud Rate:** von 9600 bis 115200;
- **Data Bits:** 8 Bit;
- **Stop Bits:** 1 Bit;
- **Parity:** keine.

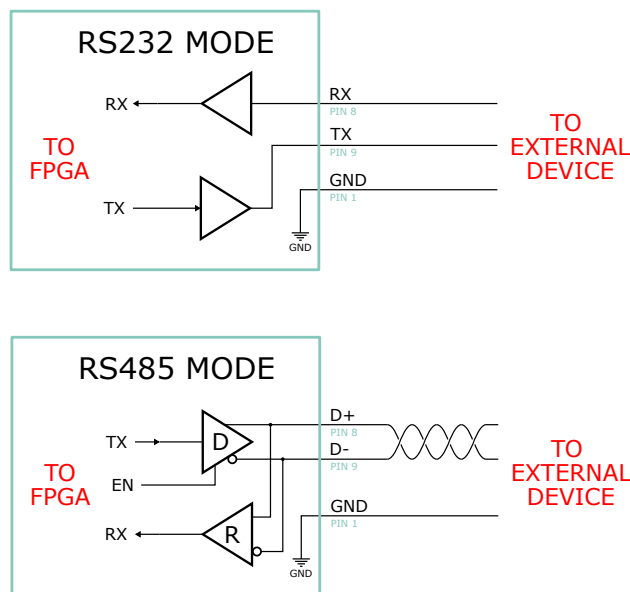


Figure 126: Ersatzschaltbild der seriellen Schnittstelle im RS232- und RS485-Betriebsmodus.



VORSICHT: Überprüfen Sie stets die Spezifikation des externen Geräts **bevor** Sie es mit der Kamera verbinden, und stellen Sie den seriellen Modus entsprechend ein. Andernfalls kann es zu Schäden an der Kamera oder dem externen Gerät kommen.

Die **Slew-Rate**-Steuerung beeinflusst die Form des Ausgangssignalverlaufs. Die **langsame** Einstellung ergibt sanfte Übergänge und kann die EMI-Strahlung reduzieren. Die **schnelle** Einstellung ergibt steile Übergänge und ermöglicht die Verwendung der höchsten Baudraten. Dieses Feature ist nur im **RS485**-Modus verfügbar.

ASCII-Protokoll:

Das ASCII-Protokoll ermöglicht das Senden und Empfangen von ASCII-Zeichen (NULL-terminiert) über die serielle Schnittstelle. Verfügbar sowohl im RS232- als auch im RS485-Modus.

Modbus-RTU-Protokoll:

Modbus RTU ist ein Request/Reply-Protokoll, das eine Client/Server-Kommunikation zwischen Geräten an einem seriellen Bus ermöglicht. Die Kamera fungiert als Client und implementiert eine Teilmenge der Modbus-RTU-Funktionscodes, wie **Read Holding Registers** und **Write Single Register**. Nur im RS485-Modus verfügbar.

Binärprotokoll:

Das Binärprotokoll ermöglicht das Senden und Empfangen von reinen Binärdaten über die serielle Schnittstelle. Verfügbar sowohl im RS232- als auch im RS485-Modus.

6.17 OE Liquid Lens Control

Dieser Abschnitt beschreibt alle Features im Zusammenhang mit der Flüssiglinsesteuerung.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
oeLiquidLensEnable	Aktiviert die Flüssiglinsesteuerung	IBoolean	RW
oeLiquidLensConfigurationData ⁽¹⁾	Ruft die Konfiguration der Flüssiglinse ab	IEnumeration	R
oeLiquidLensManufacturer	Zeigt den Linsenhersteller an	IEnumeration	R
oeLiquidLensSerialNumber	Seriennummer der Flüssiglinse. Diese Zeichenkette ist ein eindeutiger Bezeichner der Flüssiglinse	IString	R
oeLiquidLensFWVersion ⁽²⁾	Firmware-Version der Flüssiglinse für Corning® Varioptic®-Flüssiglinsen	IInteger	R
oeLiquidLensFocalLenght ⁽²⁾	Brennweite der Linse	IInteger	R
oeLiquidLensTemperatureSensorStatus	Zeigt den Status des Temperatursensors der Flüssiglinse an	IEnumeration	R
oeLiquidLensTemperature	Vom in der Flüssiglinse integrierten Sensor gemessene Temperatur (nur bei bestimmten Modellen verfügbar)	IFloat	R

oeLiquidLensMode ⁽¹⁾	Wählt den Linsensteuerungsmodus aus	IEnumeration	RW
oeLiquidLensMaxPositiveCurrent ⁽¹⁾	Maximaler positiver Strom, der an die Linse angelegt werden kann	IFloat	RW
oeLiquidLensMaxNegativeCurrent ⁽¹⁾	Maximaler negativer Strom, der an die Linse angelegt werden kann	IFloat	RW
oeLiquidLensCurrent ⁽¹⁾	Setzt den Spulenstrom der Flüssiglinse	IFloat	RW
oeLiquidLensPower ⁽¹⁾	Setzt die Brechkraft der Flüssiglinse	IFloat	RW
oeLiquidLensVoltage ⁽²⁾	Setzt die Spannung der Flüssiglinse	IFloat	RW
oeLiquidLensResultingCurrent ⁽¹⁾	Resultierender Spulenstrom der Flüssiglinse	IFloat	R
oeLiquidLensResultingPower ⁽¹⁾	Resultierende Brechkraft der Flüssiglinse	IFloat	R
oeLiquidLensAutofocusEnable	Aktiviert die Autofokussteuerung	IBoolean	RW
oeLiquidLensAutofocusAOISize	Wählt die Größe des Autofokusbereichs aus	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX	Horizontaler Versatz vom Ursprung zum für Autofokusberechnungen verwendeten Bereich (in Pixeln)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY	Vertikaler Versatz vom Ursprung zum für Autofokusberechnungen verwendeten Bereich (in Pixeln)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusStartCurrent ⁽¹⁾	Startstromwert für den Autofokus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopCurrent ⁽¹⁾	Stopstromwert für den Autofokus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStartPower ⁽¹⁾	Startleistungswert für den Autofokus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopPower ⁽¹⁾	Stopleistungswert für den Autofokus	IFloat	RW

oeLiquidLensAutofocusStartVoltage ⁽²⁾	Startspannungswert für den Autofokus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopVoltage ⁽²⁾	Stopspannungswert für den Autofokus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusFrameCount	Anzahl der für den Autofokus aufzunehmenden Frames (nur linearer Algorithmus)	IInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusDelay ⁽²⁾	Verzögerung zwischen Aufnahme und Linsenoperationen (nur linearer Algorithmus)	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusAlgorithm	Wählt den Autofokus-Algorithmus aus (Linear oder Iterativ)	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusTolerance	Konvergenztoleranzschwelle des iterativen Autofokus (V für Corning® Varioptic®, mA für Optotune®)	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusMaxIterations	Maximale Anzahl grober Iterationen für den iterativen Autofokus-Algorithmus	IInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusSettleTime	Einschwingzeit der Linse pro Probe in Mikrosekunden für den iterativen Autofokus-Algorithmus	IInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusStart	Startet den Autofokus	ICommand	RW
oeLiquidLensAutofocusTriggerSource	Gibt das interne Signal oder die physische Eingangsleitung an, die als Autofokus-Triggerquelle verwendet werden soll	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusStatus	Gibt den Autofokusstatus zurück	IEnumeration	R

Table 49: Features der OE Liquid Lens Control

(1) Feature nur mit Optotune®-Linsen verfügbar (2) Feature nur mit Corning® Varioptic®-Linsen verfügbar

6.17.1 Liquid Lens interface

Die **Flüssiglinsen-Schnittstelle** ermöglicht die Steuerung eines Produkts mit einer Flüssiglinsen von Optotune® oder Corning® Varioptic® direkt vom Kameragerät aus. Dies gewährleistet maximale Integration mit dem Kamera-SDK und Kompatibilität mit Software von Drittanbietern dank der Standards *GigE Vision* und *GenTL*.

Die folgenden Linsenfamilien werden unterstützt:

- Alle Linsen von **Opto Engineering®**
- Linsen von Drittanbietern mit integrierten **Optotune®**-Flüssiglinsenmodulen: EL-3-10, EL-12-30, EL-16-40;
- **Corning® Varioptic®** C-C Series-Linsen.

Die Kamera erkennt automatisch die Technologie der angeschlossenen Linse und stellt die entsprechenden Features über den *GenICam*-Feature-Baum bereit; der erkannte Hersteller wird durch **oeLiquidLensManufacturer** angezeigt. Die beiden unterstützten Technologien, **Optotune®** und **Corning® Varioptic®**, werden auf unterschiedliche Weise gesteuert und stellen daher unterschiedliche Features bereit, wie nachfolgend beschrieben.

Optotune®-Linsen

Optotune®-Linsen sind **stromgesteuert** und die Schnittstelle kann in zwei verschiedenen Modi betrieben werden:

- EEPROM-Modus;
- manueller Modus;

Im **EEPROM-Modus** erkennt die Kamera die angeschlossene Linse automatisch und liest die Kalibrierdaten aus dem integrierten EEPROM. Über den *GenICam*-Feature-Baum können die Linseneigenschaften abgelesen und die Brechkraft der Linse direkt eingestellt werden. Das EEPROM enthält auch einen Temperatursensor, der vom Regler zur thermischen Kompensation des Linsenstroms verwendet wird. Dies gewährleistet eine konstante Brechkraft über einen weiten Betriebstemperaturbereich. Es ist außerdem möglich, den Linsenstrom direkt zu steuern und die resultierende Brechkraft zu überprüfen, die von der Linsentemperatur abhängt.

Dieser Modus wird automatisch ausgewählt, wenn eine kompatible Linse angeschlossen wird.



VORSICHT: Überprüfen Sie stets die Linseneigenschaften, bevor Sie die Linse an die Kamera anschließen. Wenn die Linse nicht mit einem Kalibrierungs-EEPROM ausgestattet ist, prüfen und setzen Sie die Stromgrenzen **bevor** Sie die Linse anschließen. Andernfalls kann es zu Schäden an der Kamera oder der Flüssiglinsen kommen.

Im **manuellen Modus** ist es möglich, eine Linse ohne integriertes EEPROM zu steuern und den Strom der Antriebsspule direkt einzustellen. In diesem Fall ist der Benutzer dafür verantwortlich, die korrekten Werte einzustellen und die in der Linsenspezifikation angegebenen Grenzwerte nicht zu überschreiten.

oeLiquidLensConfigurationData zeigt an, ob die Linse mit einem Kalibrierungs-EEPROM ausgestattet ist oder ob das Peripheriegerät im manuellen Modus betrieben wird.

Corning® Varioptic®-Linsen

Corning® Varioptic®-Linsen sind **spannungsgesteuert** und werden von der Kamera automatisch über ihren On-Board-Mikrocontroller erkannt; es ist kein Kalibrierungs-EEPROM und keine EEPROM-/Manuellanodusauswahl erforderlich. Die Brechkraft wird direkt durch Einstellen der Linsenspannung über das Feature **oeLiquidLensVoltage** angepasst, während **oeLiquidLensFWVersion** und **oeLiquidLensFocalLenght** die Firmware-Version und Brennweite der Linse anzeigen. Bei Modellen mit Temperatursensor steht die Linsentemperatur über **oeLiquidLensTemperature** zur Verfügung.

HINWEIS: Die EEPROM-/Manuell-Modus-Unterscheidung, der **oeLiquidLensMode**-Selektor und die Strom-/Leistungsfeatures (**oeLiquidLensCurrent**, **oeLiquidLensPower**) gelten nur für **Optotune®**-Linsen.

6.17.2 Autofokus

Der **Autofokus** findet automatisch den besten Fokus der angeschlossenen Flüssiglinse, vollständig in der Kamera.

Der Autofokus-Algorithmus wird nicht auf den gesamten Frame angewendet; daher muss ein dedizierter AOI über den Selektor **oeLiquidLensAutofocusAOISize** zusammen mit den Parametern **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** und **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** definiert werden (siehe Abbildung 127):

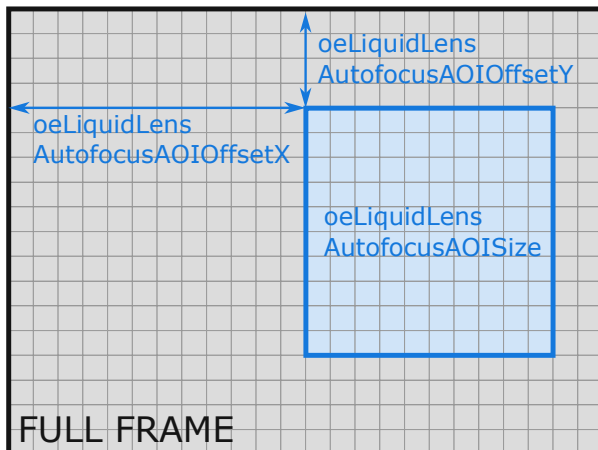
- **oeLiquidLensAutofocusAOISize:** Breite und Höhe (in Pixeln) des Bereichs, auf den der Autofokus-Algorithmus angewendet wird.
- **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX:** Horizontaler Versatz (in Pixeln) des Autofokusbereichs.
- **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY:** Vertikaler Versatz (in Pixeln) des Autofokusbereichs.

Wenn ein Region-of-Interest (ROI) aktiv ist (z. B. um nur einen bestimmten Bereich des Vollbildes auszuwählen), werden **oeLiquidLensAutofocusAOISize**, **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** und **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** unter Berücksichtigung der GenICam-Features *Width*, *Height*, *OffsetX* und *OffsetY* angegeben, wie in Abbildung 128 dargestellt.

Der Autofokus durchläuft einen **Ansteuerungsbereich**, dessen physikalische Größe von der angeschlossenen Linse abhängt: Bei Optotune®-Linsen wählt das Feature **oeLiquidLensMode** zwischen einem Strombereich und einem Leistungsbereich, während Corning® Varioptic®-Linsen einen Spannungsbereich verwenden. Dieser Ansteuerungsbereich wird zusammen mit dem AOI von beiden nachfolgend beschriebenen Autofokus-Algorithmen verwendet.

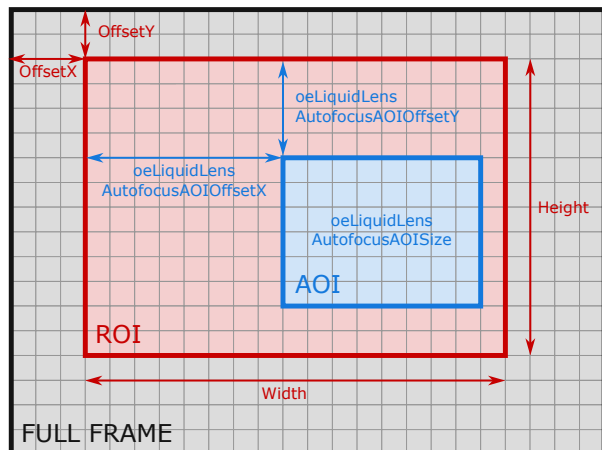
HINWEIS: Sobald der Befehl **oeLiquidLensAutofocusStart** ausgelöst wird, wartet die Kamera auf die Übertragung des letzten Frames. Dann startet der Autofokus.

Der Abschluss des Autofokus wird durch das Feature **oeLiquidLensAutofocusStatus** und das AutofocusDone-Ereignis signalisiert.



FULL FRAME

Figure 127: Definition des Autofokus-Area-of-Interest (AOI): Der Autofokus-Algorithmus wertet nur die innerhalb der AOI-Grenzen liegenden Pixel aus.



FULL FRAME

Figure 128: Autofokus-AOI bei aktivem ROI: Größe und Versatz des AOI werden relativ zum aktiven ROI interpretiert.

Die Kamera bietet zwei Autofokus-Algorithmen, die über das Feature **oeLiquidLensAutofocusAlgorithm** ausgewählt werden können:

- **Linear:** Die Linse führt einen einzigen Sweep über den gesamten Ansteuerungsbereich durch, während eine feste Anzahl von Frames aufgenommen wird.
- **Iterativ:** Der Linsenbereich wird adaptiv mit einer **Goldenen-Schnitt**-Suche abgetastet, die mit weniger Frames auf den Bereich bester Schärfe konvergiert.

HINWEIS: Der **lineare** Algorithmus wird für **Optotune®**-Linsen empfohlen, während der **iterative** Algorithmus für **Corning® Varioptic®**-Linsen empfohlen wird. Aufgrund der unterschiedlichen Art, wie jede Technologie die Linse ansteuert, liefern diese Kombinationen die besten Ergebnisse. Der Algorithmus kann dennoch manuell über **oeLiquidLensAutofocusAlgorithm** geändert werden.

Linearer Algorithmus

Beim **linearen** Algorithmus führt die Flüssiglense einen Sweep über den Ansteuerungsbereich durch und eine feste Anzahl von Frames wird aufgenommen; der Frame mit dem schärfsten Bild bestimmt den besten Fokus. Die Anzahl der Frames wird mit dem Feature **oeLiquidLensAutofocusFrameCount** festgelegt.

Bei Verwendung einer **Corning® Varioptic®**-Linse legt das Feature **oeLiquidLensAutofocusDelay** die Verzögerung (in Mikrosekunden) fest, die zwischen dem Start des Aufnahme-Bursts und den Linsenoperationen eingefügt wird, damit der Spannungs-Sweep der Linse und die Frame-Aufnahme synchron bleiben. Dies ist eine technologiebedingte Anforderung: Im Gegensatz zu Optotune®-Linsen, die direkt auf jeden von der Kamera ausgegebenen Strom-/Leistungsbehl

reagieren, führt eine Corning® Varioptic®-Linse ihre eigene interne Spannungsrampe mit einer Startlatenz aus, die zwar für einen gegebenen Satz von Betriebsbedingungen deterministisch ist, aber von der Belichtungszeit, der Framerate und der Anzahl der vom Autofokus verwendeten Frames abhängt; die Verzögerung kompensiert diese Latenz, sodass jeder aufgenommene Frame dem beabsichtigten Punkt des Sweeps entspricht. Sie kann angepasst werden, wenn der schärfste Frame systematisch gegenüber der erwarteten Schärfeposition verschoben erscheint.

HINWEIS: `oeLiquidLensAutofocusDelay` ist nur mit Corning® Varioptic®-Linsen und dem linearen Algorithmus verfügbar. Es wird weder von Optotune®-Linsen noch vom iterativen Algorithmus verwendet, der jede Probe durch `oeLiquidLensAutofocusSettleTime` mit ihrer Aufnahme ausrichtet.

Die Autofokusleistung wird durch seine Konfiguration beeinflusst:

1. Je geringer der Ansteuerungsbereich, desto besser die Genauigkeit.
2. Je kleiner der AOI, desto kürzer die Fokussierzeit.
3. Je kürzer die Belichtungszeit, desto besser die Genauigkeit und desto kürzer die Fokussierzeit.
4. Je höher die Anzahl der Frames, desto besser die Genauigkeit, aber desto länger die Fokussierzeit.

Die folgende Formel bestimmt die erwartete minimale Fokussierzeit:

$$MinAutofocusTime[ms] = 1000 \cdot \frac{N_{frame} - 1}{FPS[s^{-1}]} + t_{exp}[ms] \quad (13)$$

wobei der FPS-Wert durch Setzen eines Sensor-ROI gleich `oeLiquidLensAutofocusAOISize` und Setzen von `oeAcquisitionFrameRateLimitMode` auf `oe Sensor Throughput` berechnet werden muss.

Für Optotune®-Linsen ist der **Defokus**-Parameter (ausgedrückt in Dioptrien) eine Kennzahl, die angibt, ob die Konfiguration ein genaues Ergebnis liefert; je höher der Defokuswert, desto schlechter die Fokussiergenauigkeit:

$$defocus[dpt] = slope[dpt/ms] \cdot t_{exp}[ms] \quad (14)$$

where,

$$slope[dpt/ms] = \frac{PowerRange[dpt]}{MinAutofocusTime[ms]} \quad (15)$$

HINWEIS: Die Fokussierzeit ist variabel und stets größer als die minimale Autofokuszeit. Sie hängt von den Kameraeinstellungen und der Zeit ab, die zum Herunterladen des letzten Frames vor dem Start des Autofokus benötigt wird.

HINWEIS: Die Fokussiergenauigkeit kann durch Jitter beim Belichtungsstart beeinträchtigt werden, wenn **TriggerOverlap** auf **ReadOut** gesetzt ist.

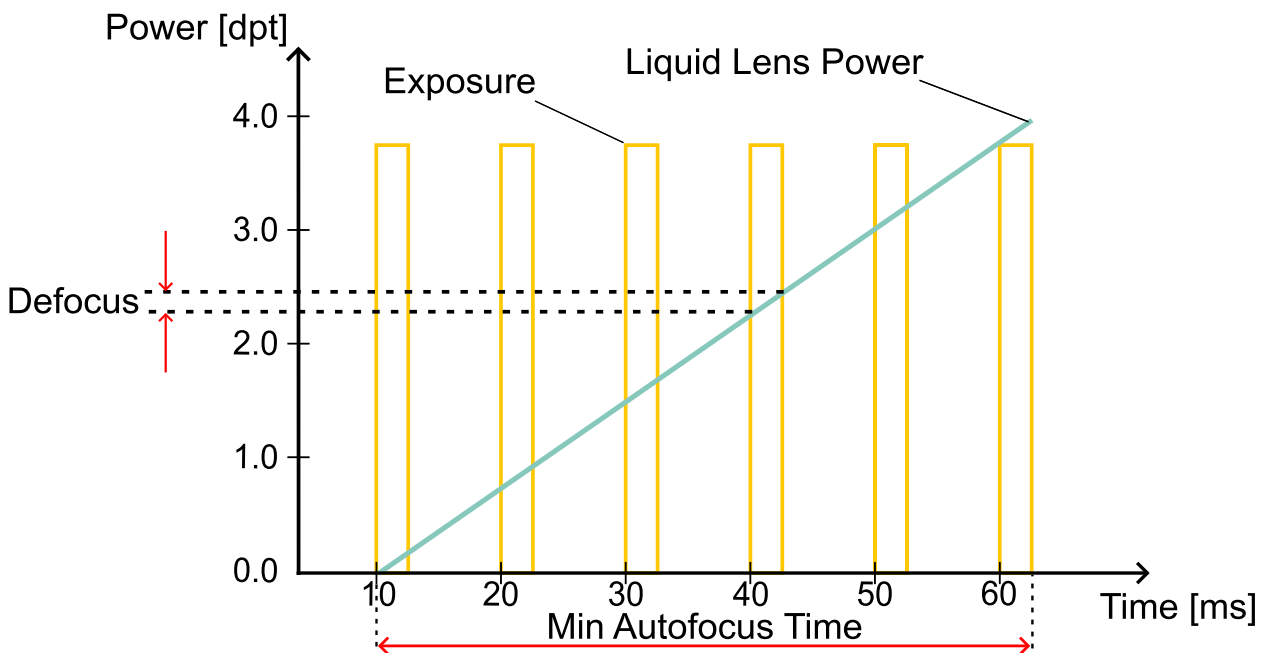


Figure 129: Funktionsprinzip des Autofokus: Belichtungszeit und Verhalten der Flüssiglense sind dargestellt. Die Flüssiglense führt einen Sweep über den Ansteuerungsbereich durch.

HINWEIS: Für höhere Genauigkeit kann über das SDK ein **Zweiphasen**-Verhalten implementiert werden. Ein erster grober Durchlauf hilft dabei, den Bereich bester Schärfe zu bestimmen, ein feiner Durchlauf liefert dann ein genaueres Ergebnis. Dies kann durch Anpassen des Ansteuerungsbereichs erreicht werden. Der nachfolgend beschriebene **iterative Algorithmus** bietet eine äquivalente Grob-zu-Fein-Verfeinerung direkt in der Kamera.

Iterativer Algorithmus

Beim **iterativen** Algorithmus nimmt die Kamera keinen festen Burst über den gesamten Bereich auf. Stattdessen wird der Ansteuerungsbereich adaptiv abgetastet: Jede Probe nimmt einen einzelnen Frame auf, und basierend auf der gemessenen Schärfe wird das Suchintervall durch einen Goldenen-Schnitt-Ansatz schrittweise auf den Bereich bester Schärfe eingegrenzt. Sobald das Intervall klein genug ist, wird das Ergebnis auf Sub-Frame-Genauigkeit verfeinert. Dies erreicht in der Regel den besten Fokus mit weniger Frames als ein vollständiger Sweep.

Der iterative Algorithmus wird mit den folgenden Features konfiguriert (AOI und Ansteuerungsbereich werden mit dem linearen Algorithmus geteilt):

- **oeLiquidLensAutofocusTolerance:** Konvergenzschwelle für die Breite des Suchintervalls; die Suche stoppt, sobald das Intervall kleiner als dieser Wert wird. Eine kleinere Toleranz ergibt ein präziseres Ergebnis, erfordert aber mehr Proben. Der Wert wird in Volt [V] für Corning® Varioptic®-Linsen und Milliampere [mA] für Optotune®-Linsen angegeben.

- **oeLiquidLensAutofocusMaxIterations:** Obergrenze für die Anzahl grober Suchschritte. Die Suche kann auch früher stoppen, sobald die Toleranz erreicht ist. Dies dient als Sicherheitsbegrenzung der Fokussierzeit.
- **oeLiquidLensAutofocusSettleTime:** Verzögerung (in Mikrosekunden), die vor jeder Probenbelichtung eingefügt wird, damit die Linse nach einer Änderung des Ansteuerungswerts einschwingen kann. Erhöhen Sie diesen Wert, wenn die Linse langsam stabilisiert.

HINWEIS: Um ein scharfes Ergebnis zu erzielen, stellen Sie zuerst **oeLiquidLensAutofocusSettleTime** ein: Wenn dieser Wert kürzer ist als die Zeit, die die Linse benötigt, um den angesteuerten Wert zu erreichen, wird jeder Frame gemessen, während die Linse noch in Bewegung ist, und der geschätzte beste Fokus ist unabhängig von den anderen Einstellungen verzerrt. Wählen Sie dann **oeLiquidLensAutofocusMaxIterations** konsistent mit dem Start-/Stoppbereich und **oeLiquidLensAutofocusTolerance**: Da jeder grobe Schritt das Suchintervall auf etwa 60% seiner Breite reduziert, müssen genügend Iterationen vorhanden sein, damit das Intervall die Toleranz über den gewählten Bereich erreicht, andernfalls stoppt die Suche noch im groben Stadium.

6.18 OE Defective Pixel Correction Control

Dieser Abschnitt beschreibt alle Features im Zusammenhang mit der Korrektur defekter Pixel.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
oeDefectivePixelCount	Zeigt die Anzahl der defekten Pixel an	Integer	RW
oeDefectivePixelSelector	Gibt den Index des defekten Pixels in der Defektpixelkarte an	Integer	RW
oeDefectivePixelXCoordinate	Gibt die horizontale Koordinate des aktuellen defekten Pixels an	Integer	RW
oeDefectivePixelYCoordinate	Gibt die vertikale Koordinate des aktuellen defekten Pixels an	Integer	RW
oeDefectivePixelWriteMap	Schreibt die Defektpixelkarte in den nichtflüchtigen Speicher der Kamera	ICommand	RW

Table 50: Features der OE Defective Pixel Correction Control

6.18.1 Defektpixelkorrektur

Bildsensoren können aus verschiedenen Gründen von Pixeldegradation betroffen sein (Temperatur, Alterung, kosmische Strahlung, ionisierende Strahlung usw.).

Eine Möglichkeit, diesen Effekten entgegenzuwirken, ist die Anwendung einer Defektpixelkorrekturstrategie. Diese besteht darin, den Wert des defekten Pixels durch den eines benachbarten intakten Pixels zu ersetzen. Dieser Algorithmus wird in Echtzeit in der Aufnahmepipeline der Kamera ausgeführt und stützt sich auf eine Tabelle mit den Koordinaten der defekten Pixel.

HINWEIS: Das automatische Verfahren zur Erkennung und Korrektur von Pixelfehlern wird in Abschnitt 4.7.5 erläutert. Hier wird nur die Korrektur einzelner defekter Pixel beschrieben.

oeDefectivePixelCount ist der Indikator für die Anzahl der tatsächlich in der Kamera korrigierten defekten Pixel.

Die Koordinaten der defekten Pixel können an den Knoten **oeDefectivePixelXCoordinate** und **oeDefectivePixelYCoordinate** angezeigt werden, nachdem der Pixelindex (**oeDefectivePixelSelector**) ausgewählt wurde.

Das folgende Beispiel zeigt, wie ein neues defektes Pixel manuell zur Defektpixelliste hinzugefügt wird. Betrachten Sie ein defektes Pixel bei den Koordinaten (4,2) (siehe Abb.130). So korrigieren Sie dieses Pixel:

1. Erhöhen Sie **oeDefectivePixelCount** um 1;
2. Wählen Sie den ersten verfügbaren Index im Knoten **oeDefectivePixelSelector**: Der korrekte Index ist derjenige mit nicht initialisierten **oeDefectivePixelXCoordinate**- und **oeDefectivePixelYCoordinate**-Werten (beachten Sie, dass die Pixelzählung bei 0 beginnt);
3. Geben Sie die Koordinaten des defekten Pixels in die Felder **oeDefectivePixelXCoordinate** und **oeDefectivePixelYCoordinate** ein;
4. Speichern Sie die neue Karte mit dem Befehl **oeDefectivePixelWriteMap** im On-Board-Speicher;

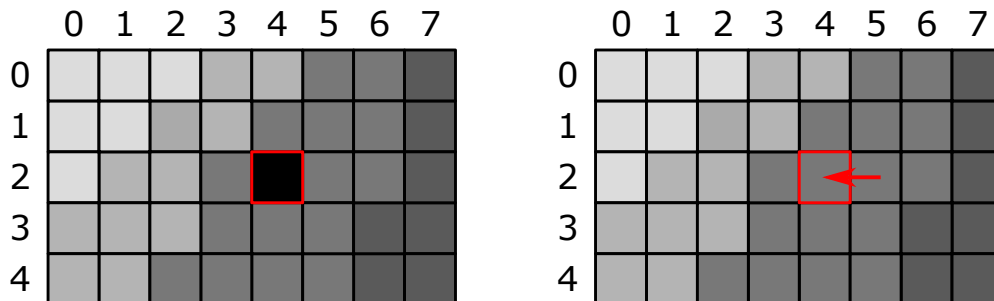


Figure 130: (Links) Vorhandensein eines defekten Pixels bei den Koordinaten (4,2). (Rechts) Fehlerkorrektur durch den Nächste-Nachbar-Algorithmus.

Bei Farbkameras berücksichtigt der Farbkorrekturalgorithmus, dass das benachbarte Pixel eine andere Chrominanzinformation aufweist; daher wird die Korrektur mit dem folgenden Pixelwert durchgeführt, wie in Abb.131 dargestellt.

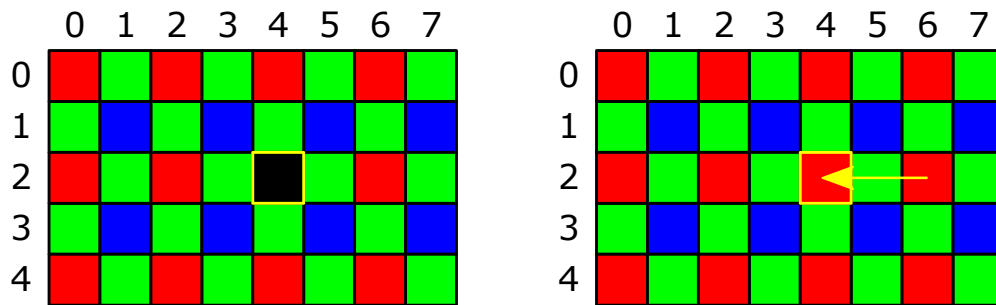


Figure 131: (Links) Vorhandensein eines defekten Pixels bei den Koordinaten (4,2). (Rechts) Fehlerkorrektur durch den Nächste-Nachbar-Algorithmus (jedoch mit gleicher Chrominanzinformation).

6.19 Test Control

Enthält die Features zur Steuerung der Testfunktionen.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
TestEventGenerate	Erzeugt ein Test-Ereignis	ICommand	W

Table 51: Features der Test Control

6.20 Transport Layer Control

Dieser Abschnitt enthält die Features der Transport Layer Control.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
PayloadSize	Gibt die Anzahl der pro Bild oder Chunk auf dem Stream-Kanal übertragenen Bytes an	Integer	R
PtpEnable	Aktiviert das Precision Time Protocol (PTP)	IBoolean	RW
oePtpOffsetFromUtc	Aktiviert die Anwendung des aktuellen IEEE-1588-UTC-Offsets auf die Ausgangszeit	IBoolean	RW
PtpDataSetLatch	Speichert die aktuellen Werte des PTP-Taktdatensatzes des Geräts	ICommand	W
PtpStatus	Gibt den gespeicherten Zustand des PTP-Takts zurück	IEnumeration	R

PtpServoStatus	Gibt den gespeicherten Zustand des Taktregelkreises zurück	IEnumeration	R
PtpOffsetFromMaster	Gibt den gespeicherten Versatz vom PTP-Master-Takt in Nanosekunden zurück	Integer	R
PtpClockID	Gibt die gespeicherte Takt-ID des PTP-Geräts zurück	Integer	R
PtpParentClockID	Gibt die gespeicherte übergeordnete Takt-ID des PTP-Geräts zurück	Integer	R
PtpGrandmasterClockID	Gibt die gespeicherte Grandmaster-Takt-ID des PTP-Geräts zurück	Integer	R
GevSupportedOptionSelector	Wählt die auf Unterstützung zu prüfende GEV-Option aus	IEnumeration	RW
GevSupportedOption	Gibt zurück, ob die ausgewählte GEV-Option unterstützt wird	Boolean	R
GevInterfaceSelector	Wählt aus, welche logische Verbindung gesteuert werden soll	Integer	RW
GevMACAddress	MAC-Adresse der logischen Verbindung	Integer	R
GevCurrentIPConfigurationLLA	Steuert, ob das Link-Local-Address-IP-Konfigurationsschema auf der angegebenen logischen Verbindung aktiviert ist	Boolean	RW
GevCurrentIPConfigurationDHCP	Steuert, ob das DHCP-IP-Konfigurationsschema auf der angegebenen logischen Verbindung aktiviert ist	Boolean	RW
GevCurrentIPConfigurationPersistentIP	Steuert, ob das PersistentIP-Konfigurationsschema auf der angegebenen logischen Verbindung aktiviert ist	Boolean	RW
GevCurrentIPAddress	Gibt die IP-Adresse der angegebenen logischen Verbindung an	Integer	R
GevCurrentSubnetMask	Gibt die Subnetzmaske der angegebenen logischen Verbindung an	Integer	R

GevCurrentDefaultGateway	Gibt die Standard-Gateway-IP-Adresse der angegebenen logischen Verbindung an	Integer	R
GevPersistentIPAddress	Steuert die persistente IP-Adresse dieser logischen Verbindung	Integer	RW
GevPersistentSubnetMask	Steuert die persistente Subnetzmaske, die der persistenten IP-Adresse auf dieser logischen Verbindung zugeordnet ist	Integer	RW
GevPersistentDefaultGateway	Steuert das persistente Standard-Gateway für diese logische Verbindung	Integer	RW
GevDiscoveryAckDelay	Gibt die maximale zufällige Verzögerung an, die das Gerät beim Bestätigen eines Discovery-Befehls wartet	Integer	R
GevMCPHostPort	Steuert den Port, an den das Gerät Nachrichten senden muss	Integer	R
GevMCDA	Steuert die Ziel-IP-Adresse des Nachrichtenkanals	Integer	RW
GevMCTT	Gibt den Übertragungstimeout-Wert in Millisekunden an	Integer	RW
GevMCRC	Steuert die Anzahl der zulässigen Neuübertragungen, wenn eine Nachricht des Nachrichtenkanals das Timeout überschreitet	Integer	RW
GevMCSP	Dieses Feature gibt den Quellport des Nachrichtenkanals an	Integer	R
GevStreamChannelSelector	Wählt den zu steuernden Stream-Kanal aus	Integer	RW
GevSCPIInterfaceIndex	Index der zu verwendenden logischen Verbindung	Integer	RW

GevSCPHostPort	Steuert den Port des ausgewählten Kanals, an den ein GVSP-Sender Datenstrom senden muss, oder den Port, von dem ein GVSP-Empfänger Datenstrom empfangen kann	Integer	R
GevSCPSFireTestPacket	Sendet ein Testpaket. Wenn dieses Feature gesetzt wird, sendet das Gerät ein Testpaket	IBoolean	RW
GevSCPSDoNotFragment	Der Zustand dieses Features wird in das "Do not fragment"-Bit des IP-Headers jedes Stream-Pakets kopiert. Es kann von der Anwendung verwendet werden, um IP-Fragmentierung von Paketen auf dem Stream-Kanal zu verhindern	IBoolean	RW
GevSCSPacketSize	Dieses GigE-Vision-spezifische Feature entspricht DeviceStreamChannelPacketSize und sollte damit synchron gehalten werden	Integer	RW
GevSCPD	Steuert die Verzögerung (in GEV-Zeitstempelzählereinheiten), die zwischen jedem Paket für diesen Stream-Kanal eingefügt wird	Integer	R
GevSCDA	Steuert die Ziel-IP-Adresse des ausgewählten Stream-Kanals, an die ein GVSP-Sender Datenstrom senden muss, oder die Ziel-IP-Adresse, von der ein GVSP-Empfänger Datenstrom empfangen kann	Integer	RW
GevSCSP	Gibt den Quellport des Stream-Kanals an	Integer	R

Table 52: Features der Transport Layer Control

6.20.1 Precision Time Protocol (PTP)

PTP (Precision Time Protocol) ist ein Taktsynchronisationsprotokoll des IEEE-1588-Standards. Es ermöglicht die präzise Synchronisierung der Takte mehrerer GigE-Kameras in einem Ethernet-Netzwerk. Das PTP-Verfahren legt fest, dass das Gerät mit dem genauesten Takt im Netzwerk als Grandmaster-Takt gewählt wird und die anderen Geräte zu Slaves werden. Slaves synchronisieren

ihren Takt periodisch und automatisch direkt mit dem Takt des Masters. Das Ergebnis ist, dass die Zeitstempelwerte im gesamten Netzwerk mit dem Master abgeglichen werden. Dieses Protokoll ist im IEEE-Standarddokument ausführlich beschrieben.

HINWEIS: Itala-Kameras können nur als Slave fungieren (Master-Modus ist nicht implementiert).

Das PTP-Feature muss aktiviert sein, wenn **scheduled action commands** verwendet werden (6.12.2).

6.21 Sequencer Control

Dieser Abschnitt beschreibt alle Features im Zusammenhang mit der Sequencer Control.

Feature	Beschreibung	Schnittstelle	Zugriff
SequencerMode	Steuert, ob der sequencer-Mechanismus aktiv ist	IEnumeration	RW
SequencerConfigurationMode	Steuert, ob der sequencer-Konfigurationsmodus aktiv ist	IEnumeration	RW
SequencerFeatureSelector	Wählt aus, welche sequencer-Features gesteuert werden sollen	IEnumeration	RW
SequencerFeatureEnable	Aktiviert das ausgewählte Feature und macht es in allen sequencern aktiv	IBoolean	RW
SequencerSetSelector	Wählt das sequencer-Set aus, auf das weitere Feature-Einstellungen angewendet werden	IInteger	RW
SequencerSetSave	Speichert den aktuellen Gerätezustand in das durch SequencerSetSelector ausgewählte sequencer-Set	ICommand	W
SequencerSetLoad	Lädt das durch SequencerSetSelector ausgewählte sequencer-Set in das Gerät	ICommand	W
SequencerSetActive	Enthält das aktuell aktive Sequencer-Set	IInteger	R

SequencerSetStart	Legt das initiale/Start-sequencer-Set fest, d. h. das erste innerhalb eines sequencer verwendete Set	Integer	RW
SequencerPathSelector	Wählt aus, auf welchen Verzweigungspfad weitere Pfadeinstellungen angewendet werden	Integer	RW
SequencerSetNext	Gibt das nächste sequencer-Set an	Integer	RW
SequencerTriggerSource	Gibt das interne Signal oder die physische Eingangsleitung an, die als sequencer-Triggerquelle verwendet werden soll	Enumeration	RW
SequencerTriggerActivation	Gibt den Aktivierungsmodus des sequencer-Triggers an	Enumeration	RW

Table 53: Features der Sequencer Control

6.21.1 Sequencer-Übersicht

Der Zweck der Sequencer Control besteht darin, dem Benutzer die Definition einer Reihe von Feature-Sets zu ermöglichen, die während der Aufnahme nacheinander aktiviert werden können. Jeder *sequencer set*-Wechsel wird durch ein vom Benutzer konfiguriertes Ereignis ausgelöst. Die Ausführung des sequencer wird vollständig vom Gerät gesteuert.

6.21.2 Konfiguration eines Sequencer set

Der Index des *sequencer set* wird durch **SequencerSetSelector** festgelegt. Es können bis zu 64 Sequencer-Sets konfiguriert werden.

Die Features, die tatsächlich Teil eines *sequencer set* sind, sind in Tabelle 54 definiert. Diese Features können durch **SequencerFeatureSelector** ausgewählt und durch **SequencerFeatureEnable** aktiviert werden. Wenn ein Feature aktiviert ist, gilt dies für alle *sequencer sets*.

Um ein *sequencer set* zu konfigurieren, muss die Kamera über **SequencerConfigurationMode** in den Konfigurationsmodus geschaltet werden. Dann muss der Benutzer das gewünschte *sequencer set*, das er ändern möchte, mit **SequencerSetSelector** auswählen. Nachdem der Benutzer alle erforderlichen Kameraeinstellungen geändert hat, können alle diese Einstellungen in einem ausgewählten *sequencer set* durch **SequencerSetSave** gespeichert werden. Der Benutzer kann diese Einstellungen auch mit **SequencerSetLoad** zurücklesen.

Für eine flexible Nutzung stehen bis zu zwei Pfade zur Verfügung, um von einem *sequencer set* zu einem anderen zu wechseln. Ein solcher Pfad wird durch **SequencerPathSelector** ausgewählt.

Jeder Pfad und damit der Übergang zwischen verschiedenen *sequencer sets* basiert auf einem definierten Trigger und einem angestrebten *sequencer set*, das durch **SequencerSetNext** auswählbar ist. Nach dem Auftreten des Triggers werden die Einstellungen des nächsten Sets aktiv.

Der Trigger wird durch die Features **SequencerTriggerSource** (Tabelle 55) und **SequencerTriggerActivation** definiert.

HINWEIS: *SequencerTriggerActivation* ist standardmäßig auf "RisingEdge" gesetzt und kann nicht geändert werden.

Ein *sequencer set* sollte die folgenden Werte enthalten:

- Kameradaten, die vom Gerät gesteuert werden sollen
- **SequencerPathSelector** mit mindestens einem Pfad
- **SequencerSetNext**, **SequencerTriggerSource** und **SequencerTriggerActivation** für jeden Pfad, der durch **SequencerPathSelector** auswählbar ist.

HINWEIS: Wenn zwei Pfade konfiguriert sind, hat **Pfad 0** eine höhere Priorität als **Pfad 1**. Wenn zwei verschiedene **SequencerTriggerSource** gleichzeitig auftreten, gewinnt die mit **Pfad 0** verbundene Triggerquelle.

Die in der Sequencer Control verfügbaren Features sind in Tabelle 54 zusammengefasst, während Tabelle 55 die von Itala-Kameras unterstützten **SequencerTriggerSource**-Optionen detailliert beschreibt:

Feature	Hinweis
ExposureTime	
CounterDuration	Nur Counter0 wird konfiguriert
OffsetX	Ein geeigneter ROI muss vorab konfiguriert werden
OffsetY	Ein geeigneter ROI muss vorab konfiguriert werden
Gain	
oeLiquidLensCurrent	oeLiquidLensMode muss auf CurrentMode gesetzt sein
oeLiquidLensPower	oeLiquidLensMode muss auf PowerMode gesetzt sein

Table 54: Verfügbare Features für Sequencer Control-Operationen

Feature	Hinweis
Off	Deaktiviert den sequencer-Trigger
ExposureEnd	Startet mit dem Empfang von ExposureEnd
Counter0End	Startet mit dem Empfang von Counter0End
Timer0End	Startet mit dem Empfang von Timer0End
Encoder0	Startet mit dem Empfang des Encoder-Ausgangssignals

Table 55: Verfügbare Triggerquellen für Sequencer Control-Operationen

HINWEIS: Konfigurierte sequencer-Programme werden wie alle anderen Features als Teil der UserSets gespeichert.

HINWEIS: Die aktuellen Einstellungen der Kamera werden überschrieben, wenn ein sequencer set geladen wird.

7 ANWENDUNGSFÄLLE

7.1 Beispiele für Verdrahtungsverbindungen

7.1.1 Kamera durch ein externes Gerät triggern

Um Itala Kameras in einem Machine-Vision-System zu triggern, müssen geeignete Verbindungen hergestellt werden.

Unter Berücksichtigung der Schaltung des optisch isolierten Eingangs-Pins (Abschnitt 5.7) sind mögliche Verbindungen in Abbildung 132 dargestellt.

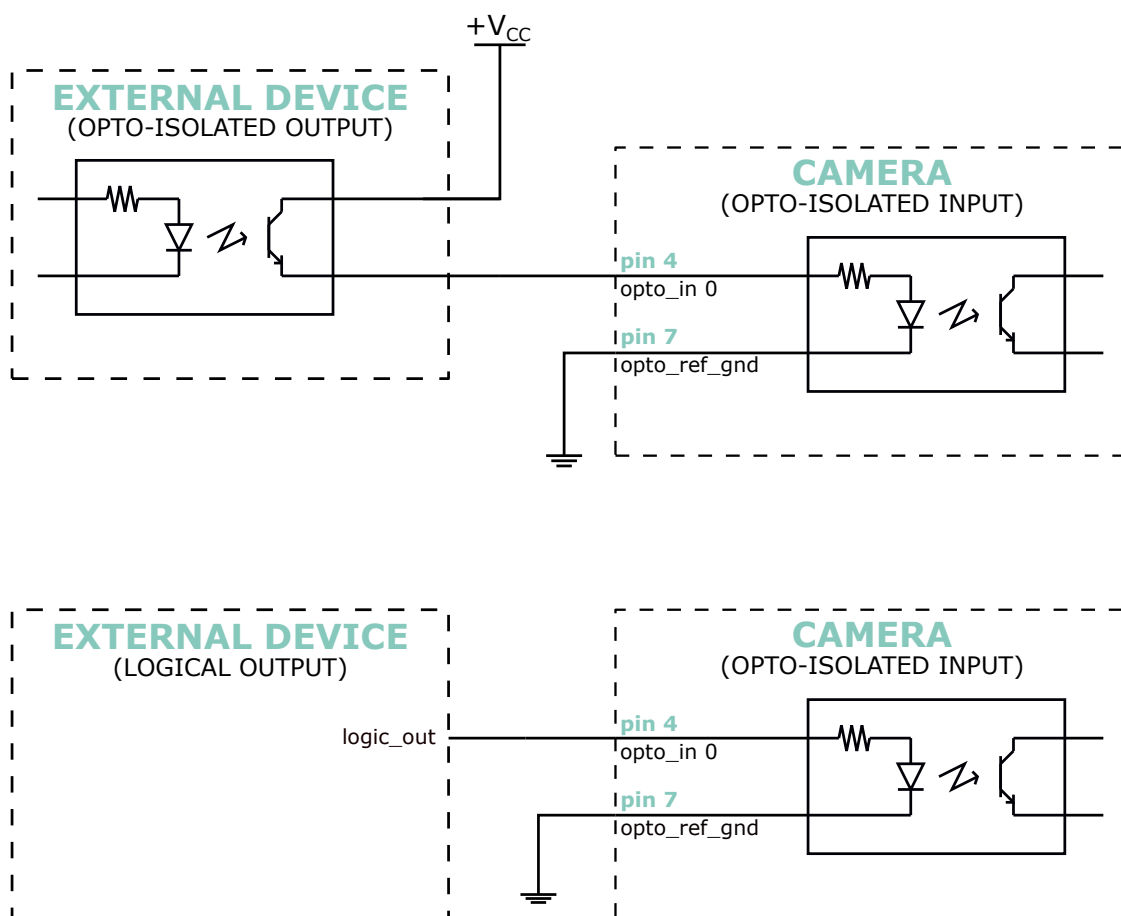


Figure 132: Abbildung oben: Die Kamera wird von einem optisch isolierten externen Gerät getriggert. Abbildung unten: Die Kamera wird von einem logischen Ausgangs-Pin getriggert.

Wenn die Itala Kamera von einem externen **optisch isolierten** Gerät getriggert wird, kann der Eingangs-Pin der Kamera direkt mit dem Quellausgangs-Pin des Triggergeräts verbunden werden. In diesem Fall fungiert die Triggerausgangsstufe als Schalter: Wenn das Synchronisationssignal erzeugt wird, schließt der Schalter und die externe Stromversorgung ($+V_{CC}$) wird an den Kameraeingangs-Pin geliefert, wodurch der aktuelle Zustand umgeschaltet und damit die Kamera getriggert wird.



VORSICHT: Achten Sie darauf, die maximale Spannungsspezifikation der optisch isolierten Eingangs-Pins nicht zu überschreiten.
Wie in Abschnitt 5.2 erwähnt, darf $+V_{CC}$ 30 V nicht überschreiten.

Wenn die Itala Kamera von einem externen **logischen** Pin (z. B. TTL) getriggert wird, kann der Ausgangs-Pin dennoch mit dem optisch isolierten Eingangs-Pin der Kamera verbunden werden: In diesem Fall muss der logische Ausgangs-Pin in der Lage sein, die optisch isolierte Eingangsstufe zu triggern, d. h. der High-Logikpegel muss größer als die Schwellenspannung des Optokopplers sein (siehe Abschnitt 5.2).

Darüber hinaus muss der Ausgangs-Pin eine ausreichende Treiberstärke aufweisen, um die optisch isolierte Eingangsstufe umzuschalten.

7.1.2 Synchronisierung eines externen Geräts mit Itala Kameras

Wenn die Itala Kamera zum Triggern externer Geräte verwendet wird, müssen geeignete Verbindungen hergestellt werden.

Unter Berücksichtigung der Schaltung des optisch isolierten Ausgangs-Pins (Abschnitt 5.7) sind mögliche Verbindungen in Abbildung 133 dargestellt.

Wenn die Itala Kamera ein externes **optisch isoliertes** Gerät triggert, kann der Ausgangs-Pin der Kamera direkt mit dem Eingangs-Pin des getriggerten Geräts verbunden werden.

In diesem Fall fungiert die Ausgangsstufe als Schalter: Wenn das Synchronisationssignal erzeugt wird, schließt der Schalter und die externe Stromversorgung ($+V_{CC}$) wird an das externe Gerät geliefert, wodurch der aktuelle Zustand umgeschaltet und damit das Gerät getriggert wird.



VORSICHT: Achten Sie darauf, die maximale Spannungsspezifikation der optisch isolierten Eingangs-Pins nicht zu überschreiten.
Wie in Abschnitt 5.2 erwähnt, darf $+V_{CC}$ 30 V nicht überschreiten.

Wenn die Itala Kamera dagegen einen externen **logischen** Pin (z. B. TTL) triggert, kann der Ausgangs-Pin dennoch mit dem optisch isolierten Eingangs-Pin der Kamera verbunden werden, jedoch mit einigen Vorsichtsmaßnahmen: Ein externer Widerstand ist erforderlich, um den Eingangs-Pin auf Masse zu ziehen, wenn der optisch isolierte Ausgang nicht aktiv ist.



VORSICHT: Achten Sie darauf, die maximale Spannungsspezifikation der optisch isolierten Eingangs-Pins nicht zu überschreiten.
Wie in Abschnitt 5.2 erwähnt, darf $+V_{CC}$ 30 V nicht überschreiten.

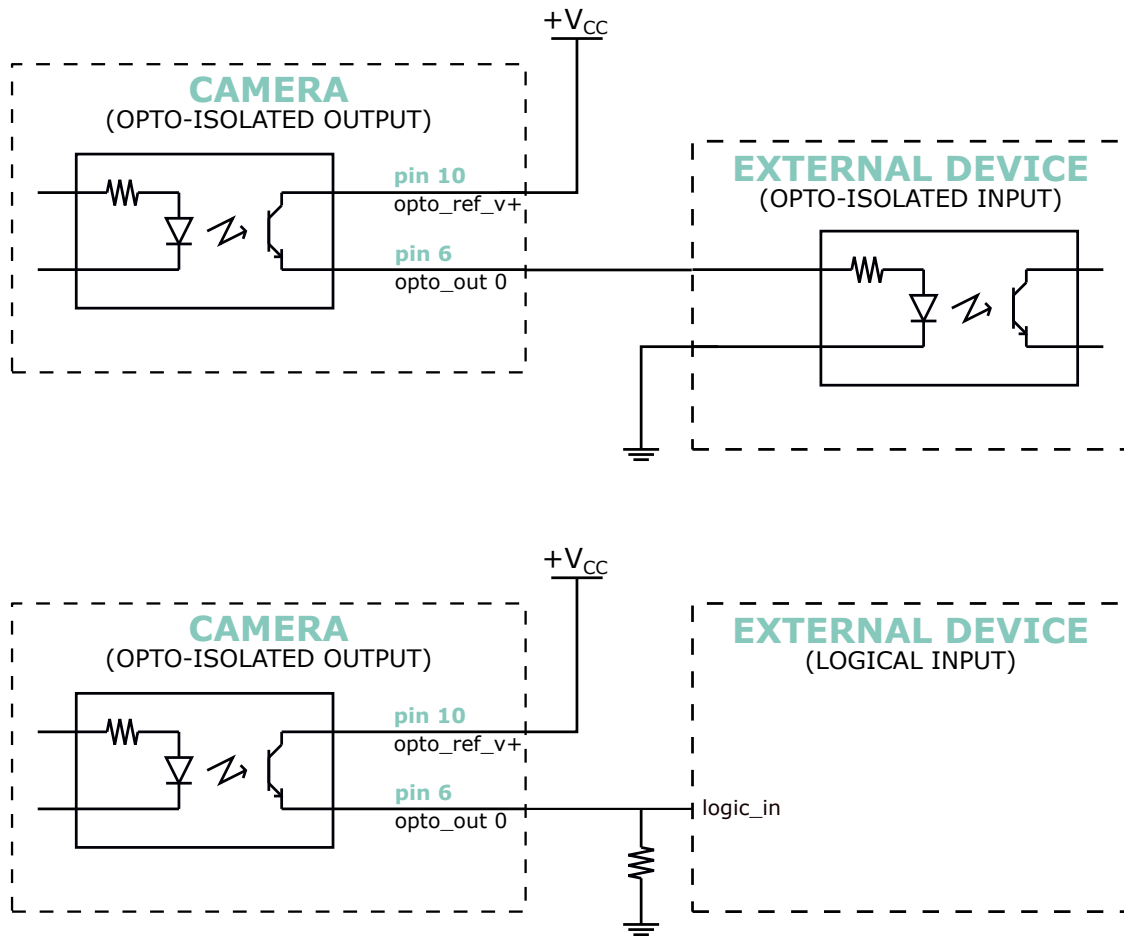


Figure 133: Abbildung oben: Die Kamera triggert ein optisch isoliertes externes Gerät. Abbildung unten: Die Kamera triggert einen logischen Eingangs-Pin.



VORSICHT: Überprüfen Sie stets die Kompatibilität zwischen $+V_{CC}$ und den maximalen Spannungswerten des logischen Pins.

7.2 Verzögerung für die Ausgangslinien der Kamera hinzufügen

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie eine benutzerdefinierte Verzögerung für die Itala Ausgangslinien hinzugefügt wird.

Betrachten wir zum Beispiel die Erzeugung eines Ausgangsimpulses auf **Line2** mit einer Dauer von 1ms , einer Verzögerung von $100\mu\text{s}$ und einem Trigger durch das *Exposure End* Feature. Dieses Szenario ist in Abbildung 134 dargestellt.

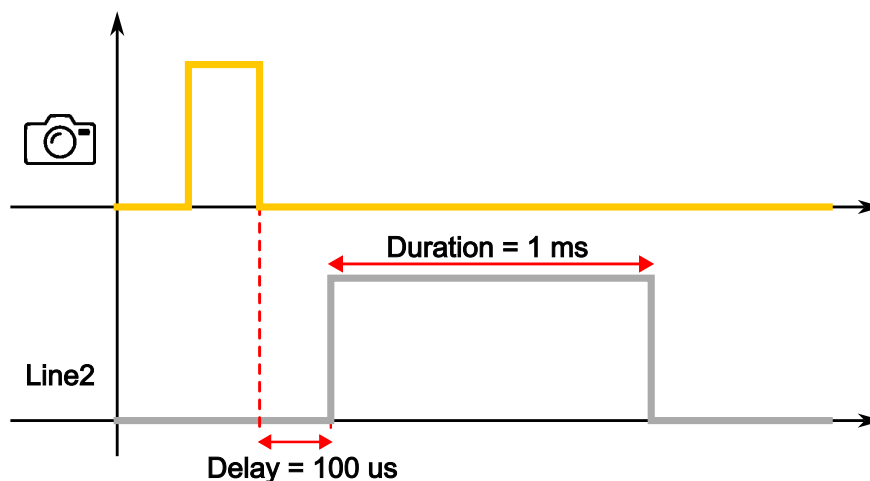


Figure 134: Beispielszenario: Ein 1ms Ausgangsimpuls (mit $100\mu\text{s}$ Verzögerung) wird nach der Belichtungszeit erzeugt.

Um diese Wellenform auf **Line2** zu erhalten, können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

1. Timer Konfiguration

- Wählen Sie einen der Timer mit dem Feature *Timer Selector* aus (z. B. *Timer 0*).
- Wählen Sie den Eintrag *Exposure End* für das Feature *Timer Trigger Source*.
- Legen Sie die gewünschte Impulsverzögerung im Feld *Timer Delay* fest (z. B. $100\mu\text{s}$).
- Legen Sie die gewünschte Impulsdauer im Feld *Timer Duration* fest (z. B. $1000\mu\text{s}$).

2. Digital IO Konfiguration

- Wählen Sie eine der Ausgangslinien mit dem Feature *Line Selector* aus (z. B. *Line 2*).
- Wählen Sie den Eintrag *Timer 0 Active* für das Feature *Line Source*.

Wenn Itala View verwendet wird, ist die beschriebene Konfiguration in Abbildung 135 dargestellt. Insbesondere ist die Timer-Konfiguration durch grüne Rahmen hervorgehoben, die Digital-IO-Konfiguration durch gelbe.

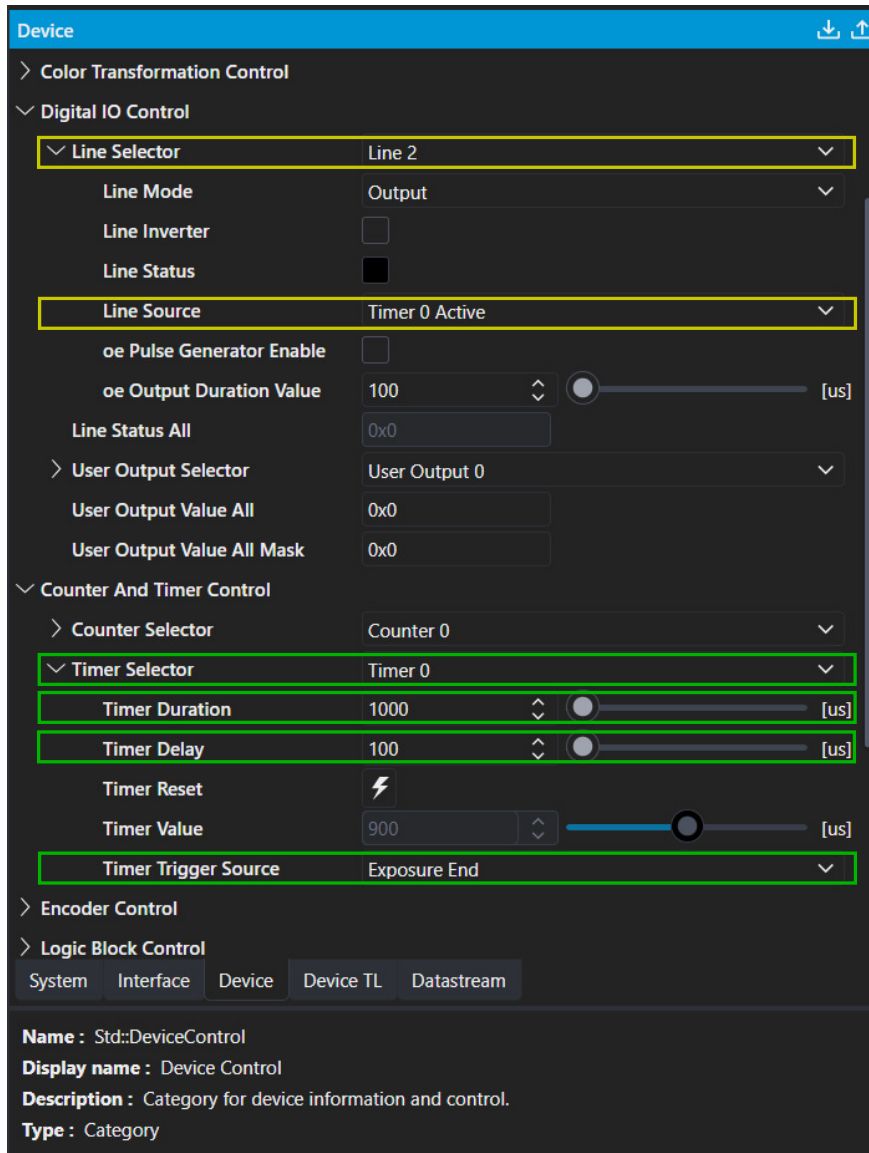


Figure 135: Implementierung eines verzögerten Ausgangsimpulses mit Itala View

7.3 Verwaltung der Streaming-Bandbreite

Itala bietet die Möglichkeit, die gesamte Akquisitions-Framerate des Bildsensors auszuwählen (und anzupassen): Das benutzerdefinierte GenICam-Feature für die Sensordurchsatzeinstellungen ist **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**.

Standardmäßig ist **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** auf **oeLinkThroughput** gesetzt.

In dieser Konfiguration wird die Akquisitions-Framerate durch die Gigabit-Link-Bandbreite begrenzt.

Sensoreinstellungen (wie Triggerlogik, Austastintervalle usw.) werden automatisch berechnet, um dem Durchsatz der Gigabit-Verbindung, d. h. 1 Gbps, zu entsprechen.

Dieses Szenario ist in Abbildung 136 dargestellt: Frames, dargestellt durch türkisfarbene Blöcke, werden vom Bildsensor erfasst und im internen Kamerabuffer gespeichert; anschließend werden sie von der Benutzeranwendung gelesen.

Abbildung 136 zeigt auch das Verhalten des internen Bildbuffers: Da die *Lese*-Datenrate stets gleich der *Schreib*-Datenrate ist, besteht keine Möglichkeit, dass der interne Speicher vollständig gefüllt wird.

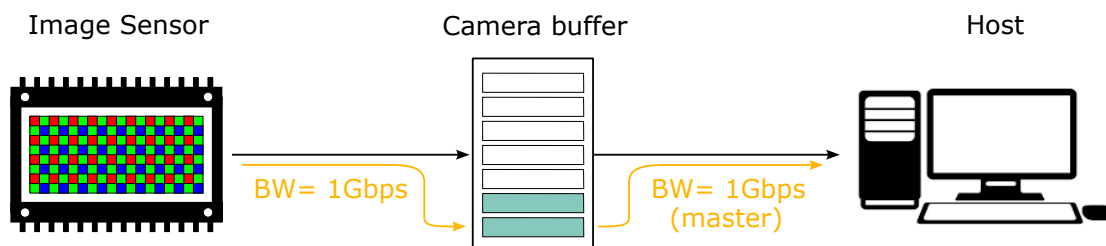


Figure 136: Wenn *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* = *oeLinkThroughput*, wird der Sensordurchsatz automatisch angepasst, um der Gigabit-Bandbreite zu entsprechen.

Wenn hingegen *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* auf **oeSensorThroughput** gesetzt ist, wird der Bildsensor zum bestimmenden Faktor für die Akquisitionsbandbreite, wie in Abb. 137 dargestellt.

In diesem Fall ist die Gesamtbandbreite zwischen Kamera und Host weiterhin durch die Ethernet-Schnittstelle begrenzt, die Akquisitionsdatenrate ist jedoch nicht mehr an die Link-Bandbreite gebunden und kann je nach Bildsensormodell und Betriebsmodus höher oder niedriger als die 1-Gigabit-Linkgeschwindigkeit sein.

Da die *Schreib*-Datenrate höher als die *Lese*-Datenrate sein kann, kann der interne Bildbuffer der Kamera gesättigt werden, wie in Abb. 138 dargestellt. Wenn diese Bedingung eintritt, kann bei der Anzeige der erfassten Frames ein Verzögerungseffekt auftreten.

Dieses Szenario tritt fast immer auf, wenn Itala im Freilauf-Akquisitionsmodus betrieben wird und *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* auf *oeSensorThroughput* gesetzt ist.

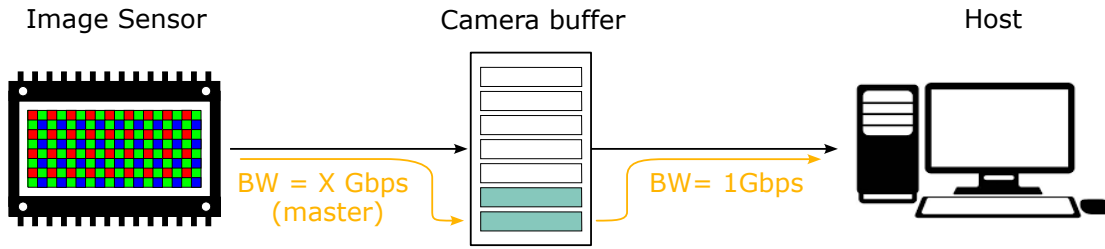


Figure 137: Wenn $oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput$, ist die Akquisitionsbandbreite vollständig unabhängig von der Link-Bandbreite.

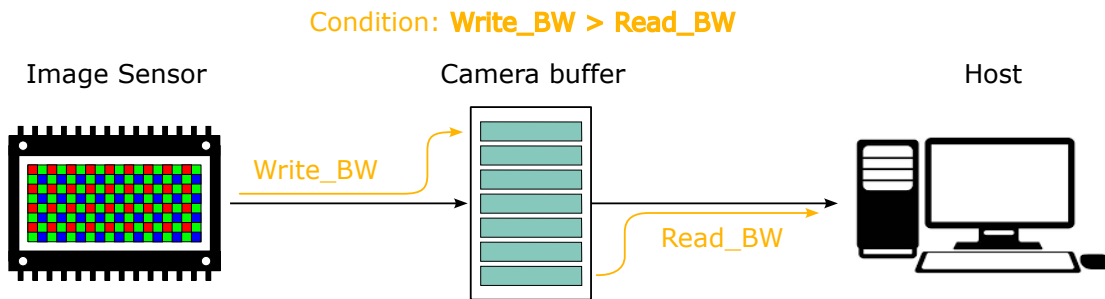


Figure 138: Wenn $oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput$, kann die *Buffer-voll*-Bedingung auftreten, wenn die Schreibbandbreite höher als die Lesebandbreite ist.

Die Konfiguration $oeSensorThroughput$ zeigt ihre Vorteile besonders in Kombination mit dem Triggermodus und Burst-Akquisitionen, d. h. wenn **TriggerMode** auf ON gesetzt und **Acquisition-BurstFrameCount** größer als 1 ist.

In diesem Fall ist es möglich, Bilder vom Bildsensor mit sehr hoher Framerate zu erfassen und im internen Speicherbuffer zu speichern (Abb. 139a), während das Auslesen anschließend mit der niedrigeren Gigabit-Bandbreite erfolgen kann (Abb. 139b).

Ein wichtiger zu berücksichtigender Faktor ist die begrenzte Größe des internen Buffers: Die Anzahl der im Speicher speicherbaren Frames hängt direkt von zwei Parametern ab: *Bildauflösung* und *Pixelformat*.

Die maximale Anzahl von Frames, die vor der Buffersättigung erfasst werden können, wird durch die folgende Formel ausgedrückt:

$$MaxBurstSize = \frac{BufferSize[Mbit]}{Resolution[Mpixel] * BitPerPixel} \tag{16}$$

wobei:

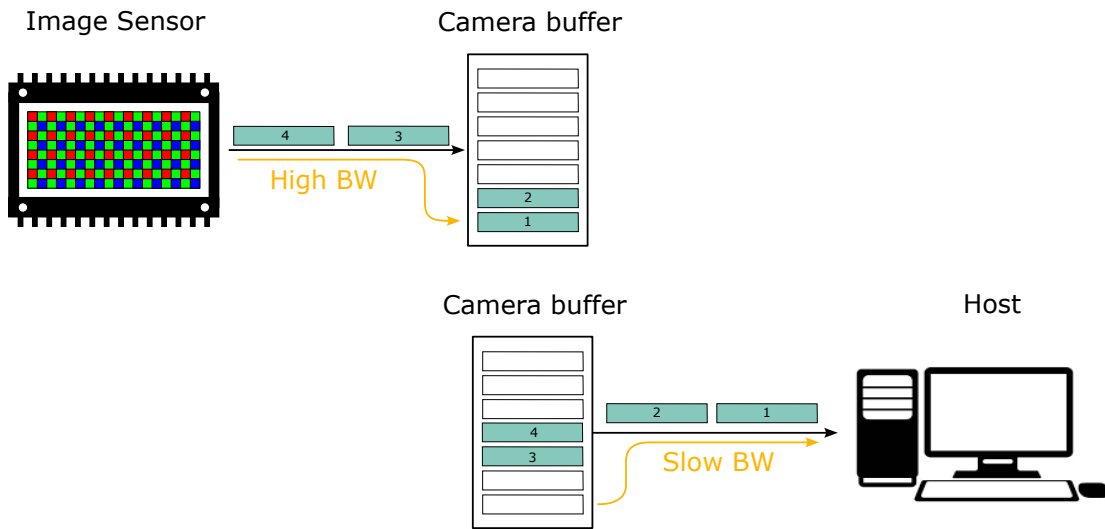


Figure 139: (a) Zunächst wird die Burst-Akquisition aktiviert, um mehrere Frames mit nur einem Eingangstriggersignal zu erfassen. (b) Anschließend können die Bilder mit einer niedrigeren Framerate von der Kamera zum Host übertragen werden.

- *Buffer Size* die Größe des internen Speicherbuffers ist (siehe Abschnitt 5.1 für Informationen zur Buffergröße).
- *Resolution* die Sensorauflösung (Breite x Höhe) in Megapixel ist.
- *Bit Per Pixel* die Anzahl der Bits ist, die jedem einzelnen Pixel des Bildes zugeordnet sind.

Tabelle 56 fasst den *Bit per Pixel*-Wert für jedes von Itala Kameras unterstützte Pixelformat kurz zusammen.

Pixelformat	Bit per Pixel
Mono8	8
BayerRG8	8
PolarizedXXMono8	8
PolarizedXXBayerRG8	8
Mono10p	10
BayerRG10p	10
PolarizedXXMono10p	10
PolarizedXXBayerRG10p	10
Mono10Packed	12
BayerRG10Packed	12

PolarizedXXMono10Packed	12
PolarizedXXBayerRG10Packed	12
Mono12p	12
BayerRG12p	12
PolarizedXXMono12p	12
PolarizedXXBayerRG12p	12
Mono12Packed	12
BayerRG12Packed	12
PolarizedXXMono12Packed	12
PolarizedXXBayerRG12Packed	12
YUV411	12
YUV422	16
RGB8	24

Table 56: Übersicht der Bit-per-Pixel-Werte für jedes von Itala Kameras unterstützte Pixelformat

Das folgende Beispiel zeigt eine grobe Berechnung der maximalen Burst-Größe ohne Buffersättigung.

HINWEIS: Im folgenden Beispiel wird der ungünstigste Fall betrachtet, bei dem das Herunterladen der Frames zur Hostanwendung **nach** dem Ende der Burst-Akquisition beginnt.

HINWEIS: Im folgenden Beispiel wird eine Buffergröße von 384 MB (d. h. 3072 Mbit) angenommen. Die tatsächliche Buffergröße ist in Abschnitt 5.1 zu finden.

Bei einem **12-Megapixel**-Bildsensor und einem Pixelformat von **Mono8** beträgt die maximale Anzahl erfassbarer Frames vor der Sättigung:

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 8} = 32frames \quad (17)$$

Eine Kamera mit demselben Sensor, die mit dem Pixelformat **RGB8** betrieben wird, hat eine maximale Burst-Größe von:

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 24} = 10frames \quad (18)$$

7.4 Kompatibilität mit Cognex Vision Pro

Dies ist ein kurzer technischer Leitfaden zur Einrichtung von Cognex Vision Pro mit Itala. Bitte befolgen Sie diese Schritte:

1. Kamera anschließen.
2. Sicherstellen, dass die IPv4-Konfiguration und der IP-Modus der Kamera korrekt sind.
3. *Cognex GigE Vision Configuration* öffnen.
4. Sicherstellen, dass der *Performance-Treiber* installiert ist.

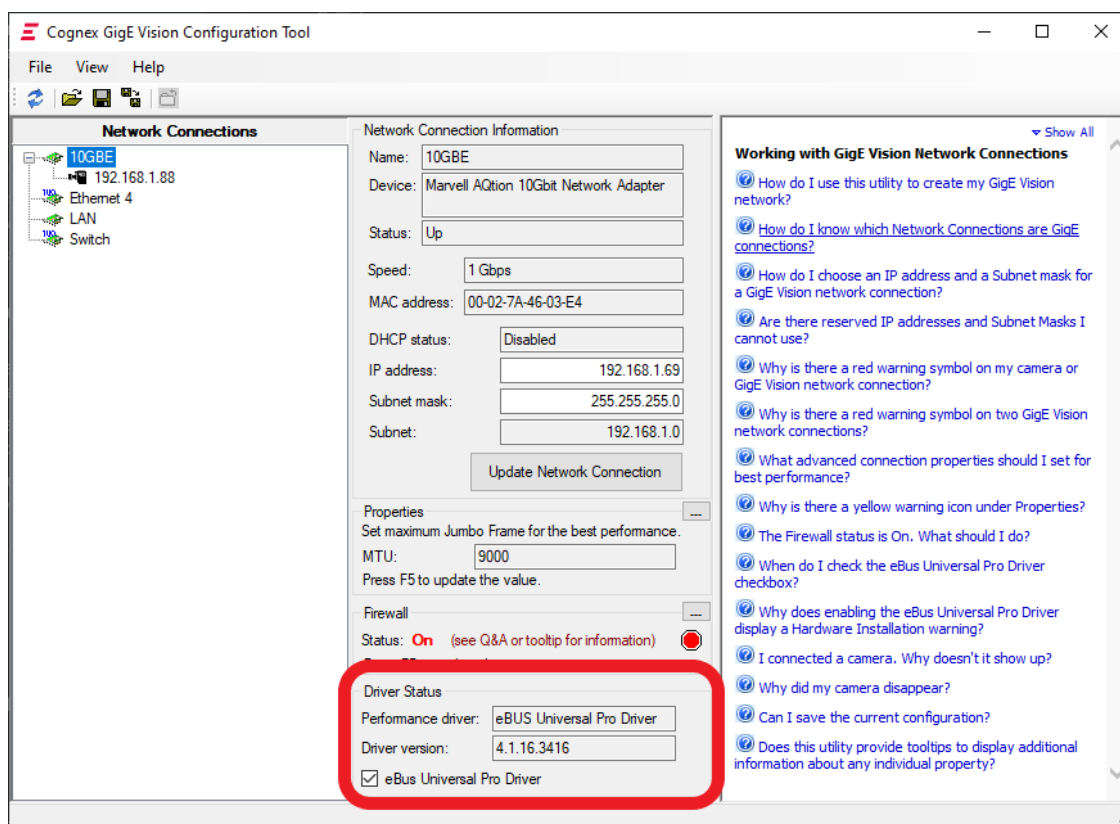


Figure 140: SCHRITT 4 - Fenster *Cognex GigE Vision Configuration Tool*.

5. *VisionPro QuickBuild* öffnen.

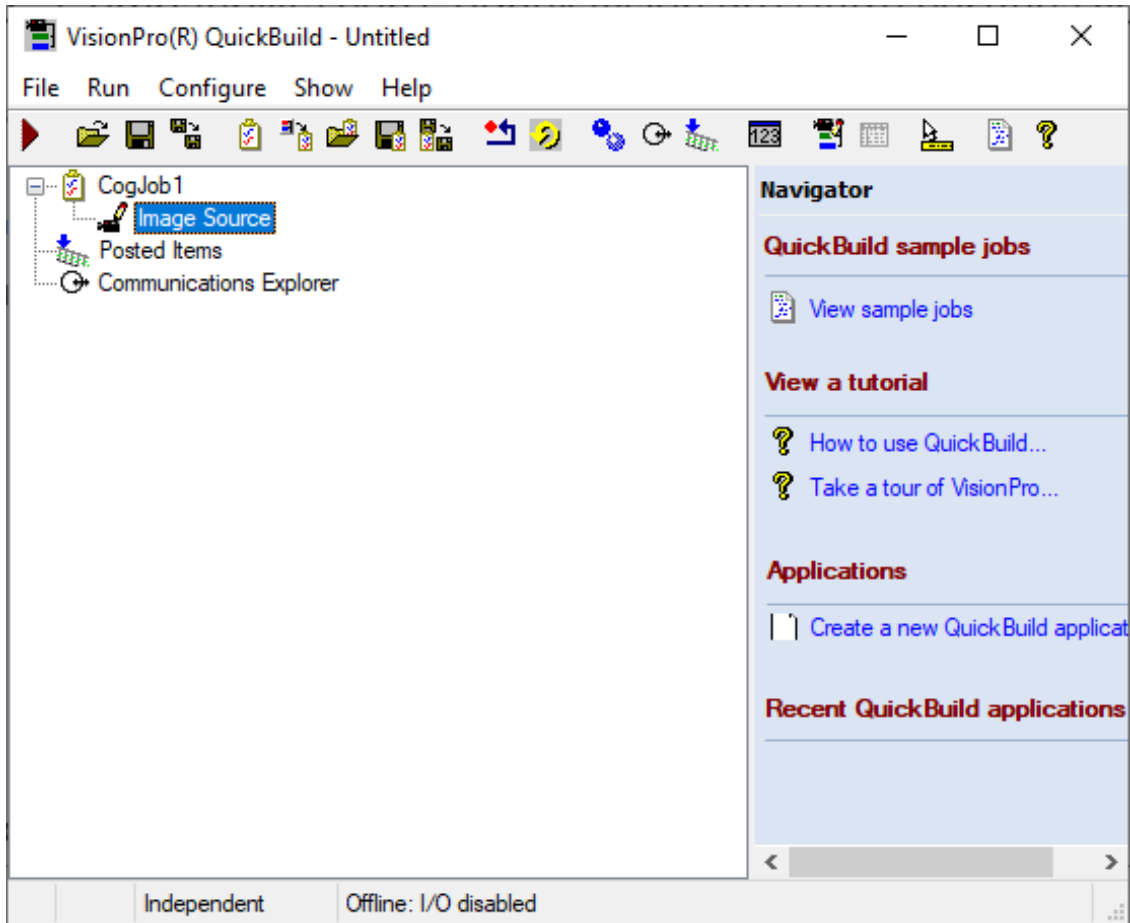
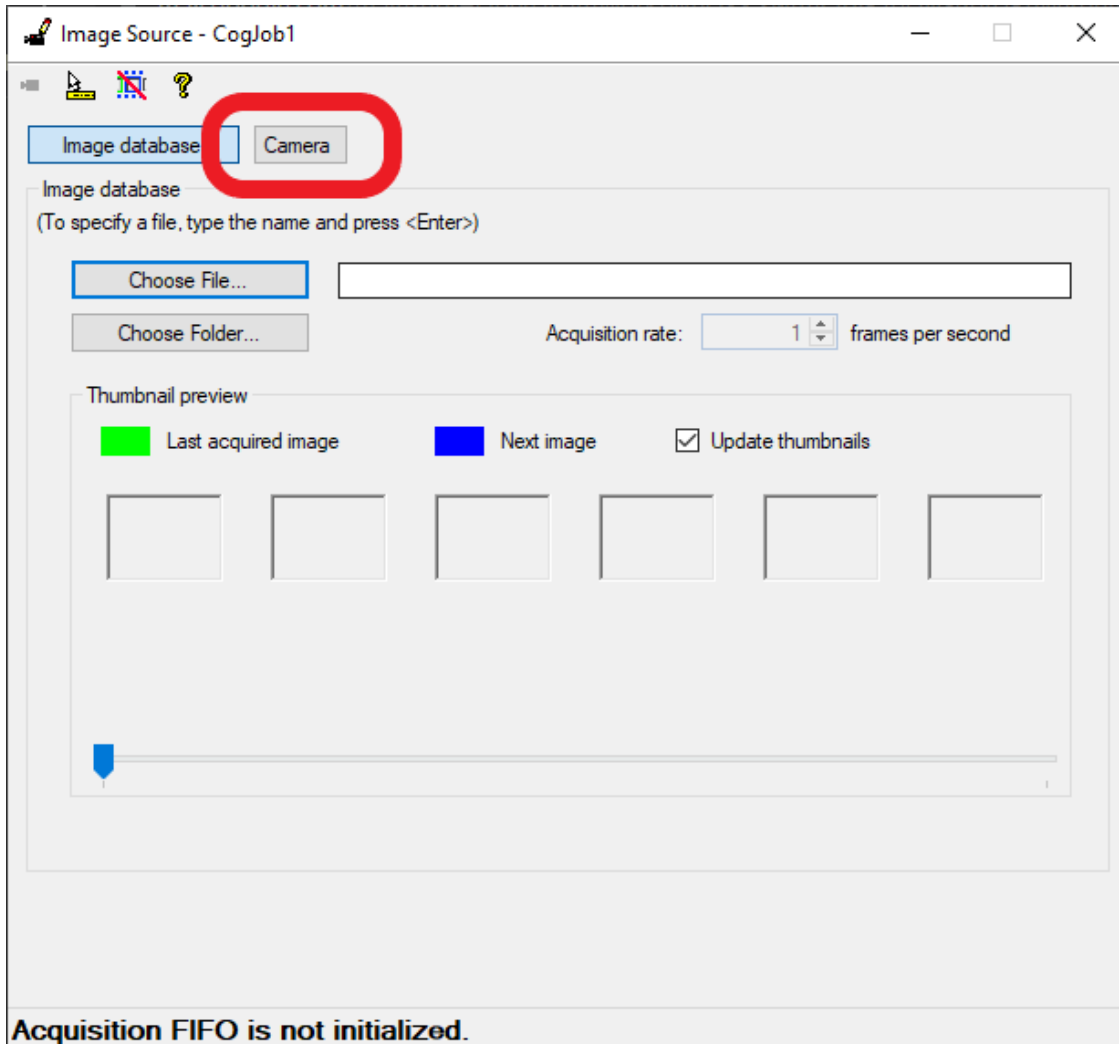


Figure 141: SCHRITT 5 - Fenster *VisionPro QuickBuild*.

6. Auf *Image Source* doppelklicken.
7. Es öffnen sich zwei Fenster. Im Fenster *Image Source* auf die Schaltfläche *Camera* klicken.

Figure 142: SCHRITT 7 - Fenster *Image Source*.

8. Aus dem Kombinationsfeld den Eintrag auswählen, der mit *GigEVision* beginnt.

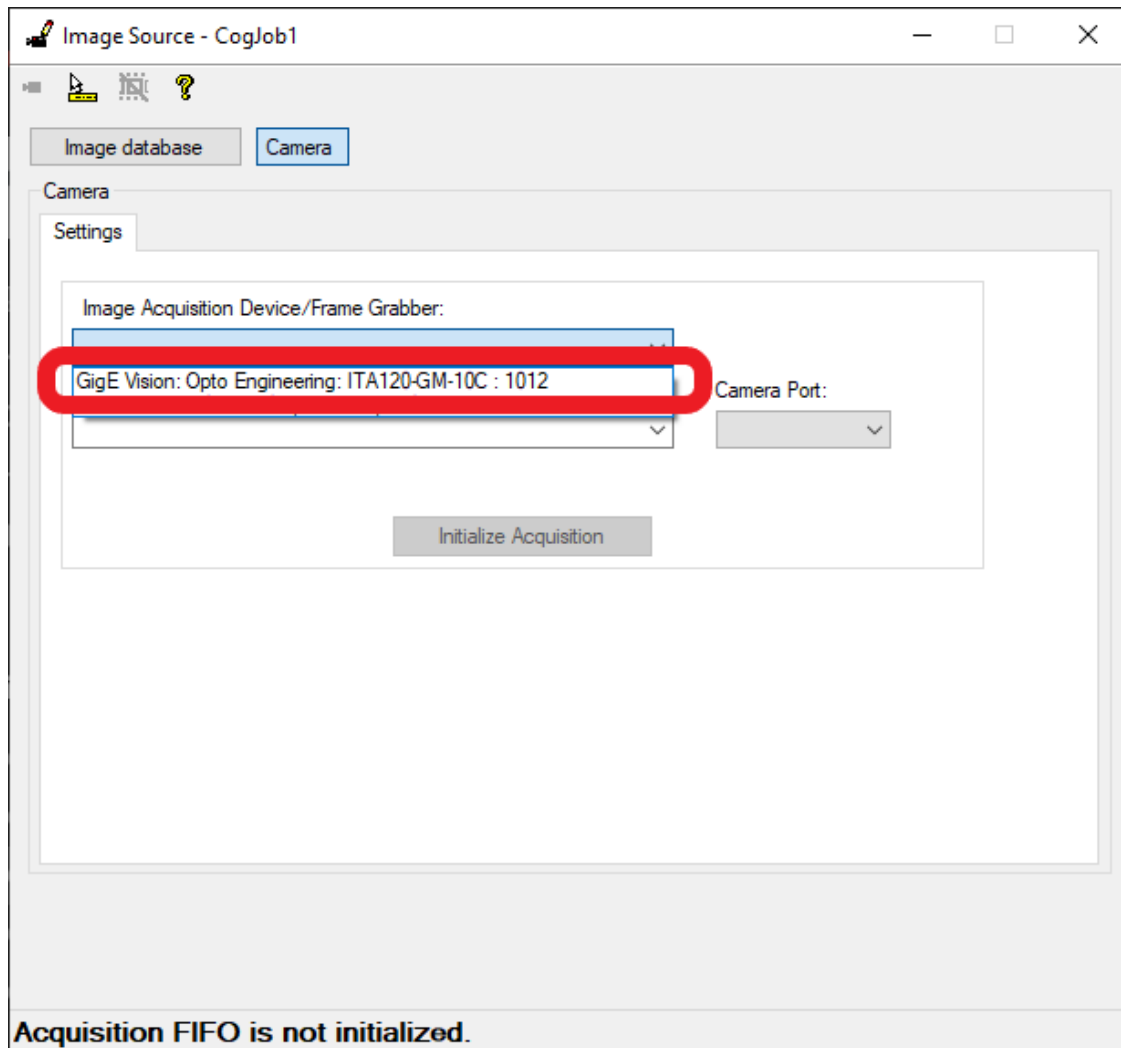


Figure 143: SCHRITT 8 - Fenster *Image Source*, Auswahl des *Image Acquisition Device*.

9. Auf den Abwärtspfeil im Feld *Video Formats* klicken und das gewünschte Pixelformat auswählen.

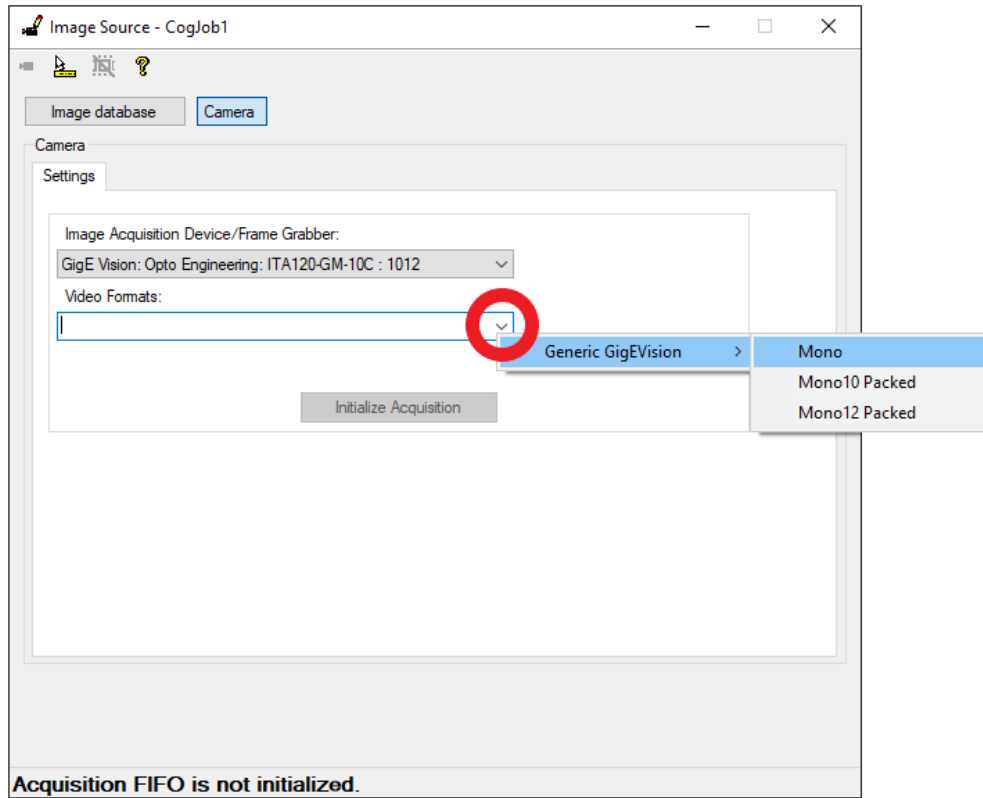


Figure 144: SCHRITT 9 - Fenster *Image Source*, Auswahl der *Video Formats*.

10. Auf *Initialize Acquisition* klicken.

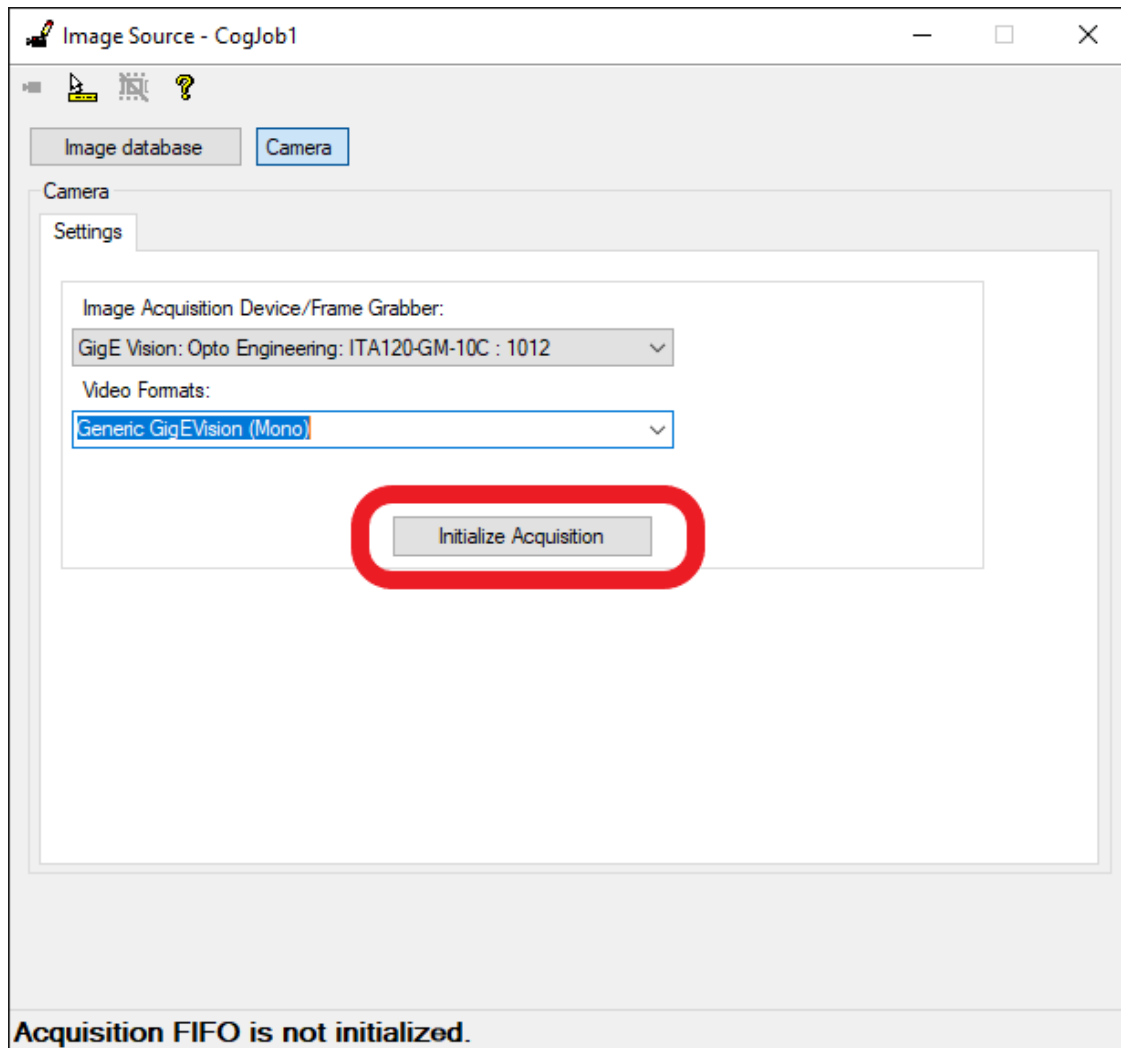


Figure 145: SCHRITT 10 - Fenster *Image Source*, *Initialize Acquisition*.

11. Für eine Live-Vorschau auf das Kamerasymbol oben links im Fenster klicken. Es ist auch möglich, Belichtungszeit, Triggermodus und andere Einstellungen wie ROIs festzulegen.

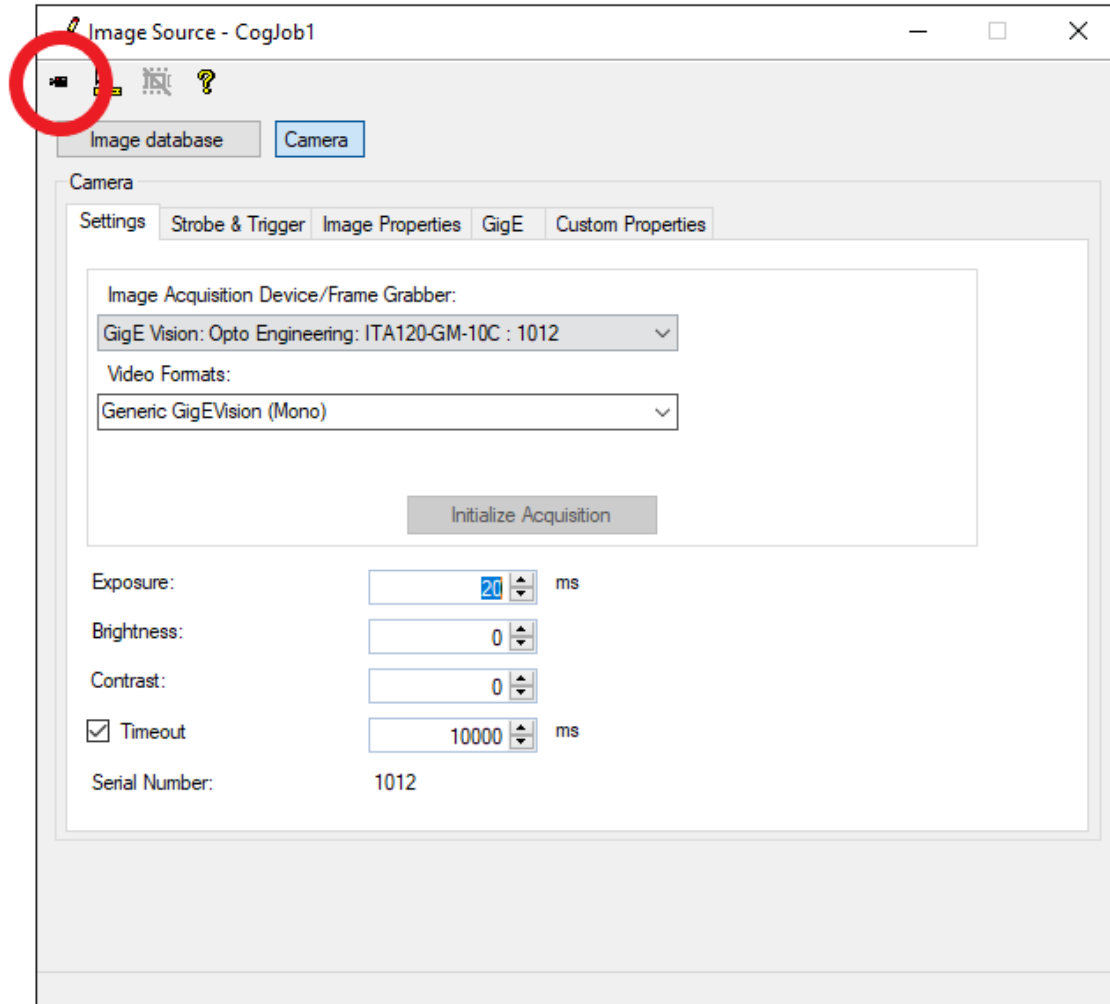


Figure 146: SCHRITT 11 - Fenster *Image Source*, *Live Preview*.

7.5 Konfigurationsbeispiel für die Sequencer-Steuerung

In diesem Beispiel definieren wir eine Akquisitionssequenz mit vier verschiedenen Belichtungszeiten auf dem Gerät, bei der der letzte Schritt fünfmal wiederholt wird.

Die gesamte Konfiguration wird auf dem Gerät selbst vorgenommen. Nach Abschluss der Konfiguration und dem Start der Akquisition wendet das Gerät die Parameteränderungen bei Bedarf selbstständig an. Die Hostanwendung muss dann nur noch die Bilder erfassen. Dies führt zu einer insgesamt deutlich höheren Framerate als bei einer Frame-für-Frame-Änderung durch die Hostanwendung.

Dies ergibt das folgende Flussdiagramm:

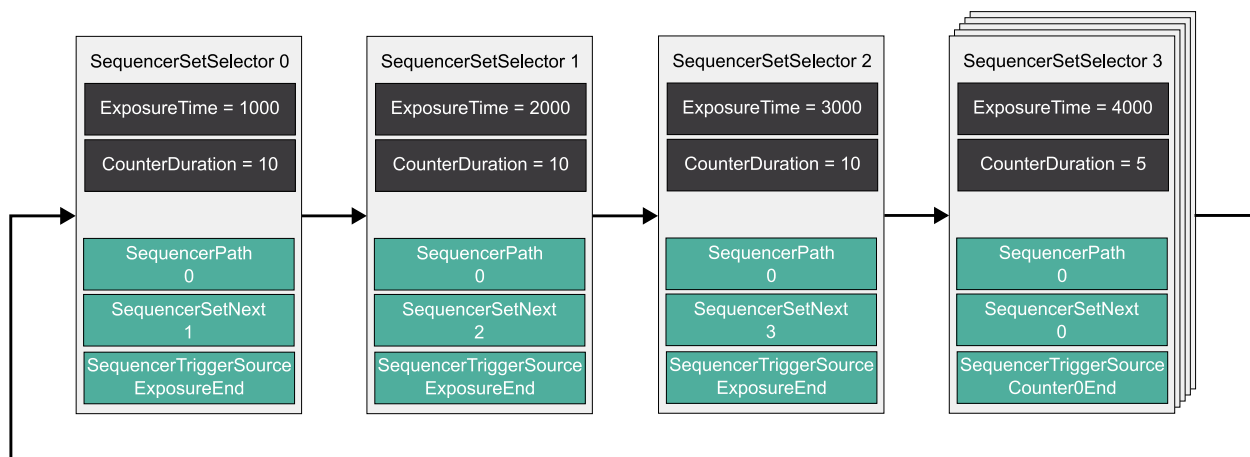


Figure 147: Flussdiagramm des Sequencer-Steuerung-Beispiels.

Es gibt einige Spezifikationen bezüglich des Sequencer-Pfad-Features:

- Ein Pfad ist inaktiv, sobald die **SequencerTriggerSource** auf Off gesetzt ist.
- Wenn beide Pfade inaktiv sind oder keine der **SequencerTriggerSource** getriggert wird, verbleibt der Sequencer im aktuellen Set.
- Wenn die **SequencerTriggerSource** beider Pfade getriggert wird, wird dem Pfad gefolgt, dessen Trigger zuerst aufgetreten ist.

7.5.1 Arbeiten mit Sequencer-Pfaden

Es ist möglich, Sets mit maximal zwei aktiven Pfaden zu definieren. Das folgende Diagramm zeigt ein Beispiel mit den Features **ExposureTime** und **oeLiquidLensPower**, bei dem zwei Pfade in "Set 0" und "Set 1" definiert sind:

- "Set 0" und "Set 1" wiederholen sich bei jedem "ExposureEnd" gemäß Pfad 0. Wenn Timer0 endet, ist das nächste Set "Set 2", gemäß Pfad 1.
- "Set 2" kehrt nach "ExposureEnd" zu "Set 0" zurück.

Zusätzliche Einstellungen:

- **TimerDuration** (Timer 0) = 2000000 μ s
- **oeLiquidLensMode** = Power Mode

Dies ergibt das folgende Flussdiagramm:

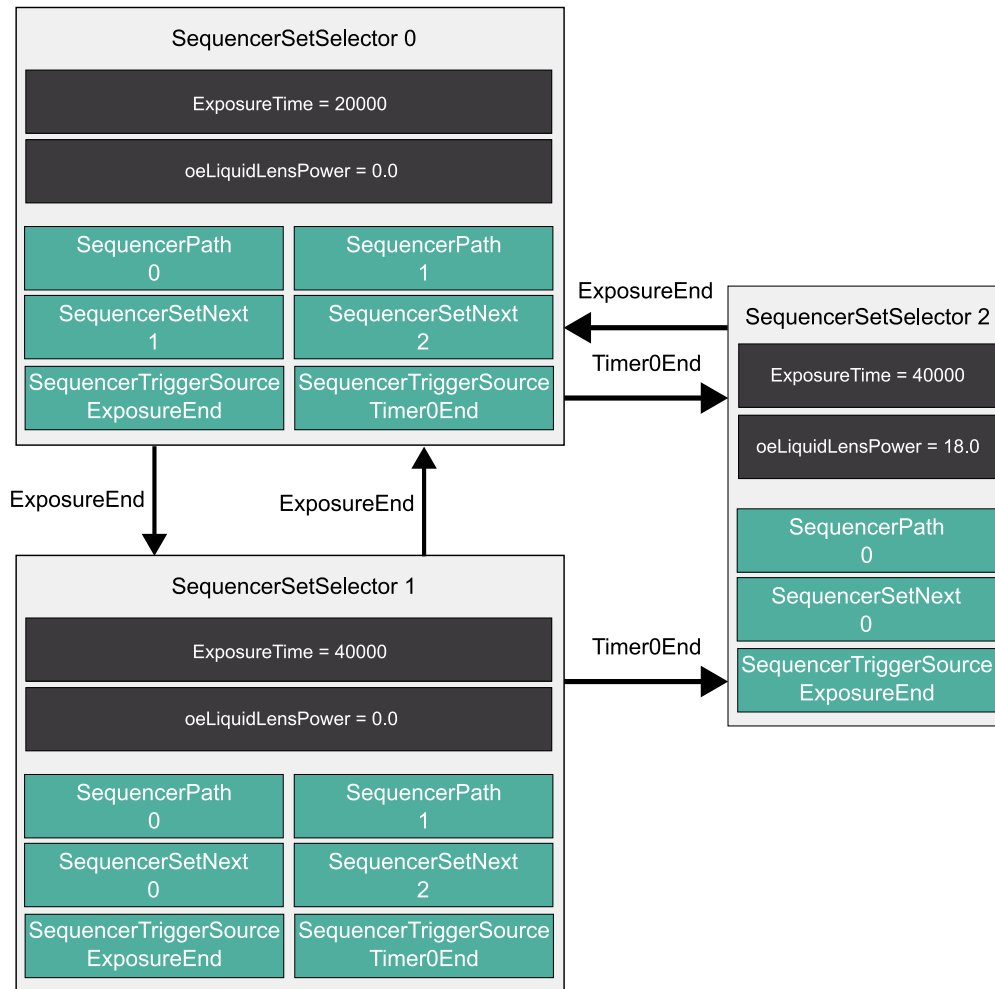


Figure 148: Flussdiagramm des Sequencer-Pfad-Beispiels.

8 FEHLERBEHEBUNG

8.1 Die Kamera ist in der Liste der verfügbaren Geräte nicht auffindbar

Wenn die Kamera nicht erkannt wird und in der Geräteliste nicht verfügbar ist, überprüfen Sie die folgenden Schritte:

1. Prüfen Sie, ob die Kamera korrekt mit Strom versorgt wird. Wenn die Kamera eingeschaltet ist, leuchtet die Status-LED nach wenigen Sekunden gelb.
2. Prüfen Sie, ob eine Firewall die Kommunikation zwischen Host und Gerät blockiert.
3. Prüfen Sie die Konfiguration der NIC (Netzwerkschnittstellenkarte). Standardmäßig ist die Kamera so konfiguriert, dass ihre IP-Adresse von einem DHCP-Server zugewiesen wird.
Der Benutzer kann der Kamera jedoch eine statische IP-Adresse zuweisen: Stellen Sie in diesem Fall sicher, dass die Schnittstellenkarte eine geeignete IP-Adresse hat, die mit der Kamera kompatibel ist.
Verwenden Sie alternativ das *IP Configurator tool*, um die IP-Adresse der Kamera korrekt zu konfigurieren.
4. Prüfen Sie, ob die Treiber der Netzwerkkarte korrekt installiert sind (und auf dem neuesten Stand sind).
5. Wenn die Kamera bereits von einer anderen Anwendung verwendet wird, ist sie für den aktuellen Prozess nicht verfügbar. Trennen Sie in diesem Fall die Kamera von der anderen Anwendung und verbinden Sie sie erneut mit der gewünschten Anwendung.
6. Prüfen Sie, ob das Kabel beschädigt ist.

8.2 Warum fehlen einige Funktionen im GenICam-Baum des Kamera-Viewers?

Wenn einige Funktionen fehlen, überprüfen Sie die folgenden Punkte:

1. Prüfen Sie, ob die Funktion für das ausgewählte Kameramodell tatsächlich verfügbar ist. Typische Farbfunktionen (wie RGB-Pixelformate) sind beispielsweise für Monochrom-Kameras nicht verfügbar.
2. Prüfen Sie den Sichtbarkeitsmodus des Viewers. Einige Funktionen sind im *Beginner mode* nicht sichtbar, sondern können nur im *Expert mode* oder *Guru mode* angezeigt werden.
3. In zukünftigen Firmware-Versionen können neue Funktionen hinzugefügt werden: Prüfen Sie, ob die Firmware der Kamera stets aktuell ist.

8.3 Warum verliert die Kamera Frames?

Wenn die Kamera und/oder die Netzwerkkarte nicht korrekt konfiguriert sind, können einige Frames verloren gehen.

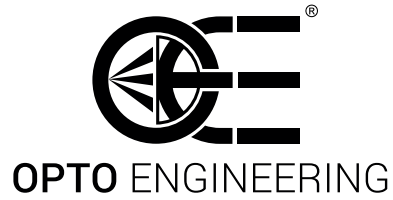
Überprüfen Sie in diesem Fall die folgenden möglichen Ursachen:

1. Prüfen Sie, ob der GigE Vision Capture-Treiber korrekt installiert ist.
2. Prüfen Sie, ob die Treiber der Netzwerkschnittstelle aktuell sind.
3. Prüfen Sie, ob die Option *jumbo packet* der Netzwerkschnittstellenkarte aktiviert ist. Jumbo Packets unterstützen Frames mit mehr als 1500 Byte und bieten optimale Leistung bei Kameras mit hoher Bandbreite.
4. Prüfen Sie, ob der Empfangspuffer der Netzwerkschnittstellenkarte korrekt dimensioniert ist. Bei Frame-Verlusten versuchen Sie, die Größe des Empfangspuffers zu erhöhen.
5. Prüfen Sie, ob sich der PC im *Energiesparmodus* befindet. In diesem Betriebsmodus ist die CPU-Leistung stark reduziert, was zu Frame-Verlusten führen kann.
6. Prüfen Sie, ob die aktuelle Bandbreite die unterstützte Rate der Verbindungsbandbreite nicht überschreitet.

Als Faustregel lässt sich die Bandbreite durch die Gleichung 19 gut annähern:

$$BW[Mbps] = Resolution[Mpixel] * BitPerPixel[bit/pixel] * FrameRate[fps] \quad (19)$$

Zusätzlich zu dieser Prüfung kann die Funktion *DeviceLinkThroughputLimit* verwendet werden, um die von der Kamera genutzte Bandbreite zu steuern. Die maximal verfügbare Framerate kann sinken, wenn dieser Wert verringert wird, da weniger Bandbreite für die Übertragung zur Verfügung steht.



Contact us

EUROPE

**Opto Engineering
Headquarters**

str. Circonvallazione Sud, 15
46100 Mantova, IT
phone: +39 0376 699111
eu@opto-e.com

**Opto Engineering
Germany**

Marktplatz 3,
82031 Grünwald, DE
phone: +49 (0)89 693 9671-0
de@opto-e.com

UNITED STATES

**Opto Engineering
USA**

11321 Richmond Ave
Suite M-105, Houston, TX 77082, USA
phone: +1 832 2129391
us@opto-e.com

ASIA

**Opto Engineering
China**

Room 1903-1904, No.885, Renmin RD
Huangpu District 200010
Shanghai, CN
phone: +86 21 61356711
cn@opto-e.com

www.opto-e.com