



**Tichawa *Vision* GmbH**

# **Industrial Contact Image Sensor** **Bedienungsanleitung** **V 5.6**



**18.10.2023**

**Andreas Mayer**

## Sicherheitshinweise



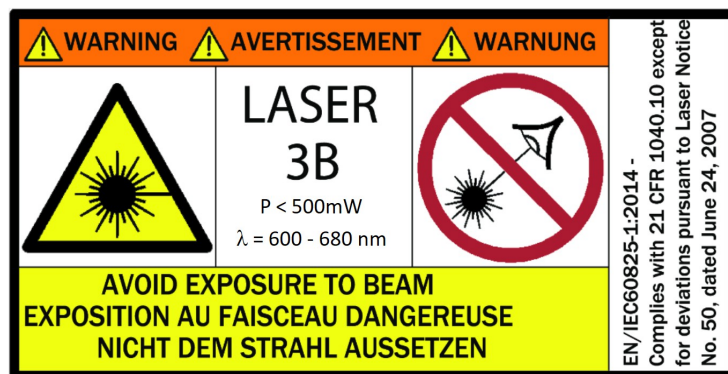
**Bei Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Bedienungsanleitung verursacht werden, erlischt die Gewährleistung/Garantie! Für Folgeschäden übernehmen wir keine Haftung!**

**Bei Sach- oder Personenschäden, die durch unsachgemäße Handhabung oder Nichtbeachten der Sicherheitshinweise verursacht werden, übernehmen wir keine Haftung! In solchen Fällen erlischt die Gewährleistung/Garantie!**

- **Der Contact Image Sensor (CIS) ist nicht für die Anwendung an Menschen oder Tieren zugelassen!**
- **Der CIS ist zum Betrieb in industrieller Umgebung vorgesehen.**
- **Warnung**

**Der Contact Image Sensor ist ein LED- und Laserprodukt (VDCIS, CIS mit Profilometerfunktion) und erfüllt die Norm EN/IEC 60825-1: 2014. Der VDCIS und der CIS mit Profilometerfunktion kann jedoch nicht als Einzelsystem betrachtet werden und darf nur als Teil eines Lasersystems verwendet werden, welches zusätzliche Vorkehrungen entsprechend der jeweiligen Laserklasse beinhaltet. Der CIS ist, je nach Ausführung, ohne oder mit unterschiedlichen Lasern ausgestattet.**

- **mehrere Klasse 3B Laser mit je max. 20 mW Leistung, die als Linienlaser eingesetzt werden (VDCIS).**
- **einem Laser der Klasse 3R (CIS mit Profilometerfunktion)**
- **oder ohne Laser. (andere CIS Ausführungen)**
- **Beachten sie zusätzlich in der Einleitung „Lasersicherheit für Laser der Klasse 3B“ und „Lasersicherheit für Laser der Klasse 3R“**



- **GEFAHR - LASERSTRAHLUNG**

**NICHT DEM STRAHL AUSSETZEN**

**LASER KLASSE 3B**

**gemäß EN/IEC 60825-1:2015**

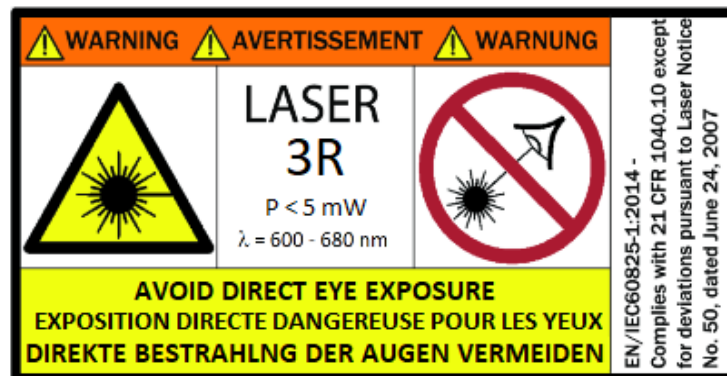
**Die zugängliche Laserstrahlung eines Laser der Klasse 3B ist gefährlich für das Auge, häufig auch für die Haut. Dies betrifft auch von einer reflektierenden Oberfläche gespiegelte Strahlung (z.B. Metall, Glas). Diffus gestreute Strahlung ist in der Regel nicht gefährlich.**

- **Laserprodukte der Klasse 3B müssen mit Warnhinweisen und Zulassungsschildern ausgestattet sein.**
- **Während des Betriebs, der Installation und der Ausrichtung muss der vorgeschriebene Augenschutz verwendet werden**

**Beim CIS handelt es sich um ein Laserprodukt. Jeglicher Betrieb, der von den in dieser Anleitung spezifizierten abweicht, kann dazu führen, dass der Benutzer gefährlicher Laserstrahlung ausgesetzt wird.**

- **Lesen sie die Bedienungsanweisung aufmerksam durch und befolgen sie alle Warnhinweise.**
- **WARNUNG**
- **Öffnen sie niemals den Contact Image Sensor (CIS) / die Kamera**
  - **Der CIS enthält keine vom Benutzer zu reparierenden Teile. Das Öffnen des VDCIS oder des CIS mit Profilometerfunktion kann dazu führen, dass der Benutzer gefährlicher Laserstrahlung ausgesetzt wird.**

- **Trennen sie vor jeder Wartung das Gerät von der Spannungsversorgung**
  - **Vor jeder Wartung muss der CIS von der Spannungsversorgung getrennt werden. Eine Unterlassung kann beim VDCIS oder beim CIS mit Profilometerfunktion dazu führen, dass der Benutzer gefährlicher Laserstrahlung ausgesetzt wird.**



- **WARNUNG - LASERSTRAHLUNG**

**DIREKTE BESTRAHLUNG DER AUGEN VERMEIDEN**

**LASER KLASSE 3R**

**gemäß EN/IEC 60825-1:2015**

**Die zugängliche Laserstrahlung eines Laser der Klasse 3R ist gefährlich für das Auge. Dies betrifft auch von einer reflektierenden Oberfläche gespiegelte Strahlung (z.B. Metall, Glas). Diffus gestreute Strahlung ist in der Regel nicht gefährlich.**

- **Laserprodukte der Klasse 3R müssen mit Warnhinweisen und Zulassungsschildern ausgestattet sein.**
- **Während des Betriebs, der Installation und der Ausrichtung muss der vorgeschriebene Augenschutz verwendet werden**



**LED-Lichtquellen im sichtbaren Bereich in dem CIS sind nach DIN EN 62471 in die Risikogruppe 2 einzustufen  
d.h. die Lichtstrahlung ist bei kurzzeitiger Exposition ungefährlich für das Auge.**

**Bitte klären Sie die Vorgehensweise mit Ihrem Laserschutzbeauftragten !**

**Für UV LEDs gelten folgende**

## **Sicherheitshinweise**



**\*UV-LEDs emittieren im Betrieb intensive, aber unsichtbare Strahlung, welche auch bei kurzer Bestrahlung für Augen und Haut gefährlich sein kann.\***

**\*IM BETRIEB NICHT DIREKT IN DIE UV-LED SEHEN\***

**\* DAS BEDIENPERSONAL UND ALLE PERSONEN IM ARBEITSBEREICH MÜSSEN GEEIGNETE SCHUTZBRILLEN TRAGEN; WENN DIE UV-LED IN BETRIEB IST\***

**\*KINDER VOM ARBEITSBEREICH FERN HALTEN\***

**\*UV-LEDs AUßERHALB DER REICHWEITE VON KINDERN AUFBEWAHREN\***

**\*Wenn UV-LEDs in ein Gerät eingebaut werden, dann sind die notwendigen Sicherheitshinweise und Warnzeichen anzubringen.\***

Für IR LEDs gelten folgende

## Sicherheitshinweise



- **Niemals direkt in die Beleuchtung blicken !**
- **Nur unterwiesene Personen dürfen den Contact Image Sensor bedienen.**
- **Der Contact Image Sensor erwärmt sich bei Betrieb. Auf ausreichende Kühlung ist zu achten !**
- **Glasscheibe vor Beschädigung schützen !**
- **Stecker nur im stromlosen Zustand stecken oder abziehen !**

## Inhaltsverzeichnis

1	Was ist ein Contact Image Sensor CIS.....	12
1.1	Definition.....	12
1.2	CIS allgemein.....	12
1.3	Industrieller CIS.....	12
2	Allgemeines zu dem Industrial Contact Image Sensor (CIS).....	14
2.1	Prinzipieller Aufbau.....	14
2.1.1	eines CIS.....	14
2.1.2	eines Bilderzeugungssystems.....	15
2.1.3	Blockschaltbild eines CIS.....	16
2.2	Sensoren.....	18
2.2.1	CCD und CMOS.....	18
2.2.2	Contact Image Sensor ( CIS ).....	19
2.2.3	Auslesen von Bildsensoren.....	21
2.2.4	In-Line Sensoren mit Gap (MAXICIS Familie).....	21
2.2.5	Zero Gap Sensoren, staggered plus FIFO (VARICIS Familie).....	23
2.2.6	Lasergestützte Geometriekorrektur beim VDCIS.....	24
2.3	Belichten und Belichtungssteuerung.....	25
2.3.1	Beleuchtung.....	25
2.3.2	Diffusor.....	27
2.3.3	Filter.....	27
2.3.4	Belichtungssteuerung.....	28
2.3.5	Monochrom-CIS.....	29
2.3.6	RGB-CIS.....	29
2.3.7	Falschfarben-CIS.....	31
2.3.8	Mischlicht, Phasenmodell.....	33
2.4	Optik.....	35
2.4.1	GRIN Linsen Array.....	35
2.4.2	Arbeitsabstand.....	36
2.4.3	Schärfentiefe.....	37
2.5	Bildübertragung.....	39
2.5.1	Camera Link.....	39
2.5.1.1	Camera Link Standard.....	39
2.5.1.2	Camera Link Kabel.....	44
2.5.1.3	Camera Link Signale.....	46
2.5.1.4	Camera Link FrameGrabber.....	47
2.5.1.5	Camera Link Repeater.....	48
2.5.2	GigE Vision.....	49
2.6	Stromversorgung.....	50
2.6.1	Power Stecker.....	50
2.6.2	Powerkabel.....	51
2.6.3	Remote Sense Leitungen.....	52
2.6.4	Netzgerät.....	53
3	Software-Funktionen des Industrial Contact Image Sensor (CIS).....	55
3.1	Steuerung des CIS.....	55

3.1.1	Triggern.....	55
3.1.2	Serielle Kommunikation.....	58
3.2	Befehlsübersicht.....	59
3.3	Befehlsbeschreibung.....	60
3.4	Pixelkorrektur.....	81
3.4.1	Allgemeines zur Pixelkorrektur.....	81
3.4.1.1	Externer Flash (Für VTVCIS optional).....	83
3.4.2	Pixelkorrektur für monochromes Licht.....	84
3.4.3	Pixelkorrektur für Farbe ( RGB ).....	88
3.4.4	Pixelkorrektur für Falschfarben.....	92
3.4.5	Pixelkorrektur für gemischtes, monochromes Licht.....	92
3.4.6	Checkliste Pixelkorrektur.....	93
3.5	Offset (Für VTVCIS, VRCIS, MXCIS).....	94
3.6	Geometriekorrektur.....	95
3.6.1	Allgemeines zur Geometriekorrektur.....	95
3.6.2	Grobausrichtung der Sensoren in Y-Richtung.....	96
3.6.3	Feinausrichtung der Sensoren in Y-Richtung.....	97
3.6.4	Löschen überlappender Pixel in X-Richtung (nicht bei VDCIS).....	97
3.6.5	Lasergestützte Geometriekorrektur beim VDCIS.....	98
4	Installation und Betrieb.....	99
4.1	Installation.....	99
4.1.1	Einbauraum.....	99
4.1.2	Einbaulage.....	99
4.1.3	Befestigungsträger.....	100
4.1.4	Befestigungsschrauben.....	100
4.1.5	Justiermöglichkeit.....	100
4.1.6	Zugänglichkeit.....	102
4.1.7	Wärmeableitung über Befestigungsträger.....	102
4.1.8	Wärmeableitung über Luftkühlung.....	103
4.1.9	Wärmeableitung über Flüssigkeitskühlung.....	103
4.1.10	Anschlusskabel.....	106
4.1.10.1	Dokumentation Digital IO ( VTVCIS ).....	106
4.1.11	Anschlussreihenfolge.....	108
4.1.12	Erdung und EMV.....	108
4.1.13	Schutzart.....	109
4.2	Betrieb und Wartung.....	110
4.2.1	Umgebungsbedingungen.....	110
4.2.1.1	Gehäuse-Temperatur.....	110
4.2.1.2	Luftfeuchtigkeit.....	110
4.2.1.3	Erschütterungsfestigkeit.....	111
4.2.2	Arbeiten am CIS.....	112
4.2.3	Elektrostatische Aufladung.....	113
4.2.4	Schutz gegen Staub.....	114
4.2.5	Schutz gegen Öl oder Fett .....	115
4.2.6	Schutz gegen Kratzer.....	115
4.3	Tipps zur Störungsbeseitigung.....	116
4.4	Support durch Tichawa Vision.....	117
5	Normen und Standards.....	118



5.1	EG – Konformitätserklärung.....	118
5.2	BGV A8 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung.....	120
5.3	Normen und Vorschriften.....	121
6	FAQ - Frequently Asked Questions.....	122

- Einleitung
- **Lasersicherheit für Laser der Klasse 3R**

Der Contact Image Sensor (CIS) mit Profilometerfunktion ist mit einem Laser der Laserklasse 3R ausgestattet. Gemäß EN/IEC 60825-1:2015 muss ein System mit einem Laser der Klasse 3R wie folgt ausgerüstet sein:

- Ein Laserschutzbeauftragter muss benannt sein
- Das System muss mit einem Schlüsselschalter mit abnehmbarem Schlüssel ausgerüstet sein. Ohne Schlüssel darf es nicht möglich sein, den Laser der Kamera einzuschalten.
- Ein einsatzbereiter Anschluss für einen abgesetztem Trennschalter (Not-Aus-Schalter, oder andere, automatische Trenneinrichtung)) muss im System vorhanden sein.
- Das System muss mit einer Signalleuchte ausgestattet sein, die den Betrieb des Lasers anzeigt.

Lage der Austrittsöffnungen für Laserstrahlung:

- An den kleinen Fensteröffnungen in den Seitenteilen des CIS mit Profilometerfunktion tritt die Laserstrahlung aus

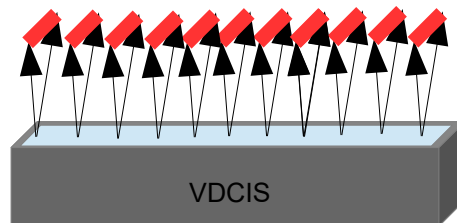
- **Lasersicherheit für Laser der Klasse 3B**

Der Contact Image Sensor VDCIS ist mit einem Laser der Laserklasse 3B ausgestattet. Zusätzlich zu den Bestimmungen für Laser der Klasse 3R müssen Laser der Klasse 3B für eine Zulassung weitere Sicherheitsanforderungen erfüllen. Gemäß EN/IEC 60825-1:2015 muss ein System mit einem Laser der Klasse 3B wie folgt ausgerüstet sein:

- Ein Laserschutzbeauftragter muss benannt sein
- Das System muss mit einem Schlüsselschalter mit abnehmbarem Schlüssel ausgerüstet sein. Ohne Schlüssel darf es nicht möglich sein, den Laser der Kamera einzuschalten.
- Ein einsatzbereiter Anschluss für einen abgesetztem Trennschalter (Not-Aus-Schalter, oder andere, automatische Trenneinrichtung)) muss im System vorhanden sein.
- Das System muss mit einer Signalleuchte ausgestattet sein, die den Betrieb des Lasers anzeigt.

Lage der Austrittsöffnungen für Laserstrahlung:

- An dem Fenster des VDCIS tritt neben der LED-Strahlung auch die Laserstrahlung aus.
- **Bemerkung:**  
Im Arbeitsabstand , beträgt die Länge der Laserlinie ca. 7mm, d.h. die volle Leistung kann noch in das Auge treffen. Im Abstand von 120 mm verringert sich die Augen relevante Leistung bereits auf die Hälfte. Der Laseraustritt ist in der nachfolgenden Abbildung schematisch dargestellt. Ein Gerät hat SensorChipanzahl+1 Laserlinienprojektionen.



Zusätzlich zu den genannten Anforderungen sind gegebenenfalls lokale Vorschriften für den Betrieb von Lasern der Klasse 3B (VDCIS) bzw. 3R zu beachten. Sorgen sie dafür, dass ihr System alle landesspezifischen Richtlinien für Klasse 3B bzw. 3R Laser erfüllt.

**Als Einzelgerät bzw. Systemkomponente erfüllen die Kameras des Typs VDCIS und CIS mit Profilometerfunktion nicht die oben genannten Anforderungen. Daher muss das System mit den erforderlichen Sicherheitseinrichtungen (Schlüsselschalter mit entnehmbarem Schlüssel, Verbindung zu einem abgesetzten Trennschalter, Signalleuchte für den Laserbetrieb) ausgerüstet sein.**

# 1 Was ist ein Contact Image Sensor CIS

## 1.1 Definition

Ein Contact Image Sensor ( CIS ) ist ein kompakter, auf CMOS – Technologie basierender, Bildsensor mit minimalem Abstand zu der inspizierenden Vorlage wie aus dem Faxgerät oder dem Dokumentenscanner bekannt. Er besteht in der Regel aus Lesezeile, Linse und Lichtquelle.

## 1.2 CIS allgemein

Der Sensor eines CIS ist mindestens so breit wie die abzutastenden Vorlage, d.h. mehrere tausend lichtempfindliche Punkte liegen in einer Reihe nebeneinander. Jedem dieser Punkte ist eine Linse zugeordnet. Die Beleuchtung ist durch eine LED-Zeile realisiert, die parallel zu dem Zeilensensor angeordnet ist.

Wie der Name schon sagt, benötigt der CIS annähernd direkten Kontakt zur abzutastenden Vorlage.

## 1.3 Industrieller CIS

Der prinzipielle Aufbau entspricht den Lesezeilen eines Faxgerätes oder eines Dokumenten-Scanners.

Die Ausführung unterscheidet sich jedoch erheblich:

**Handelsübliche Faxgeräte und Scanner** sind in der Regel für ein DIN A4 – Format konzipiert. Die Lesebreite beträgt deshalb ca. 216 mm. Die Vorlagen sind in der Regel Papier oder papierähnliche Materialien. Die Zeilenrate eines Markenscanners der 100 € Preisklasse beträgt ca. 450 Hz für Monochrom bei einer Auflösung von etwa 200 dpi.

Ein DIN A 3 – Scanner steht mit 4000 € in der Preisliste. Dafür leistet er bei 200 dpi monochrom eine Zeilenrate von etwa 2800 Hz.

Großformat - Scanner mit Vorlagebreiten von ca. 1000 mm können mit einer Zeilenrate von ca. 2000 Hz bei einer Auflösung von 200 dpi im Monochrom – Modus aufwarten. Preisklasse 20000 €.

**Der industrielle CIS** lässt sich den Aufgaben entsprechend konfigurieren.

- mit Auflösungen von 25 bis 2400 dpi
- mit Zeilenraten von bis zu 250000 Hz (250 kHz)
- mit Längen bis zu 4000 mm

- Beleuchtung monochrom, RGB, UV, IR oder Falschfarben
- mit einer Vielzahl von internen und / oder externen Beleuchtungen
- kundenseitiger Parameterzugriff zur Feinjustierung an das zu scannende Objekt

Er besitzt ein stabiles Metallgehäuse mit einem Glasfenster, in dem in der Regel die Sensorchips, die Optik, die Beleuchtung, eine komplexe Elektronik und eine Hochgeschwindigkeitsschnittstelle zur Datenübertragung untergebracht sind. Der Arbeitsabstand wurde beim VDCIS auf ca. 60 mm erhöht.

Neben den Standardausführungen sind auch kundenspezifische Sonderausführungen realisierbar.

## 2 Allgemeines zu dem Industrial Contact Image Sensor (CIS)

### 2.1 Prinzipieller Aufbau

#### 2.1.1 eines CIS

In der Abbildung 2.1.1-1 ist der prinzipielle Aufbau eines CIS und das Zusammenspiel seiner Komponenten dargestellt.

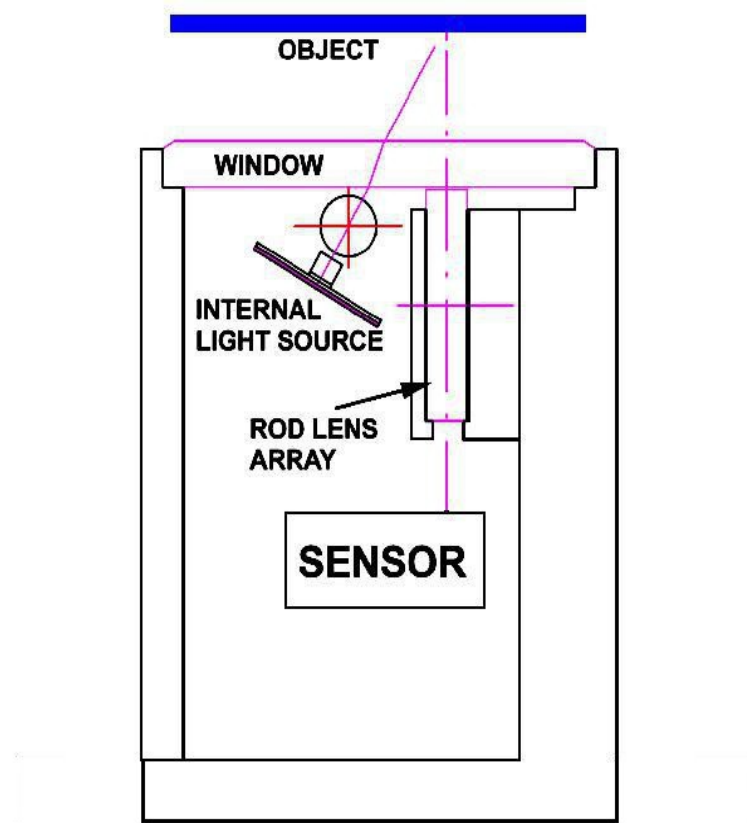


Abb. 2.1.1-1 Prinzipieller Aufbau eines CIS

Ein stabiles Aluminiumprofil schützt alle Komponenten. Unter einem Glasfenster befindet sich ein Stablinsen-Array (siehe auch 2.4.1), das das vom Objekt reflektierte Licht auf die Sensoren (siehe auch 2.2) fokussiert. (Dazwischen können sich Laserdioden zur Raster-/Geokorrektur im VDCIS befinden) Eine oder mehrere LED-Zeilen mit den dazugehörigen Fokussier-Elementen, in der Regel finden Zylinderlinsen aus Glas Verwendung, sind ebenso in dem Gehäuse untergebracht (siehe auch 2.3.1). Bei Backlight-Anwendungen befinden sich die LED-Zeilen in separaten Gehäusen.

## 2.1.2 eines Bilderzeugungssystems

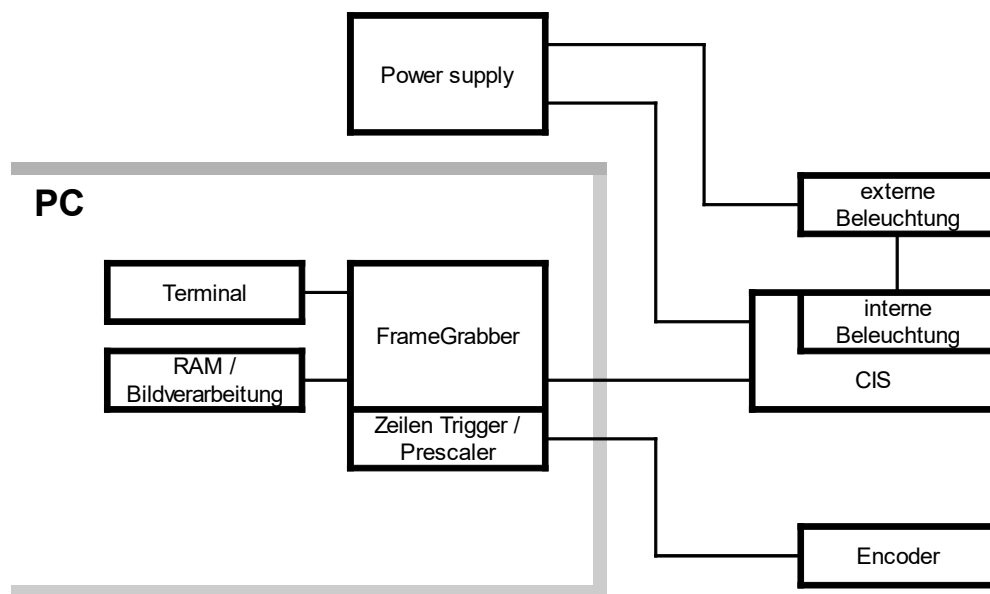


Abb. 2.1.2-1 Prinzipieller Aufbau eines Bilderzeugungssystems mit CIS

In der Anlage sitzt der CIS mit interner und/oder externer Beleuchtung und scannt das bewegte Objekt zeilenweise ab. Ein Encoder liefert die dazu nötigen Triggerpulse. Zur Erzeugung von Bildern im Maßstab 1:1 sind quadratische Pixel notwendig. Die Anpassung der Encoder Pulse geschieht meist in einem Prescaler, der im Frame Grabber integriert ist. Er fügt die empfangenen Bildzeilen des CIS zu einem Bild zusammen und legt die Bilddateien im PC-RAM zur Bearbeitung ab. Ein Terminalprogramm kommuniziert über den Frame Grabber mit dem CIS. Das Power Supply übernimmt die Stromversorgung des CIS und seiner Beleuchtung.

### 2.1.3 Blockschaftbild eines CIS

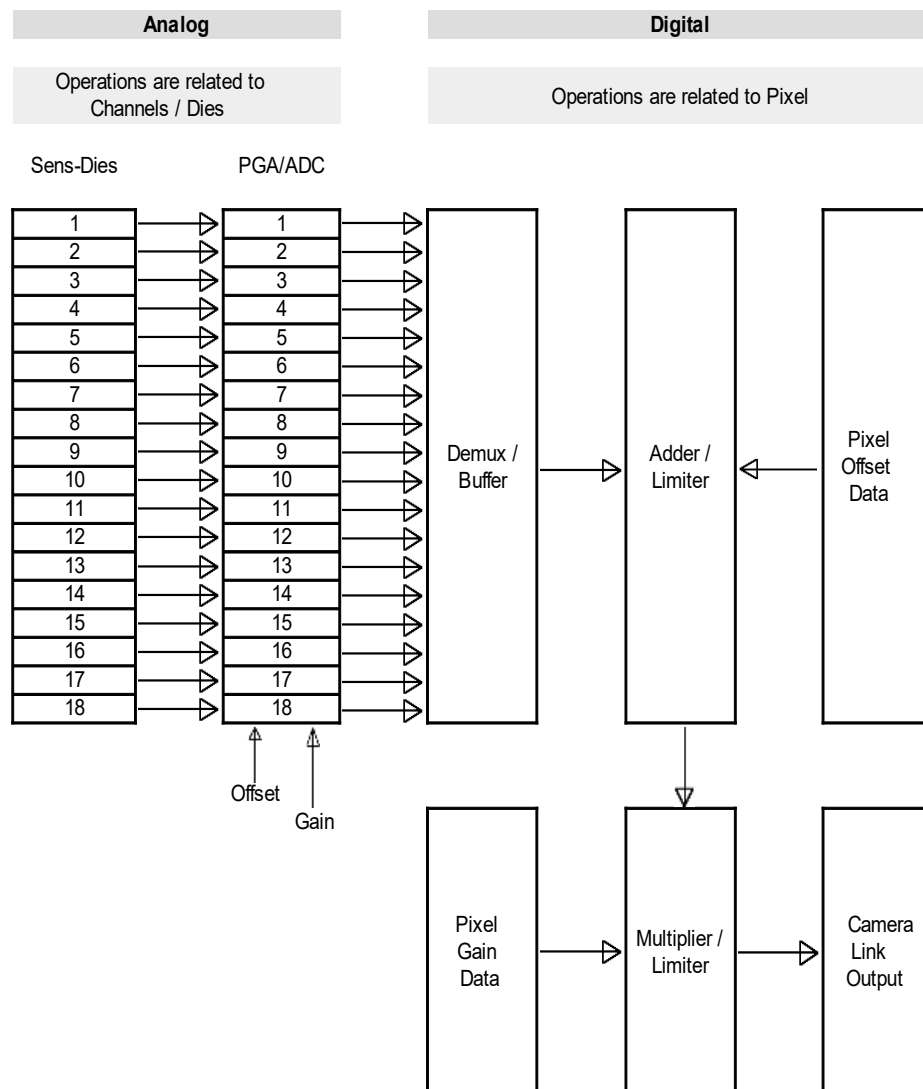


Abb. 2.1.3.-1 Signalfluss eines VariCIS

Die analogen Helligkeitssignale der Sensor-Dies werden an Analog/Digital-Converter übergeben. Hier wirken die analogen Werte für Gain und Offset ein. Im Demultiplexer werden die vielen, jetzt digitalen Helligkeitssignale in einen digitalen Datenstrom zusammengefasst. Im folgenden wird er durch Pixel- und Geokorrektur weiter bearbeitet und gelangt schließlich als CameraLink-konformer Datenstrom an den Ausgang.



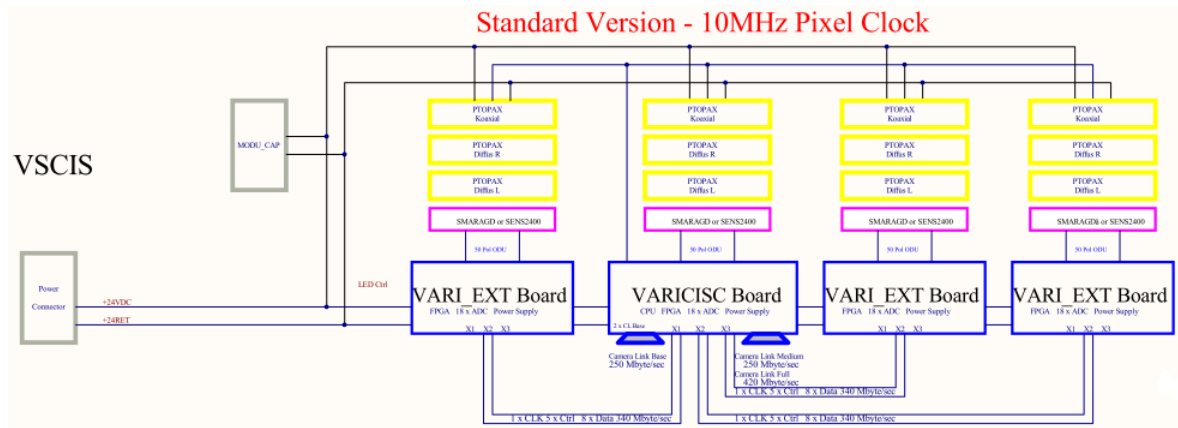


Abb. 2.1.3.-2 Blockschaftbild eines VariCIS

Die gelben Elemente stellen die RGB-Beleuchtung dar, die lila die Sensorboards. In den VARI-Boards erfolgt die Signalbearbeitung und Ausgabe via CameraLink-Schnittstelle.

## 2.2 Sensoren

### 2.2.1 CCD und CMOS

Bildsensoren beruhen auf dem inneren Fotoeffekt. Lichtquanten erzeugen in einem geeigneten elektrischem Halbleiter Ladungen. Ein Bildpunkt wird Pixel genannt. Bildsensoren können keine Farben erkennen, sie reagieren nur auf Helligkeit.

Bei der CCD-Technik werden meist die gesammelten Ladungen der einzelnen Pixel nach Ende der Belichtung nacheinander über Schieberegister zum Ausgang der Pixelzeile transportiert und dort einem Verstärker zugeführt. Die einzelnen Pixel bestehen nur aus einer Fotodiode, deshalb werden sie auch passive Sensoren genannt.

Bei der CMOS-Technik werden die gesammelten Ladungen der Fotodiode noch im Pixel in eine Spannung umgewandelt und diese mittels einer Ausleseelektronik dem Analogsignalprozessor des Chips zugeleitet. Man nennt sie deshalb aktive Sensoren, da bereits im Pixel selbst die Ausleseelektronik untergebracht ist.

Durch diese verschiedenen Technologien ergeben sich spezifische Eigenschaften. In den CIS-Sensoren werden meist Bildsensoren in CMOS-Technik eingesetzt. Die Nachteile gegenüber der CCD-Technik wie schlechtere Lichtempfindlichkeit und größere Empfindlichkeitsunterschiede sind der kleineren fotoempfindlichen Fläche der einzelnen Pixel geschuldet, da in der CMOS-Technik auch noch die Ausleseelektronik im Pixel selbst untergebracht ist. Die Vorteile der CMOS-Technik überwiegen, neben einem geringeren Stromverbrauch tritt auch kein Blooming auf, d.h. eine ungewollte Beeinflussung benachbarter Pixel durch die Ladungsverschiebung. Durch die Spannungswandlung im Pixel ist eine um Vielfaches höhere Ausleserate möglich. Zudem erleichtert die CMOS-Technik eine flexiblere Auslesung, wie das Binning, eine Zusammenfassung benachbarter Pixel oder das Auslesen eines bestimmten Bereiches, Region of Interest ( ROI ).

## 2.2.2 Contact Image Sensor ( CIS )

Im Gegensatz zu Bildsensoren aus Kameras oder Fotoapparaten, in denen Flächensensoren eingesetzt sind, besteht ein Contact Image Sensor Chip aus einer einzigen linearen Reihe von Fotodioden. Die Ausleseelektronik kann deshalb neben den Sensorelementen angeordnet werden.

CIS Sensor-Chips können verschieden aufgebaut sein. Dies ist am Beispiel eines 200 dpi und eines 1200 dpi Chips dargestellt.

Das Blockdiagramm eines 200 dpi Sensorchips zeigt Abbildung 2.2.2-1.

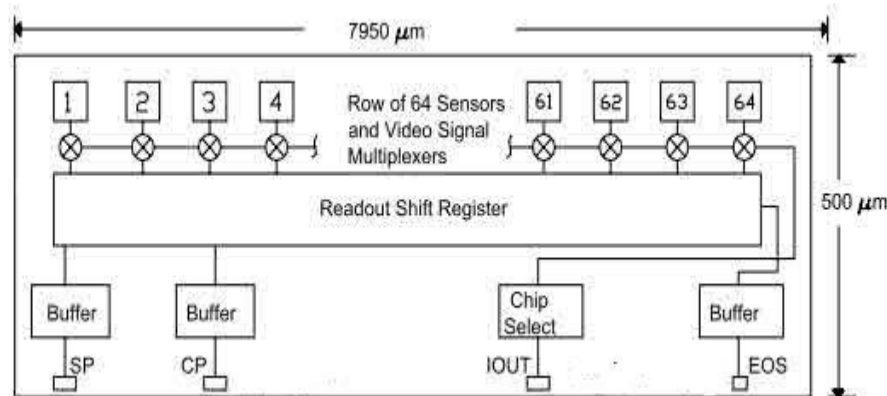


Abb. 2.2.2-1 Blockdiagramm eines 200 dpi Chips

### Rolling Shutter“-Prinzip

Ein Impuls SP ( Start Pulse ) startet den Auslesevorgang. Der Multiplexer des Pixel 1 legt dessen Helligkeitsinformation ( Spannung ) an den Ausgang IOU. Der nächste Clock-Impuls an CP schiebt den Startimpuls im Shift Register an die nächste Stelle. Der Multiplexer trennt Pixel 1 und verbindet Pixel 2 an den Ausgang IOU. Auf diese Weise werden alle 64 Pixel ausgelesen und der Startimpuls erscheint am Ausgang EOS und signalisiert das Ende des Auslesevorgangs.

Während des Auslesens darf kein Licht auf den Sensor-Chip fallen. Das Pixel 64 war sonst länger der Belichtung ausgesetzt als das bereits lange vorher ausgelesene Pixel 1.

Das Blockdiagramm eines 1200 dpi Sensorchips zeigt Abbildung 2.2.2-2.

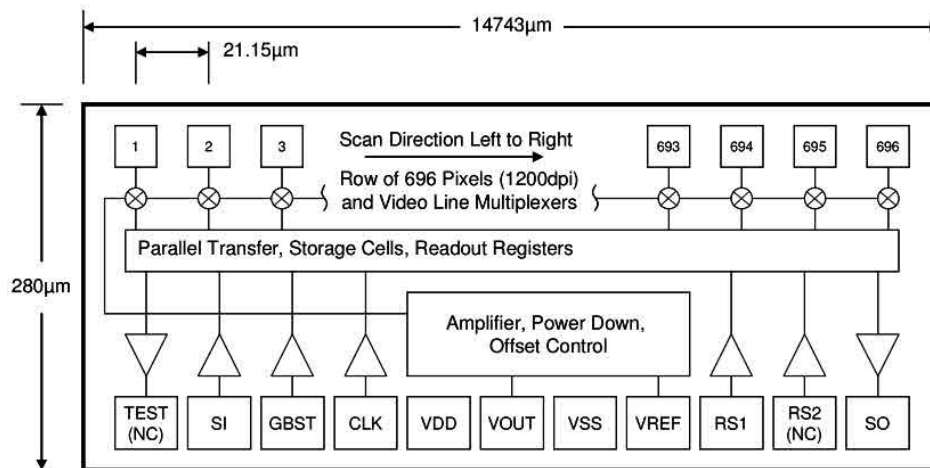


Abb. 2.2.2-2 Blockdiagramm eines 1200 dpi Chips

### Global Shutter“-Prinzip

Jeder Sensor enthält 696 aktive Pixel aus Photodiode und zusätzlichen Transistoren, die das Signal aufbereiten, verstärken und zwischenspeichern. Dies läuft für jedes Pixel gleichzeitig ab. Dadurch ist er in der Lage, die einzelnen Pixelwerte während der nächsten Belichtung auszulesen. Ein Schieberegister schaltet den Zwischenspeicher jedes einzelnen Pixels nacheinander auf den gemeinsamen Ausgang.

In den Datenblättern der Chiphersteller sind keine Abmessungen der einzelnen Pixel angegeben, stattdessen das Maß von Pixelmitte zu Pixelmitte, genannt „spacing“

Bei dem 200 dpi Chip lautet die Angabe „typical 125 μm“.

Bei dem 1200 dpi Chip lautet die Angabe „typical 21.15 μm“

### 2.2.3 Auslesen von Bildsensoren

Für das Auslesen der Bildsensoren gibt es zwei Verfahren.

Beim „**Rolling Shutter**“-Prinzip werden die Helligkeitsinformationen der Pixel ohne Zwischenpuffer nacheinander an den Ausgang geschoben. Während des Auslesens darf keine Beleuchtung stattfinden, da sonst die zuletzt ausgelesenen Pixel einer längeren Belichtungszeit ausgesetzt waren als die Ersten. Dies bedeutet, dass nach der Belichtungszeit eine Auslesezeit erfolgen muss und damit direkten Einfluss auf die erreichbare Zeilenfrequenz hat. Siehe dazu auch Abb. 2.2.2-1 und die Beschreibung zum 200 dpi-Chip.

Beim „**Global Shutter**“-Prinzip werden die Helligkeitsinformationen aller Pixel zeitgleich in einen Zwischenpuffer geschrieben und anschließend, während bereits die nächste Belichtungszeit abläuft, Pixel für Pixel aus dem Puffer an den Ausgang geschoben. Hierbei laufen die Belichtungszeit und die Auslesezeit parallel ab. Die Belichtungszeit muss größer als die Auslesezeit sein. Siehe dazu auch Abb. 2.2.2-2 und die Beschreibung zum 1200 dpi-Chip.

### 2.2.4 In-Line Sensoren mit Gap (MAXICIS Familie)

Die einzelnen Zeilen-Sensor-Chips sind je nach Typ 8 mm bis 15 mm lang. Sie sind auf den Sensorboards aneinander gereiht. Die einfachste Art der Reihung ist die Aufreihung in einer Linie (in-line). Dabei entsteht zwangsläufig ein Spalt zwischen dem letzten Pixel des ersten Chips und dem ersten Pixel des zweiten Chips. Zum einen können zwei Chips nicht ohne Zwischenraum montiert werden zum anderen sind die Chips größer als die Außenkanten ihrer äußeren Pixel.

Dieser Spalt wird Gap genannt.

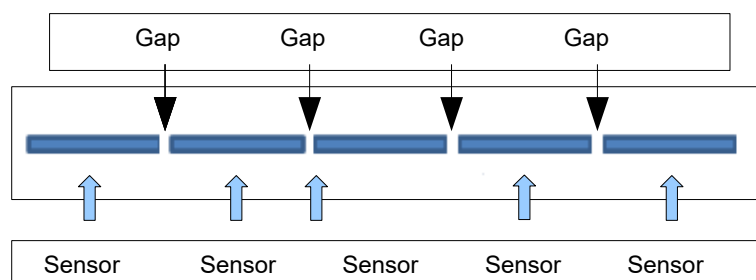


Abb. 2.2.4-1 In-Line Anordnung

Generell ist die Montage der Chips auf den Sensorboards toleranzbehaftet. Die Fertigungstoleranzen betreffen nicht nur den Spalt zwischen den Chips, sondern auch den Versatz zweier nebeneinander liegenden Chipenden.



Abb. 2.2.4-2 Fertigungstoleranzen

Eine unmaßstäbliche Darstellung der toleranzbehafteten Chipanordnung ist in Abbildung 2.2.4-2 dargestellt. Die Gaps in der x-Richtung messen etwa 20...50  $\mu\text{m}$ , der Versatz in der y-Richtung etwa  $\pm 30 \mu\text{m}$  zur Ideallinie.

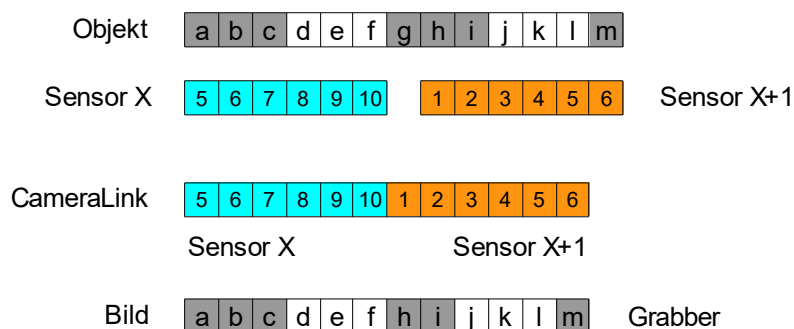


Abb. 2.2.4-3 Objekt und dessen Bild im FrameGrabber

Abb. 2.2.4-3 veranschaulicht die Auswirkung eines Gaps. Das Objekt wird von dem Sensor X, mit den Pixelnummern 5...10, im Bereich a...f und dem Sensor X+1, mit den Pixelnummern 1...6, im Bereich h...m erfasst. Die Pixel von Sensor X und die von Sensor X+1 werden jetzt nacheinander an den Frame Grabber übergeben. Der Objektbereich g ist verloren gegangen, da er von keinem der beiden Sensoren erfasst worden ist.

Unter der Voraussetzung, dass ein Objektmerkmal mindestens 3 Pixel groß ist, geht im Beispiel der Abb. 2.2.4-3 etwa 1/3 des Merkmals verloren.

Die Größe der Gaps entsprechen etwa der Pixelgröße eines 600 dpi-Chips von typisch 42,3  $\mu\text{m}$ .

## 2.2.5 Zero Gap Sensoren, staggered plus FIFO (VARICIS Familie)

Zur Vermeidung von Gaps können die Sensorchips auch versetzt und überlappt übereinander in einer Zweier-Reihe angeordnet werden. Der Nennversatz ( ca.  $100\text{ }\mu\text{m}$  ) der Symmetrieachsen der Pixelreihen ist dabei als ein ganzzahliges Vielfaches der Pixelgröße gewählt.



Abb. 2.2.5-1 Zero Gap, staggered

Durch ein zeilenweises Zwischenspeichern der Daten eines jeden zweiten Sensorchips in einem FIFO-Speicher können die beiden versetzten Zeilen dann zur Deckung gebracht werden. Sie werden zum geeigneten Zeitpunkt als eine Bildzeile ausgegeben.

Das Zwischenspeichern einiger Zeilen setzt allerdings voraus, dass die Pixel immer quadratisch sind. Jede Vorwärtsbewegung des Objektes um die Weglänge von einem Pixel löst einen Triggerimpuls ( siehe dazu 3.3.1 ).

Die Überlappung der einzelnen Chips verhindert sicher einen Spalt, führt aber dazu, dass die überlappten Pixel jetzt doppelt dargestellt werden.

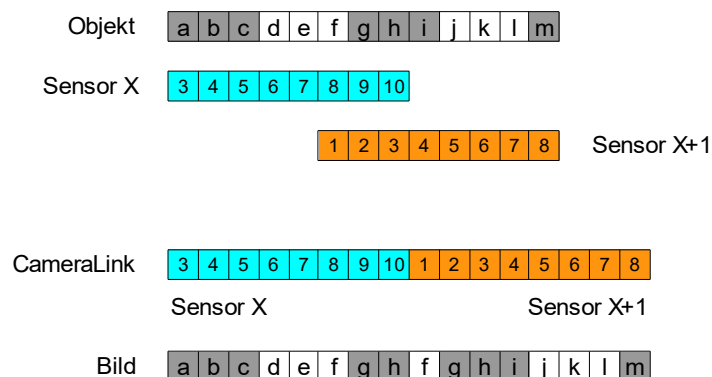


Abb. 2.2.5-2 Objekt und dessen Bild im FrameGrabber

Abb.2.2.5-2 veranschaulicht die überlappten Pixel. Das Objekt wird von dem Sensor X, mit den Pixelnummern 3...10, im Bereich a...h erfasst und im FIFO zwischengespeichert. 2 Triggerimpulse ( = 2 Zeilen ) später wird das Objekt von Sensor X+1, mit den Pixelnummern 1...8, im Bereich f...m erfasst. Die zwischengespeicherten Pixel von Sensor X und die aktuellen Pixel von Sensor X+1 werden jetzt nacheinander an den Frame Grabber übergeben. Der Objektbereich f...h ist doppelt vorhanden, da er von beiden Sensoren erfasst worden ist.

Die in Abbildung 2.2.4-2 dargestellten Toleranzen bei der Chipmontage treten hier natürlich auch auf. Die Toleranz in x-Richtung verursacht eine ungleichmäßige Überlappung der einzelnen Sensoren, die in y-Richtung Versätze zu den beiden Ideallinien.

Zero Gap Sensoren, staggered plus FIFO sind in den CIS-Sensoren mit 1200 und 2400 dpi Auflösung einschließlich des FIFO-Speichers standardmäßig eingebaut. Mit dem Line Delay - Befehl können die beiden Sensorzeilen zur Deckung gebracht werden.

Eine optional erhältliche Geometriekorrektur kann die Toleranzen in y-Richtung herausrechnen und die überlappenden Pixel in x-Richtung herauslöschen.

Für Applikationen in denen bei geringerer Auflösung keine Gaps zulässig sind, können diese Zero Gap Sensoren gebinnt werden, sodass auch bei beispielsweise 200 dpi ein lückenloses Bild entsteht.

## **2.2.6 Lasergestützte Geometriekorrektur beim VDCIS**

Durch mehrere, arrayförmig angeordnete Linsenoptiken, werden Teilbereiche des Objekts mit einem Abbildungsmaßstab auf die dazugehörigen Sensorchips abgebildet.

Zwischen den einzelnen Linsen blenden Linienlaser ein Vermessungsraster ein, das zum zusammenfügen der einzelnen Sensorbilder zu einem Gesamtbild dient.



## 2.3 Belichten und Belichtungssteuerung

### 2.3.1 Beleuchtung

Die Beleuchtung ist mit LED's realisiert. Sie sind in verschiedenen Farben, Lichtstärken und Abstrahlwinkeln verfügbar, lassen sich zu beliebig langen Zeilen zusammensetzen, lassen sich schnell ansteuern und mit 24 VDC betreiben.

Baugleiche LED's können sich untereinander stark in der emittierten Lichtstärke unterscheiden. Es können deshalb innerhalb LED-Zeilen Helligkeitsunterschiede auftreten. Bis zu einem gewissen Maß ist dies kein Mangel, da durch die Pixelkorrektur ( siehe dazu 3.4 ) diese Lichtstärkedifferenzen eliminiert werden.

Die LED-Zeilen sind in der Regel im gleichen Gehäuse seitlich neben den Sensoren untergebracht ( siehe Abbildung 2.1.1-1 ). Sie sind länger als die Sensorzeile, damit am Sensorende die gleichen Lichtverhältnisse herrschen wie in der Sensormitte.

Das Licht der LED-Zeilen kann mittels Zylinderlinsen auf den Arbeitsabstand und die Fokuslinie des Sensors gebündelt werden: diffuses Licht.

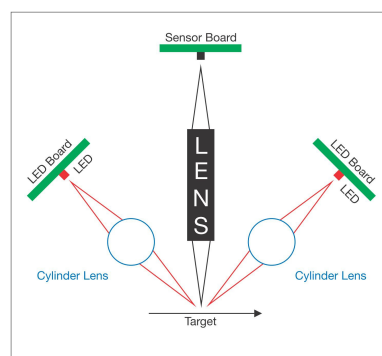


Abb. 2.3.1-1 diffuses Licht

Ein optisches Element, wie eine Glasscheibe, das in den Strahlengang der Lichtquelle zwischen CIS und Objekt eingefügt wird, verschiebt durch seinen Brechungsindex die Beleuchtungslinie von der Fokuslinie weg. Außerdem vergrößert sich der Arbeitsabstand um  $\frac{1}{3}$  der Glasdicke.

Das Licht kann auch mittels eines halbdurchlässigen Spiegels auf das abzutastende Objekt gerichtet werden: Coaxiale Beleuchtung.

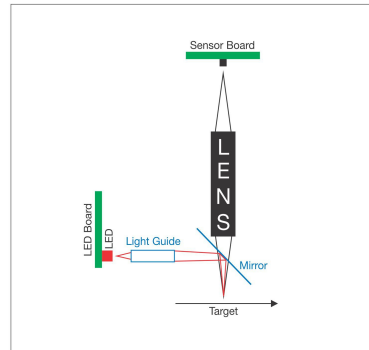


Abb. 2.3.1-2 coaxiales Licht

In der Druckschrift „**CIS Illumination Guide**“ wird ausführlich auf die verschiedenartigen Beleuchtungsmöglichkeiten, ihre Wirkungsweisen und Anwendungsbeispiele eingegangen.

Da Bildsensoren meist keine Farben unterscheiden können, bietet sich an, das Objekt mit verschiedenfarbigem Licht anzustrahlen. Deshalb wird im RGB-CIS mit roten, grünen und blauen LED's gearbeitet.

Alle CIS besitzen standardmäßig eine Belichtungssteuerung. Externe Beleuchtungseinheiten besitzen dazu ein eigenes Steuerkabel zum CIS.

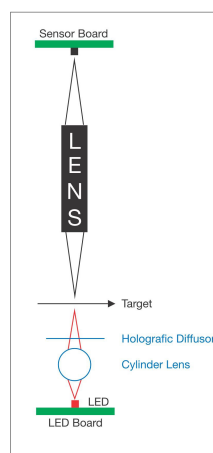


Abb. 2.3.1-3 externes Durchlicht

Die Beleuchtung wird im Terminal mit dem Befehl „**L1** Light on/off“ eingeschaltet und mit dem Befehl „**L0** Light on/off “ wieder ausgeschaltet.

### 2.3.2 Diffusor

LED's sind annähernd punktförmige Lichtquellen, die eine keulenförmige Abstrahlcharakteristik besitzen. Entlang einer LED-Zeile entsteht deshalb eine wellenförmige Lichtstärkeverteilung.

Bei stark reflektierenden Objekten oder bei Durchlichtbeleuchtungen wird dieses Muster von den Sensoren wiedergeben. In solchen Fällen werden holographische Diffusorfolien eingesetzt, die die Beleuchtung homogenisieren. Sie besitzen die Eigenschaft den runden Lichtkegel der LEDs in x-Richtung stark zu strecken, in der y-Richtung hingegen nicht oder nur schwach.



*Abb. 2.3.2.-1 Wirkung eines Diffusors*

In Abb. 2.3.2-1 ist rechts das punktförmige Licht der LED's zu sehen, auf der linken Seite sorgt eine holographische Diffusorfolie für ein homogenes Lichtband.

Beim Einsatz von Diffusorfolien muß mit einer Verlängerung der Belichtungszeit gerechnet werden.

Die eingesetzten Diffusorfolien besitzen einen Transmissionsgrad von 88-92 %. Zudem erfolgt nicht nur die gewünschte Diffusion in x-Richtung sondern auch zu einem geringen Teil in y-Richtung.

Optional können Diffusorfolien in den CIS eingesetzt werden, empfehlenswert ist ein Diffusor in einer externen Durchlichtbeleuchtung.

### 2.3.3 Filter

Für spezielle Einsatzbereiche kann die Beleuchtung mittels Filter angepasst werden. Farbfilter, UV-Filter, Polarisationsfilter, Sperrfilter können in den CIS integriert werden.

### 2.3.4 Belichtungssteuerung

Die Belichtungssteuerung steuert die LED's in Puls-Weiten-Modulation ( PWM ) an. Damit kann die Helligkeit (Exposure) eingestellt, die Helligkeit zur Zeilen-Abtast-Frequenz (Line Rate) angepaßt und eine Verschlüßfunktion (Shutter) erreicht werden.

Der Anwender stellt die für seine Anwendung geeignete Helligkeit ein. Dazu steht ihm im Terminal ( siehe dazu 3.1.2 Serielle Kommunikation ) der Befehl „**E**< ... > Set Exposure“ zur Verfügung, der direkt auf die Einschaltdauer der LED's wirkt.

Erhöht man die Zeilen-Abtast-Frequenz, so erhöht die Belichtungssteuerung automatisch die scheinbare Helligkeit. Dies ist notwendig, da durch die kürzere Belichtungszeit des Sensors mehr Licht einstrahlen muß, um den Sensor immer gleich hoch auszusteuern. Die ausgegebene Bildhelligkeit bleibt konstant.

Wird die Periodendauer der Zeilen-Abtast-Frequenz kleiner als die Belichtungszeit, so begrenzt die Belichtungssteuerung die Abtast-Frequenz. Das hat zur Folge, dass die Pixel von ihrer quadratischen Form in eine rechteckige übergehen, der Zeilenausgleich nicht mehr genau passt und ein Farbversatz im Bild auftritt.

Im Mode **M0** = free run wird bei der Eingabe der Parameter für **E** und **F** auf eine solche Konstellation im Terminal aufmerksam gemacht, im Mode **M1** = getriggert kann es hingegen leicht zu diesem Effekt führen.

Da das abzubildende Objekt sich nahe, Arbeitsabstand ca. 10 mm ( siehe auch 2.4.2 ), vor dem CIS befindet, schirmt es das Umgebungslicht ab, so dass kein Fremdlicht während der Dunkelphase der LED's in den CIS fällt. Dies ist mit einem geschlossenen Kameraverschluß vergleichbar. Trotzdem sollte der Lesebereich des CIS keinem unnötig hohen Fremdlicht ausgesetzt sein.

Triggerimpulse lösen in Abhängigkeit vom Modus „**M**<0-4>“ und Light on/off „**L**<0|1>“ die Belichtung der Zeile aus.

<b>M</b>	<b>L</b>	<b>Triggerimpulse</b>	<b>Belichtung</b>
0	0	dauernd, free-run	nein
0	1	dauernd, free-run	ja
1,2,3,4	0	keine, extern	nein
1,2,3,4	0	ja, extern	nein
1,2,3,4	1	keine, extern	nein
1,2,3,4	1	ja, extern	ja

Tab. 2.3.2-1 Triggerimpulse und Belichtung

### 2.3.5 Monochrom-CIS

Ein Monochrom-CIS schaltet für jede zu belichtende Zeile die gleichfarbigen LED-Zeilen ein und wieder aus. Die Schaltfrequenz der LED's beträgt zwischen minimal 100 Hz und 250 kHz und entspricht der gewählten oder getriggerten Zeilenfrequenz. Da für das menschliche Auge bereits Schaltfrequenzen von ca. 70 Hz nicht mehr sichtbar sind, wird die Beleuchtung als konstant scheinendes Licht wahrgenommen.

Es spielt fast keine Rolle, welche Lichtfarbe die LED's haben. Der Sensor reagiert nur auf Helligkeit. Aus ökonomischen Gründen werden als Standard rote LED's eingesetzt. Das abzutastende Objekt gibt unter Umständen eine andere Lichtfarbe vor.

Der Triggerimpuls löst die Belichtung der Zeile aus, die LED's werden entsprechend der gewählten Exposure-Time ( „E....“ ) eingeschaltet, danach werden die Sensoren in einen Pufferspeicher ausgelesen und auf den nächsten Triggerimpuls gewartet.

Monochrom-CIS besitzen nur 1 Belichtungsphase, d.h. jeder Triggerpuls löst nur eine Belichtung aus.

### 2.3.6 RGB-CIS

Ein RGB-CIS besitzt für jede Farbe eigene LED's. In einer LED-Zeile sind rote, grüne und blaue LED's nebeneinander angeordnet.

Die genaue Folge ist R-G-B-G. Dies entspricht der Bayer Matrix.

Ein Triggerimpuls löst eine 3-fache Belichtung der Zeile aus. In der Phase 0 wird rot, der darauffolgenden Phase 1 grün und in der letzten Phase 2 blau belichtet.

Zuerst werden alle roten LED's eingeschaltet, die Belichtungszeit rot läuft ab, die LED's abgeschaltet, der Sensor ausgelesen und die Helligkeitsinformation rot in den Pufferspeicher „rot“ geschrieben. Dies ist die Belichtungsphase 0, der die roten LEDs zugeordnet sind.

Anschließend werden alle grünen LED's eingeschaltet, die Belichtungszeit grün läuft ab, die LED's abgeschaltet, der Sensor ausgelesen und die Helligkeitsinformation grün in den Pufferspeicher „grün“ geschrieben. Dies ist die Belichtungsphase 1, der die grünen LEDs zugeordnet sind.

Nun werden noch alle blauen LED's eingeschaltet, die Belichtungszeit blau läuft ab, die LED's abgeschaltet, der Sensor ausgelesen und die Helligkeitsinformation

blau in den Pufferspeicher „blau“ geschrieben. Dies ist die Belichtungsphase 2, der die blauen LEDs zugeordnet sind.

Dies alles bewirkt ein einziger Triggerimpuls. Anschließend werden die drei Pufferspeicher gemeinsam ausgelesen und als RGB-Signal dem Framegrabber übergeben. Deshalb sind RGB-CIS in der Regel langsamer als Monochrom-CIS.

Dieser Vorgang wird mit Multiplex Approach bezeichnet.

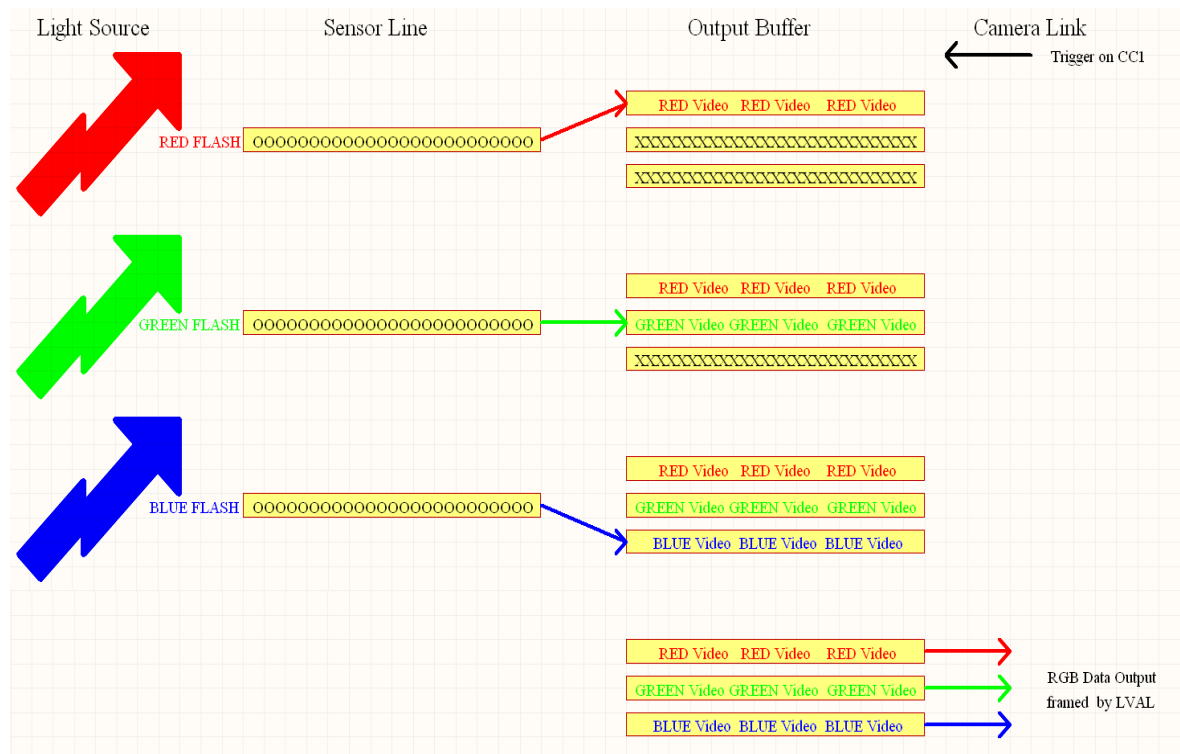


Abb. 2.3.6-1 Blitzen der Farben / Multiplex Approach

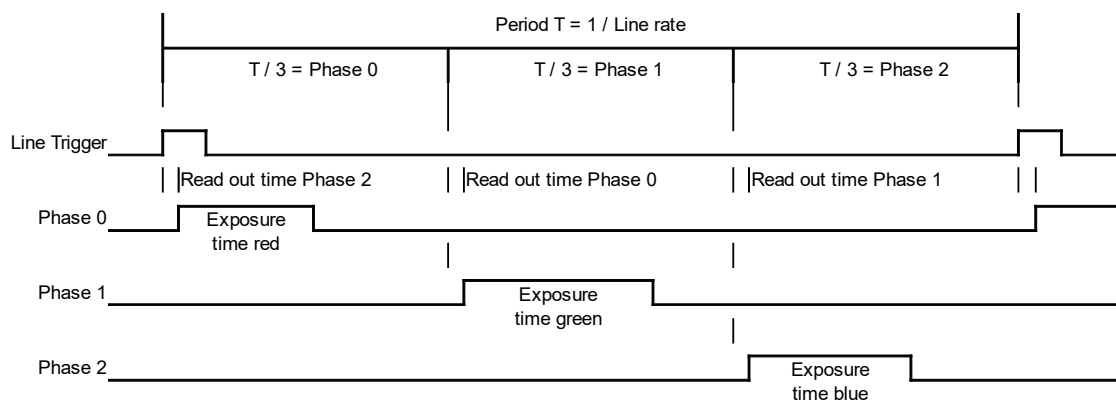


Abb. 2.3.6-2 Timing Diagramm einer RGB-Sequenz

Die Zeit zwischen 2 Triggerpulsen (Period T) wird auf die Anzahl der Belichtungsphasen (Phase 0...2) gleichmäßig aufgeteilt.

Durch die serielle Abarbeitung der einzelnen Farben kommt es dadurch zwangsläufig zu einem geringfügigem Versatz der Aufnahme. Der erste Farbkanal belichtet, leicht versetzt, eine andere Stelle als der zweite Farbkanal, usw., da sich das Abtastobjekt inzwischen minimal weiterbewegt hat. Der Versatz beträgt den Weg, den das Objekt während der Belichtungs- und Auslese-Zeit einer Farbe zurückgelegt hat. Da dieser Versatz bekannt ist, wird dies in den Pufferspeichern berücksichtigt und die Ausgabe so versetzt, dass keine Farbsäume entstehen.

Dem zeitlichen Versatz der einzelnen Farbzeilen steht eine geometrische Gleichheit gegenüber. Da jede Zeile mit den gleichen Sensoren ausbelichtet wird, entspricht ein Merkmal des Objekts exakt dem gleichen Pixel in allen 3 Farben.

### 2.3.7 Falschfarben-CIS

Nach dem gleichen Schema wie ein RGB-CIS kann auch nach Falschfarben sortiert werden. Ein RGB-CIS besitzt 3 verschiedenartige LED-Zeilen. Dabei wird jeder LED-Zeile ein Farbkanal zugeordnet. Somit entstehen mit einem Triggerimpuls 3 verschiedene Bilder des Objektes, abhängig von der räumlichen Position der jeweiligen LED-Zeilen.

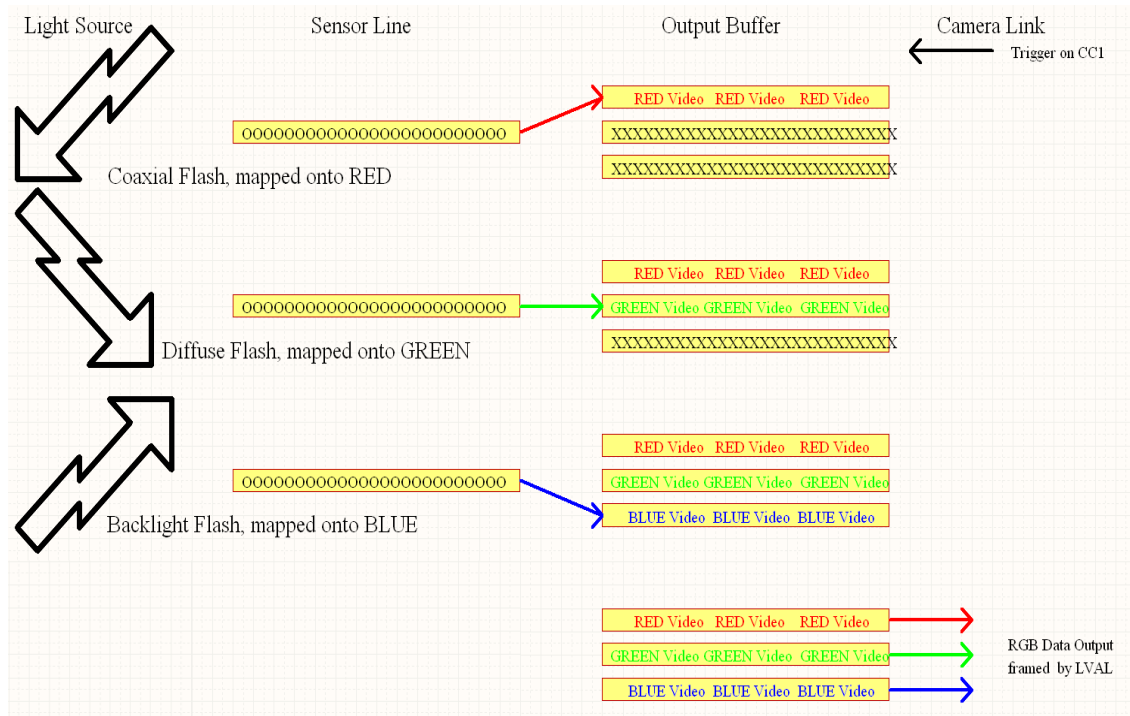


Abb. 2.3.7-1 Beispiel einer Falschfarben-Zuordnung

Im Beispiel wird zuerst mit coaxialem Licht geblitzt, anschließend mit diffusem Licht und zum Schluß mit externem Licht. Die so entstandenen 3 Bilder werden den RGB-Speichern zugeordnet und als RGB-Daten dem FrameGrabber übertragen.

Ein Falschfarben-RGB-CIS könnte auch anders konfiguriert sein:

z.B.: Ein Monochrom-CIS besitzt 1 LED-Zeile, aber diese Zeile wird nacheinander mit 3 verschiedenen Belichtungszeiten betrieben. Bei der Bildauswertung wird das aussagekräftigste Bild weiterverarbeitet.

z.B.: Ein RGB-CIS kann pro Triggerimpuls bis zu 16 verschiedene Beleuchtungskanäle steuern. So könnten beispielsweise eine interne direkte und eine externe Durchlicht-RGB-Beleuchtung mit unterschiedlichen Exposure Zeiten angewendet werden,

Diese Technik der Farben- und Falschfarben- Darstellung erlaubt es auch, spezielle Charakteristika der Farben zu erstellen, indem einfach die LED's angepaßt werden.



### 2.3.8 Mischlicht, Phasenmodell

Der CIS kann bis zu 16 Beleuchtungskanäle in bis zu 32 Belichtungsphasen bedienen. Die Kanäle können den Phasen beliebig zugeordnet werden. Die Helligkeit jedes Belichtungskanals kann eingestellt werden.

So könnte eine Anzeige im Terminal für 3 Phasen aussehen:

\*\*\* Exposure \*\*\*

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Phase 0:	140	0	0	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phase 1:	0	126	0	0	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phase 2:	0	0	136	0	0	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Phase 0 bis 2 sind die Belichtungsphasen.

C0 bis 15 sind die Beleuchtungskanäle:

- C0...2 RGB-LED-Reihe 0 diffus
- C3...5 RGB-LED-Reihe 1 diffus
- C6...8 RGB-LED-Reihe coaxial
- C9..15 externe RGB-LED-Reihe

Die Zahlen in den Matrixpunkten zeigen die aktuelle Exposure Zeit in 100 ns Schritten an.

Im diesem Fall liegt ein RGB-CIS mit 2 diffusen LED-Reihen vor. Die Kanäle C0 und C3 sind die roten LEDs mit der Exposure Zeit von 14 $\mu$ s, C1 und C4 sind die grünen LEDs mit 12,6  $\mu$ s und C2 und C5 die blauen LEDs mit 13,6  $\mu$ s.

Anderes Beispiel:

\*\*\* Exposure \*\*\*

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Phase 0:	100	0	0	100	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phase 1:	0	80	0	0	80	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
Phase 2:	0	0	85	0	0	85	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0

Im diesem Fall liegt ein RGB-CIS mit 2 diffusen LED-Reihen und einer coaxialen LED-Reihe vor. Die Kanäle C0 und C3 sind die roten diffusen LEDs mit der Exposure Zeit von 10  $\mu$ s, C1 und C4 sind die diffusen grünen LEDs mit 8  $\mu$ s und C2 und C5 die diffusen blauen LEDs mit 8,5  $\mu$ s. Die coaxialen Kanäle C6 rot mit 5  $\mu$ s, C7 grün mit 4  $\mu$ s und C8 blau mit 4,5  $\mu$ s leuchten zeitgleich mit den gleichfarbigen diffusen Kanälen, sodass ein Mischlicht aus diffus und coaxial entsteht.

## 2.4 Optik

### 2.4.1 GRIN Linsen Array

GRIN-Linsen ( Gradienten-Index-Linsen ) sind zylinderförmige Abschnitte ( Rod Lens ) einer Gradientenindexfaser. Sie hat die Eigenschaft, dass ihre Brechungszahl  $n$  zum Rand hin kontinuierlich abnimmt. Dadurch erfolgt keine Totalreflektion eingekoppelter Lichtstrahlen am Zylinderrand, sondern sie verlaufen sinusförmig gekrümmt durch die Faser.

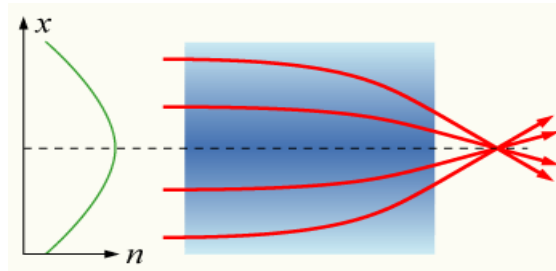


Abb. 2.4.1-1 Funktionsweise einer Gradienten-Index-Faser

Eine geeignete Wahl der Länge eines Faserabschnittes erzeugt vor den beiden Stirnflächen des Zylinders 2 identische Brennweiten und Arbeitsabstände. Ein Objekt vor der einen Stirnfläche wird identisch als Bild auf die andere Stirnfläche abgebildet, d. h. aufrechtes ( nicht-invertiertes ) Bild im Maßstab 1:1 ( siehe Abb. 2.4.1-2, links ). Die optischen Eigenschaften sind vergleichbar mit denen einer bikonvexen sphärischen Linse. Die GRIN-Linse besitzt jedoch nur einen Durchmesser von 1 mm oder weniger.

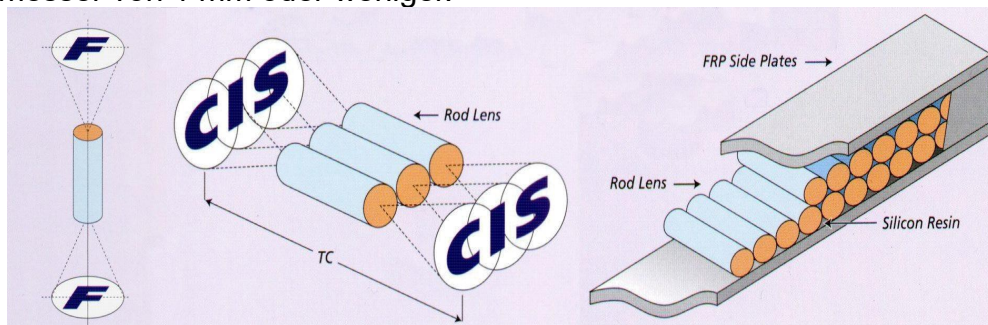


Abb. 2.4.1-2 GRIN-Linsen-Array

Entsprechend der Größe einer GRIN-Linse kann pro Linse nur ein kleiner Bereich abgebildet werden. Für die gewünschte Abbildung einer Bildzeile werden viele einzelne GRIN-Linsen nebeneinander zu einer Reihe zusammengefügt, deren Abbildungen sich dabei überlappen. Um die Abbildungseigenschaften weiter zu verbessern klebt man 2 Reihen nebeneinander, fasst sie mit 2 Deckplatten ein und erhält das abgebildete GRIN-Linsen-Array ( siehe Abb. 2.4.1-2, rechts ). Durch diese vielfache Überlappung wird eine hohe Homogenität der Bildhelligkeit erzielt. Die – unkorrigierten - Intensitätsschwankungen betragen etwa 7 % ( nach Herstellerangaben ).

## 2.4.2 Arbeitsabstand

In den verschiedenen CIS-Typen werden GRIN-Linsen-Arrays mit ca. 5....15 mm Arbeitsabstand verbaut. Das Maß „TC“ in Abbildung 2.4.1-2 ergibt sich aus:

$\text{Zylinderlinsenlänge} + 2 \cdot \text{Arbeitsabstand der GRIN-Linse}$

und ist vom Array-Typ fest vorgegeben.

In der Abbildung 2.1.1-1 ist aus dem prinzipiellen Aufbau eines CIS ersichtlich, dass sich vor dem GRIN-Linsen-Array noch eine Glasscheibe befindet. Sie besitzt meist eine Stärke von 2 mm. Deshalb verringert sich der nutzbare Arbeitsabstand des CIS um diese Glasstärke. Gleichzeitig erhöht dieses optische Element den Arbeitsabstand des GRIN-Linsen-Arrays um  $\frac{1}{3}$  der Glasstärke.

Das gleiche gilt, wenn durch eine Glasscheibe ein Objekt eingescannt werden soll. Die Fokuslinie verschiebt sich um  $\frac{1}{3}$  der Glasstärke und erhöht den Arbeitsabstand. Beispiel: Eine 3 mm dicke Scheibe erhöht den Abstand um 1 mm.

Ist der CIS mit einer coaxialen Beleuchtung ausgerüstet ( siehe Abb. 2.3.1-2 ), so ist zwischen Glasscheibe und GRIN-Linsen-Array noch der halbdurchlässige Spiegel angeordnet. Dieser verringert den nutzbaren Arbeitsabstand um ca 3 mm.

Die Angaben im Datenblatt beziehen sich immer auf den typisch nutzbaren Arbeitsabstand, d.h. der Abstand zwischen Glasscheibe des CIS und Objekt. Auf dem Typenschild eines jeden CIS ist der geprüfte Arbeitsabstand vermerkt. Im VDCIS mit Laserunterstützung werden Zeilenkamera-Arrays mit ca. 60 mm Arbeitsabstand verbaut.

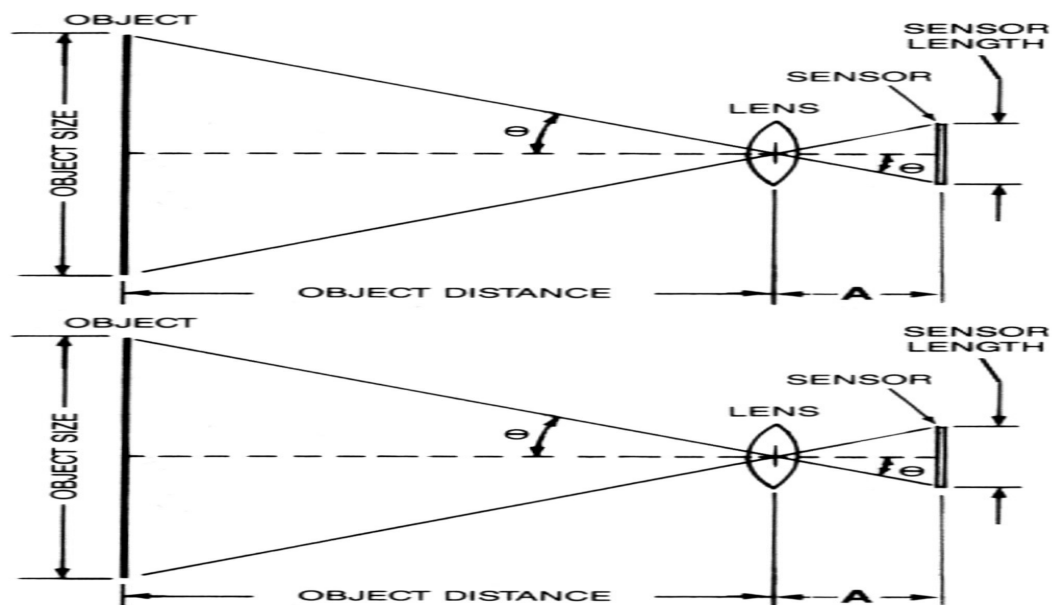


Abb. 2.4.2-1 Aufnahme eines Bilds mittels mehrerer, arrayförmig angeordneten Optiken

### 2.4.3 Schärfentiefe

Die Schärfentiefe ( DOF = Depth of Field ) ist die Ausdehnung des Bereichs vor und hinter der Bildebene, in dem das Bild noch als scharf bezeichnet werden kann.

Die Bestimmung der Schärfentiefe erfolgt über eine Messung der Modulationsübertragungsfunktion MTF ( Modulation Transfer Function ). Die MTF ist die mathematische Beschreibung des Kantenkontrastes des Bildes im Verhältnis zum Kantenkontrast des zugehörigen Objektes.



*Abb. 2.4.3-1 Kantenkontraste Objekt – Bild*

Die MTF ist definiert zu:

$$MTF = \frac{[ \text{weiß (Objekt)} - \text{schwarz (Objekt)} ] / [ \text{weiß (Objekt)} + \text{schwarz (Objekt)} ]}{[ \text{weißReferenz} - \text{schwarzReferenz} ] / [ \text{weißReferenz} + \text{schwarzReferenz} ]}$$

(Objekt)      Linienraster: 1 Linienpaar / mm auf 8 Pixel des Sensors

In die Formel sind die jeweiligen Grauwerte einzusetzen.

Der Bereich vor und hinter dem Arbeitsabstand, innerhalb dessen die MTF größer als 10 % ist, ist als Schärfentiefe definiert und wird in mm angegeben.

In der folgenden Tabelle ist die Schärfentiefe für den jeweiligen Arbeitsabstand des CIS in Abhängigkeit von der Sensorauflösung zusammengestellt

dpi	Schärfentiefe [mm]
<b>Standard-CIS</b>	
25	+ 16 / -10
50	± 8
75	± 6
100	± 4
150	+/- 3 mm (10% MTF @ 0.75 lp/mm)
200	± 2
300	+/- 1.5 mm (10% MTF @ 1.5 lp/mm)
400	± 1
600	+/- 1 mm (10% MTF @ 3 lp/mm)
1200	+/- 0.5 mm (10% MTF @ 6 lp/mm)
<b>VDCIS Laserunterstützt</b>	
200	10 mm (10% MTF @ 1 lp/mm)
400	5 mm (10% MTF @ 2 lp/mm)
800	2.5 mm (10% MTF @ 4 lp/mm)

Tab. 2.4.3-1 Schärfentiefebereiche

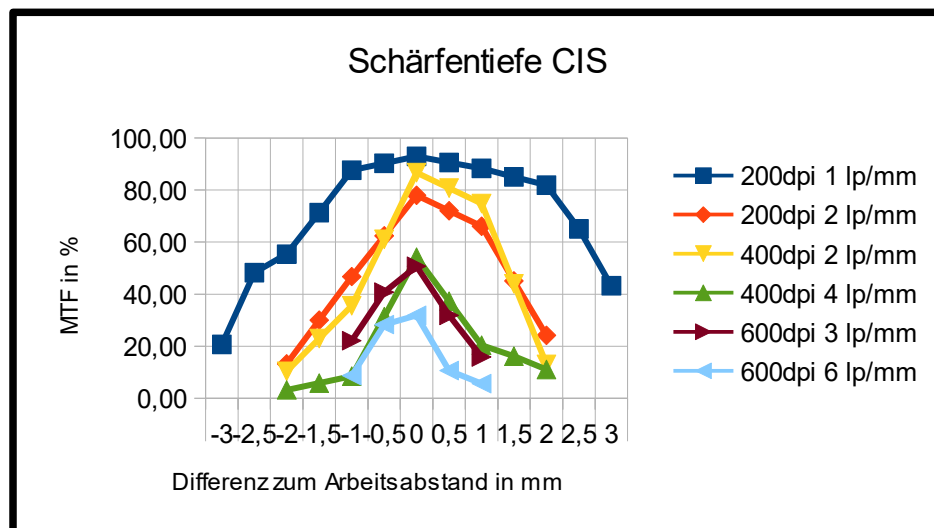


Abb. 2.4.3-2 Schärfentiefekurven

## 2.5 Bildübertragung

### 2.5.1 Camera Link

#### 2.5.1.1 Camera Link Standard

Die erste Version von Camera Link wurde im Jahre 2000 veröffentlicht. Camera Link basiert auf dem Channel Link Protokoll von National Semiconductor. Camera Link ( CL ) ist eine Schnittstelle der industriellen Bildverarbeitung für schnelle Bildübertragung in Echtzeit. Die maximale Pixelfrequenz beträgt 85 MHz. Mehrere parallele Streams, die sogenannten Taps, erlauben einen hohen Datendurchsatz.

Camera Link gibt es in fünf Konfigurationen:

- Lite ( maximal 10 Bit pro Takt )
- Base ( maximal 24 Bit pro Takt ) - z.B.: 255 MB/s bei 3 Taps à 8 Bit
- Medium ( maximal 48 Bit pro Takt ) - z.B.: 510MB/s
- Full ( maximal 64 Bit pro Takt ) - z.B.: 680 MB/s bei 8 Taps
- Full 80 bit ( maximal 80 Bit pro Takt ) - z.B.: 850 MB/s bei 10 Taps

Es können sowohl monochrome wie auch farbige Bilder übertragen werden.

Die Lite-Konfiguration spielt für den CIS keine Rolle.

In der Base-Konfiguration wird 1 Camera Link Kabel benötigt, für Medium- Full- und Full 80 bit-Konfiguration 2 Kabel. Der CIS benützt im allgemeinen die Base-Konfiguration. Wird die Datenrate zu groß für einen CL-Anschluß, dann wird ein zweiter CL-Anschluß hinzugefügt und die Konfiguration Medium oder Full 80 bit gewählt.

Die Full-Konfiguration spielt keine Rolle, da 2 x RGB auch in Medium übertragen werden kann.

Der erste CL-Anschluß ist als Master definiert und überträgt als einziger die Image enable-, Camera Control- und Kommunikations-Signale ( siehe auch 2.5.1.3 ).

Eine CL-Kamera wird mittels eines CL-Kabels mit einem CL-Framegrabber verbunden, welcher als Steckkarte in einem PC eingebaut ist.

## VTCIS Standard Mono Modes

	Connector 1			Connector 2						Connector 3			Connector 4					
<b>Base</b>	PORT A																	
	PORT A	PORT B																
	PORT A	PORT B	PORT C															
<b>Medium</b>	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D														
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT F													
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT F	PORT F												
<b>Full</b>	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G											
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H										
<b>2x Full</b>	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			PORT A							
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			PORT A	PORT B						
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			PORT A	PORT B	PORT C					
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			PORT A	PORT B	PORT C	PORT D				
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E			
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F		
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H



	Connector 1			Connector 2							Connector 3			Connector 4							
Full 80	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I												
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J											
2x Full 80	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A										
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B									
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B									
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B	PORT C								
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D							
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E						
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F					
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G				
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H			
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I		
	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	PORT A	PORT B	PORT C	PORT D	PORT E	PORT F	PORT G	PORT H	PORT I	PORT J	

## VTCIS Standard RGB Modes

	Connector 1			Connector 2						Connector 3			Connector 4					
Base	PO RT A	PO RT B	PO RT C															
Medium	PO RT A	PO RT B	PO RT C	PO RT D	PO RT E	PO RT F												
Full	P O RT A	P O RT B	P O RT C	P O RT D	P O RT E	P O RT F												
2x Full	P O RT A	P O RT B	P O RT C	P O RT D	P O RT E	P O RT F				P O RT A	P O RT B	P O RT C						
	P O RT A	P O RT B	P O RT C	P O RT D	P O RT E	P O RT F				P O RT A	P O RT B	P O RT C	P O RT D	P O RT E	P O RT F			
Full 80	PO RT A	PO RT B	PO RT C															
	PO RT A	PO RT B	PO RT C	PO RT D	PO RT E	PO RT F												
	PO RT A	PO RT B	PO RT C	PO RT D	PO RT E	PO RT F	PO RT G	PO RT H	PO RT I									
2x Full 80	PO RT A	PO RT B	PO RT C	PO RT D	PO RT E	PO RT F	PO RT G	PO RT H	PO RT I	PO RT A	PO RT B	PO RT C						
	PO RT A	PO RT B	PO RT C	PO RT D	PO RT E	PO RT F	PO RT G	PO RT H	PO RT I	PO RT A	PO RT B	PO RT C	PO RT D	PO RT E	PO RT F			
	PO RT A	PO RT B	PO RT C	PO RT D	PO RT E	PO RT F	PO RT G	PO RT H	PO RT I	PO RT A	PO RT B	PO RT C	PO RT D	PO RT E	PO RT F	PO RT G	PO RT H	PO RT I

## VTCIS Standard 2 Color Mode as RGB Subset

	Connector 1			Connector 2						Connector 3			Connector 4					
Base	PO RT A	PO RT B																
Medium	PO RT A	PO RT B		PO RT D	PO RT E													
Full	P O RT A	P O RT B		P O RT D	P O RT E													
2x Full	P O RT A	P O RT B		P O RT D	P O RT E					P O RT A	P O RT B							
	P O RT A	P O RT B		P O RT D	P O RT E					P O RT A	P O RT B		P O RT D	P O RT E				
Full 80	PO RT A	PO RT B																
	PO RT A	PO RT B		PO RT D	PO RT E													
	PO RT A	PO RT B		PO RT D	PO RT E	PO RT G	PO RT H											
2x Full 80	PO RT A	PO RT B		PO RT D	PO RT E	PO RT G	PO RT H			PO RT A	PO RT B							
	PO RT A	PO RT B		PO RT D	PO RT E	PO RT G	PO RT H			PO RT A	PO RT B		PO RT D	PO RT E				
	PO RT A	PO RT B		PO RT D	PO RT E	PO RT G	PO RT H			PO RT A	PO RT B		PO RT D	PO RT E		PO RT G	PO RT H	

### 2.5.1.2 Camera Link Kabel

Die maximale Kabellänge ist vom Pixeltakt ( Pixelclock ) und vom verwendeten Kabeltyp abhängig:

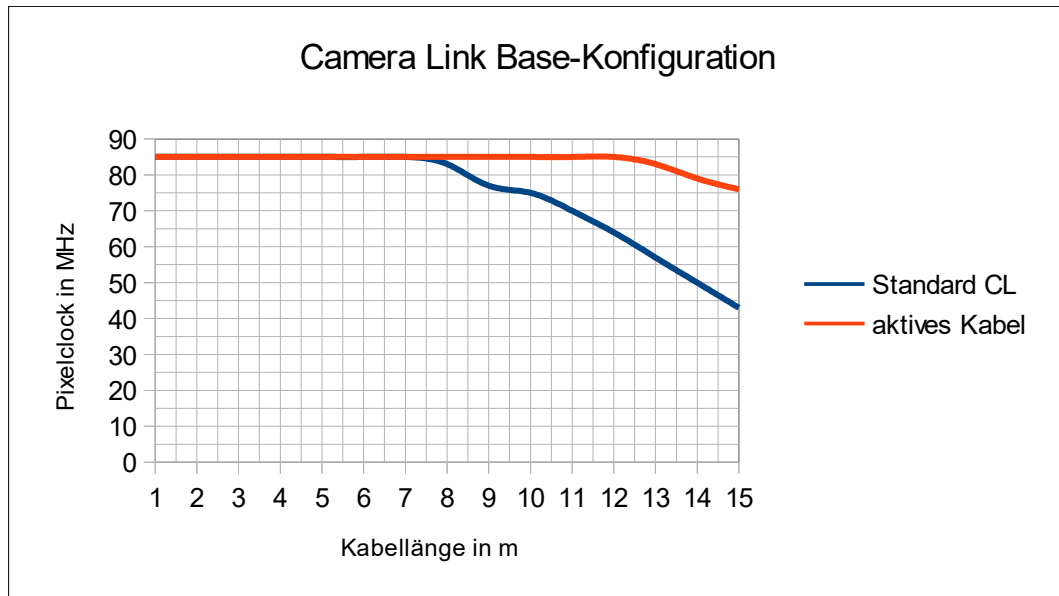


Abb. 2.5.1.2-1 Kabellänge und Pixelclock

Camera Link-Kabel sind in mehreren Standard-Längen und -Spezifikationen erhältlich. Für den im TiVi-CIS standardmäßig verwendeten 85 MHz Pixelclock sollte sicherheitshalber eine Länge für das Standard-Kabel von 5 m nicht überschritten werden.

Für spezielle CIS-Ausführungen können in Verbindung mit selektierten CL-Kabeln Längen von bis zu 15 m überbrückt werden.

Aktive-Kabel besitzen eine integrierte Signalanpassung und Vorverstärkung, die eine Kabel-Länge von ca 15 erlauben.

Bei einigen CIS-Modellen ist es möglich die Pixelclock auf 60, 40 oder 25 MHz abzusenken. Dadurch wird es möglich ein längeres Kabel zu verwenden. Erkauft wird sich dies durch eine Absenkung der übertragenen Datenrate.

Eine weitere Möglichkeit, längere Wegstrecken vom CIS zum FrameGrabber zu überwinden ist der Einsatz eines Repeaters ( siehe 2.5.1.5 )



*Abb. 2.5.1.2-2 CameraLink Kabel mit 2 MDR-26-Steckern*

Als Stecker ist ein MDR-26-Stecker oder ein 26-poliger SDR-Stecker von 3M definiert. Die Stecker sind mit verschiedenen Kabelabgängen verfügbar, z.B. gerade, seitlich, gewinkelt.

Es sind Stecker mit Arretierungsschrauben zu verwenden.

Standardmäßig sind die TiVi-CIS mit MDR-Anschlüssen ausgestattet.

Die kleineren SDR-26-Stecker werden von einigen Framegrabber verwendet. Bei der Kabelbeschaffung ist dies zu berücksichtigen.

Ab der Camera Link Version 1.2 ist zusätzlich eine Power over Camera Link ( PoCL ) Schnittstelle definiert.

Somit kann über spezielle PoCL-Kabel eine Stromversorgung einer Kamera erfolgen. Sie kann bei 12 VDC maximal 333 mA übertragen.

Diese kann für die TiVi-CIS aufgrund der Versorgungsspannung von 24 VDC und dem höheren Strombedarf der integrierten Beleuchtung nicht verwendet werden.

**Achtung: PoCL-Kabel sind mit Standard-CL-Kabel nicht kompatibel.**

### 2.5.1.3 Camera Link Signale

Der Camera Link-Standard legt die Camera Signale fest:

**Video Data = Image Data**

**Image Enable signals**

Diese Signale beschreiben den Status der übertragenen Pixel:

Signal-Name	Abk.	CIS-Pegel	Erklärung
Frame Valid	FVAL	konstant high (1)	nicht benötigt für Zeilenkameras
Line Valid	LVAL	high (1)	für gültige Pixel pro Zeile
Data Valid	DVAL	konstant high (1)	nur für sehr langsame Zeilenraten aktiv

*Tab. 2.5.1.3-1 Pixel Qualifier Signal*

Im CIS ist in der Regel nur das Line Valid Signal aktiv.

#### Camera Control Signals

4 Camera Control Signale, CC1...CC4, für die je ein LVDS-Leitungspaar ( Low Voltage Different Signaling ) vorhanden ist, sind frei konfigurierbar. CC1 ist für das externe Triggersignal der Kamera vorgesehen und wird auch bei den CIS so verwendet. CC2....CC4 sind nicht benutzt.

#### Serielle Kommunikation

Für die Kommunikation zwischen PC und Kamera stehen zwei LVDS – Interface-Standard ( Low Voltage Different Signaling ) Leitungspaare zur Verfügung. Das serielle Interface besitzt die Merkmale:

9600 Baud  
no handshake  
no parity  
1 start bit  
1 stop bit

Mit Hilfe eines Terminalprogrammes ist die Kommunikation mit der Kamera möglich.

### **2.5.1.4 Camera Link FrameGrabber**

Der CIS stellt eine Sonderform der Zeilenkamera dar, die der Grabber beherrschen muß.

Der CIS, in der Camera Link Version, arbeitet standardmäßig in der Base-Konfiguration mit einer Pixelfrequenz von 85 MHz. So können RGB-Daten mit bis zu 255 MB/s übertragen werden.

Standardmäßig erfolgt die serielle Kommunikation über das RS-232 – Interface und die Triggerung über das CC1-Signal der Camera Link Schnittstelle.

Beide Signale werden über den Framegrabber und das Camera Link Kabel zum CIS durchgeschleift.

Die Triggersignale können in der Regel durch Verteiler und /oder Vervielfacher an den CIS angepaßt werden.

Das Terminalprogramm zur seriellen Kommunikation wird über eine COM-Schnittstelle oder eine DLL an den FrameGrabber eingebunden oder der Grabber stellt eine eigene Eingabemaske bereit.

In den CIS Datenblättern ist die Anzahl der Camera Link-Anschlüsse angegeben, sowie die Anzahl der Ports je Anschluß.

Für jeden Camera Link-Anschluss ist ein eigener FrameGrabber notwendig oder ein Grabber mit mehreren Anschlüssen.

Bei der Übertragung von RGB-Signalen werden alle Ports eines Base-Anschluß voll belegt.

Bei der Übertragung von Monochrom-Signalen werden bei hohen Datenmengen die Signale auf mehrere Ports verteilt und im Frame Grabber wieder richtig aneinandergereiht. Sind im Datenblatt beispielsweise 2 Ports angegeben, so wird im FrameGrabber 2 Taps links nach rechts eingestellt.

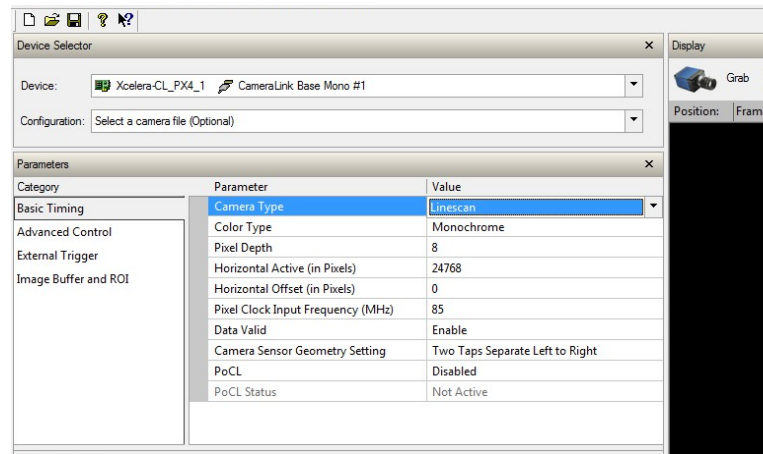


Abb. 2.5.1.4-1 Beispiel im Dalsa FrameGrabber

### Camera Sensor Geometrie Setting –Two Taps Separate Left to Right

Weitere Auswahlkriterien sind die maximale Pixelanzahl des CIS und die zu verarbeitende Datenrate.

## 2.5.1.5 Camera Link Repeater

Die Camera Link Kabel sind bei einer Pixelclock von 85 MHz auf eine Länge von etwa 5 m beschränkt. Mit dem Repeater bietet Tichawa Vision eine Verdoppelung der erreichbaren Kabellänge an. Der Repeater befindet sich in einem separaten Gehäuse und wird zwischen 2 Camera Link Kabeln eingefügt.

Er enthält einen Camera Link Empfänger- und einen Camera Link Sender-Baustein. Der Repeater empfängt das bereits abgeschwächte Signal, wandelt es in ein RGB-Signal um, speist damit den Senderbaustein und gibt das aufgefrischte Camera Link Signal an das nächste Kabel weiter. Camera Link Senderbausteine können nur eine bestimmte Kabellänge treiben. Wird diese Länge überschritten, kann das Videosignal so weit abgeschwächt sein, dass ein störungsfreier Empfang im FrameGrabber nicht mehr möglich ist.

Der Repeater benötigt eine 5 VDC, 200 mA Stromversorgung, die über den Empfangsrechner via USB bereitgestellt werden kann.



## 2.5.2 GigE Vision

GigE Vision ist ein Mitte 2006 eingeführter Interface-Standard für die industrielle Bildverarbeitung. Er ermöglicht den Anschluss von Industriekameras über Netzwerke durch die Nutzung des Gigabit-Ethernet-Standards.

Die Eigenschaften des GigE Vision Standards:

- Hohe Datenraten – bis zu 100 MB/s ( basierend auf Gigabit-Ethernet )
- Kabel-Längen bis zu 100 Meter ohne Verstärkung
- Low Cost CAT5e oder CAT6 Kabel
- Vielfältiges Angebot an speziellen Kabeln, z.B. schleppkettentauglich, robotertauglich,...
- Basierend auf bestehenden Ethernet Standards und vorhandener Hard-und Software
- Mehrere Kameras an einem Host

Der Standard, den ca 50 Firmen ins Leben gerufen haben, soll auf Basis des Protokolls UDP/IP und der GenICam Schnittstelle eine Austauschbarkeit von Hardwareprodukten gewährleisten und herstellerunabhängige Software für beliebige GigE Vision Kameras ermöglichen.

Die Stecker sind mit verschiedenen Kabelabgängen verfügbar, z.B. gerade, seitlich, gewinkelt, mit horizontalen oder vertikalen Kontakten.  
Es sind Stecker mit Arretierungsschrauben zu verwenden.

Der CIS, in der GigE Version, mit einer Pleora IP Engine ausgestattet, arbeitet standardmäßig mit einer Pixelfrequenz von 40 MHz.

Die empfohlene Kabellänge beträgt 30 m für ein CAT5e Kabel.

Die Kommunikation läuft über das Netzkabel, während für die Triggerung ein eigenes Kabel zum CIS notwendig ist.

Standardmäßig ist der MaxiCIS als GigE-Version lieferbar. In diesem CIS ist genug Platz, um die Pleora IP-Engine unterzubringen.

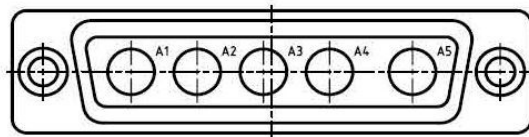
## 2.6 Stromversorgung

### 2.6.1 Power Stecker



**WARNUNG:** Es ist äußerst wichtig nur die richtige Betriebsspannung anzulegen. Falsche oder verpolte Spannung kann den CIS beschädigen !

Die Steckverbindung für die Stromversorgung ist die TiVi-Type 03974.



*Abb. 2.6.1-1 Zeichnung der Power Steckverbindung*

PIN	Signal	Ader-Nr
A1	+ 24 V	1
A2	+ 24 V (LED)	2
A3	frei	5
A4	GND (LED)	3
A5	GND	4

*Tab. 2.6.1-1 Pinbelegung Power Steckverbindung*

Die Steckverbindung ist eine 5-polige D-SUB mit Hochstromkontakten.

Jeder Stecker-PIN (nicht PIN 3) muss mit einer Kabelader verbunden werden und jede Kabelader muss auf eine Netzgeräteklemme aufgelegt sein.

## 2.6.2 Powerkabel

Der CIS benötigt eine Versorgungsspannung von +24 VDC and GND. Sie darf maximal um  $\pm 1$  V schwanken. Entscheidend ist die Spannung direkt am CIS und nicht an den Abgangsklemmen des Netzgerätes.

Passend zu den CIS bieten wir ein konfektioniertes, flexibles Powerkabel mit  $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$  an. Hierbei werden jeweils 2 Adern für +VDC und GND zusammengeschaltet, sodass ein effektiver Leitungsquerschnitt von  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2 = 3 \text{ mm}^2$  zur Verfügung steht. An der einen Seite ist der passende Powerstecker für den CIS montiert, auf der anderen Ende sind blanke Aderendhülsen, geeignet um an den Netzgeräteklemmen eingeschraubt zu werden.

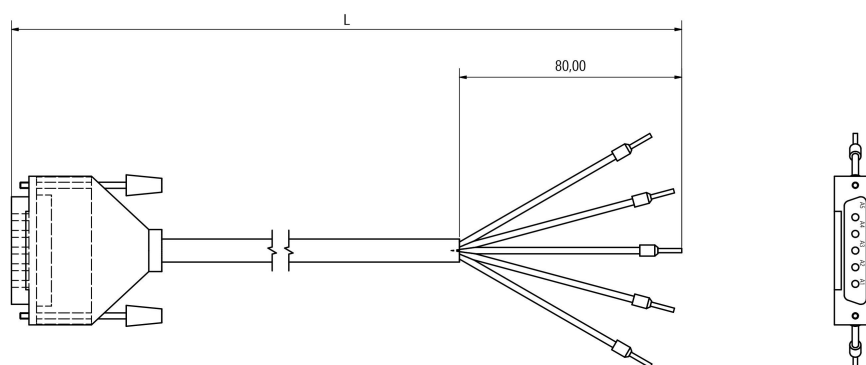


Abb. 2.6.2-1 Powerkabel

Kabellänge [ m ]	Leitungslänge [ m ]	Aderquer- schnitt [ mm <sup>2</sup> ]	Widerstand [ $\Omega$ ]	Strom [ A ]	Spannungs- abfall [ V ]
3	6	2 x 1,5 mm <sup>2</sup> parallel = 3 mm <sup>2</sup>	0,0356	2	0,07
5	10		0,0593	2	0,12
10	20		0,1187	2	0,24
3	6	2 x 1,5 mm <sup>2</sup> parallel = 3 mm <sup>2</sup>	0,0356	5	0,18
5	10		0,0593	5	0,30
10	20		0,1187	5	0,60
3	6	2 x 1,5 mm <sup>2</sup> parallel = 3 mm <sup>2</sup>	0,0356	10	0,36
5	10		0,0593	10	0,60
10	20		0,1187	10	1,19

Tab 2.6.2-1 Spannungsabfall bei einer von Temperatur 20°C

Eine Betrachtung des Spannungsabfalls über dem Power-Kabel sollte bei der Planung durchgeführt werden, da der CIS, je nach Beleuchtung, einen erheblichen Strombedarf besitzen kann.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass bei einem 10 m-Kabel und einer Stromaufnahme von 10 A die Spannungstoleranz bereits überschritten ist.

Die Standardlängen des Powerkabels betragen 2 m, 3 m 5 m und 10 m. Andere Längen sind auf Anfrage verfügbar.

Der rechnerische Maximalstrom jedes Standard-CIS wird im Datenblatt angegeben, bei Sonderausführungen ist er im Angebot vermerkt und ist auf dem Typenschild angegeben.

### 2.6.3 Remote Sense Leitungen

In Anwendungsfällen, die ein sehr langes Power Kabel erfordern oder eine starke Beleuchtung mit entsprechend hohem Strombedarf benötigt wird, ist es sinnvoll eine Stromversorgung mit Remote Sense-Leitungen zu wählen.

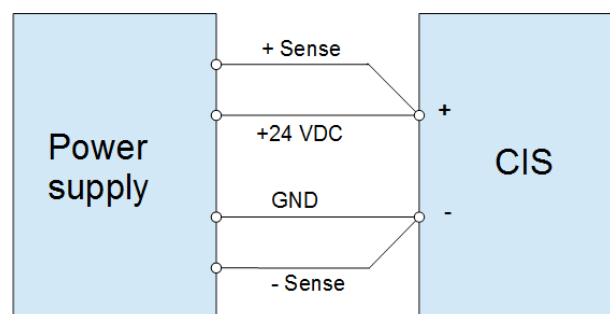


Abb. 2.6.3-1 Remote Sense Leitungen

Die Fühlerleitungen messen die Spannung direkt am CIS und das PowerSupply kann somit den Spannungsabfall auf der Lastleitung ausregeln. Das PowerSupply muss für solche Fühlerleitungen ausgerüstet sein.

Solche Stromversorgungen mit den entsprechenden Kabeln sind auf Anfrage verfügbar.

## 2.6.4 Netzgerät

### Sicherheitskleinspannung

**SELV** ( Safety Extra Low Voltage ) ist nach IEC/EN 60950 eine Sicherheitskleinspannung. Sie darf 25 VAC oder 60 VDC nicht übersteigen. Selbst beim direkten Berühren spannungsführender Teile besteht keine Gefahr durch Körperströme für den Menschen.

Die ebenfalls geforderte sichere Trennung wird bei Netzgeräten durch doppelte oder verstärkte galvanische Trennung von Primär- und Sekundärseite mithilfe von Sicherheitstransformatoren erreicht.

Ein Stromkreis, der den SELV – Vorgaben entspricht, darf sekundärseitig keine galvanische Verbindung zur Erde aufweisen.

**PELV** ( Protective Extra Low Voltage ) ist nach IEC/EN 60950 eine Schutzkleinspannung mit sicherer Trennung. Es gelten die gleichen Vorschriften wie bei Netzgeräten nach SELV.

Der Unterschied ist:

Die von PELV Stromkreisen versorgten Verbraucher dürfen geerdet sein.

### Funktionserde

Ein Stromkreis, der den PELV – Vorgaben entspricht, muß für die Vorschrift „elektrische Ausrüstung für Maschinen“ sekundärseitig eine galvanische Verbindung zur Erde aufweisen.

Dies ist jedoch keine Schutz Erde, sondern eine Funktionserde: Sie dient zur Ableitung von statischen Ladungen und elektromagnetischen Störungen.

Im CIS sind die GND-Kontakte des Powersteckers mit dem CIS-Gehäuse verbunden. Bei der Montage des CIS ist auf eine gute elektrische Verbindung zum Befestigungsträger und dessen Betriebserde zu achten. Dies darf die einzige Verbindung des CIS-PELV-Stromkreises zur Betriebserde sein, damit Masseschleifen verhindert werden, die unkontrollierte Ausgleichsströme hervorrufen könnten.

Eine Verbindung der GND-Klemmen des Netzgerätes zur Erde ist **nicht** zulässig.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang eine gute Betriebserde, an der alle elektrischen Komponenten niederohmig angebunden sind.

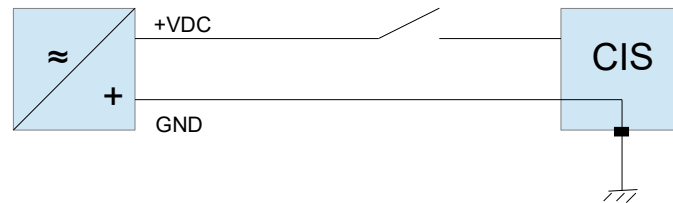
Schlechte oder fehlerhafte Betriebserden können Bildfehler verursachen: Ist die Erdpotentialdifferenz zwischen dem CIS und dem Framegrabber / PC größer als 200 mV, so kann es zu Gleichtaktstörungen im Camera Link kommen, die dann als Bildfehler in Erscheinung treten.

Unsaubere Erdung kann bei externen Beleuchtungen, die vom CIS angesteuert

werden, ein Glimmen der LEDs im ausgeschalteten Zustand hervorrufen.

### **Stromkreis**

Es ist zu empfehlen, die Stromversorgung des CIS im 24 V Zweig zu schalten, damit in der Initialisierungsphase des CIS eine saubere Gleichspannung anliegt.



*Abb. 2.6.4-1 CIS Powerstromkreis*

Geeignet sind auch Netzgeräte, die erst dann die Spannung auf die Ausgangsklemmen legen, wenn die 24 V eingeschwungen sind.

## 3 Software-Funktionen des Industrial Contact Image Sensor (CIS)

### 3.1 Steuerung des CIS

#### 3.1.1 Triggern

Durch das Triggern des CIS wird die Zeilenfrequenz mit der Geschwindigkeit des Objekts synchronisiert. Ein korrektes Bild setzt quadratische Pixel voraus. Dies ist gegeben, wenn jede Vorwärtsbewegung des Objektes um die Weglänge von einem Pixel einen Triggerimpuls auslöst. In der Regel wird hierzu ein Encoder an der Transporteinrichtung des Objektes montiert.

Beispiel:

Bei dem Einsatz eines 600 dpi CIS mit einer Pixelgröße von 42,3 µm muss der Encoder einen Impuls abgeben, wenn sich das Objekt ebenfalls um 42,3 µm vorwärts bewegt hat.

Von der Präzision der Triggersignalerzeugung hängt unmittelbar auch die Bildqualität ab.

Jede steigende Signalfanke des Triggerimpulses löst die Bildaufnahme einer Zeile aus. Das bedeutet, die Beleuchtung wird für die Dauer der exposure time „E“ eingeschaltet, die Sensorchips werden anschließend ausgelesen und danach auf die nächste steigende Signalfanke des Triggerimpulses gewartet.

Die Anzahl der Triggerimpulse pro Sekunde wird als Zeilenfrequenz bezeichnet. Sie stellt im Grunde genommen eine Wegstrecke dar:

$$\text{Zeilenfrequenz in Hz} \cdot \text{Pixelgröße in mm} = \text{Geschwindigkeit des Objektes in mm / Sekunde}$$

Die Impulsdauer des Triggerpulses sollte **>1 µs** betragen. Sie kann in der Regel im Frame Grabber eingestellt werden.

Der CIS besitzt 5 Trigger-Modi, die durch den Befehl

„**M**<0-4> Set Mode“ gewählt werden.

- M0** freilaufend
- M1** externer Trigger über CC1
- M2** externer Trigger, Quadratur Signal X Eingang
- M3** externer Trigger, Quadratur Signal Y Eingang
- M4** Slave Modus

Im „**M0** freilaufend“ - Modus werden die notwendigen Triggerimpulse im CIS selbst erzeugt. Mit dem Befehl

„**F**<freq[Hz]> Set Linefrequency“ wird die Zeilenfrequenz festgelegt.

Für den „**M1** externer Trigger über CC1“ - Modus müssen die notwendigen Triggerimpulse von außen über das Camera Link Kabel in den CIS eingespeist werden. Hierzu wird das Camera Control Signal CC1 benutzt.

Siehe dazu auch:

Kapitel 2.5.1.3 Camera Link Signale und 2.5.1.4 Camera Link FrameGrabber.

Die aktivierte Beleuchtung („L1“) des CIS ist bei fehlenden Triggerimpulsen automatisch ausgeschaltet und wird bei eintreffenden steigenden Impulseflanken wieder eingeschaltet.

Zu beachten ist dies besonders, wenn der CIS auf einem Schlitten montiert ist, und eine ständige Vor- und Rückwärtsbewegung stattfindet. Jede Bewegung erzeugt Triggerpulse. Somit ist die Beleuchtung nur im Augenblick der Richtungsumkehr ausgeschaltet. Wenn die Beleuchtung nur in einer Bewegungsrichtung eingeschaltet sein soll, so muss in der Triggereingangskarte des FrameGrabbers die Richtungsinformation des Encodersignals ausgewertet werden.

„**M2** externer Trigger, Quadratur Signal X Eingang“

„**M3** externer Trigger, Quadratur Signal Y Eingang“

Dies sind Optionen für kundenspezifische Triggerungen. Am CIS ist ein spezieller Stecker für das Triggersignal eines Encoders montiert. Der Encoder muss ein kompatibles RS422 Quadratursignal liefern.

Der „**M4** Slave Modus“ wird in komplexen kundenspezifischen CIS eingesetzt, wenn mehrere CPU-Boards verbaut sind. In der Regel sind an solchen CIS mehrere CameraLink Anschlüsse vorhanden. Nur über den „Master“-Anschluß wird der ganze CIS getriggert.

Es kann zu Konflikten zwischen Triggern ( = Zeilenfrequenz ) und der Exposure-Time „E“ kommen:

Wenn die Periodendauer der Zeilenfrequenz kleiner ist als die Summe der Exposure-Time plus der Auslesezeit der Sensoren, dann erfolgt entweder ein Hinweis im Terminalprogramm oder die Zeilenfrequenz wird automatisch an die Exposure-Time angepaßt, d.h. die Zeilenfrequenz wird herabgesetzt und damit die Periodendauer verlängert. Dies betrifft alle CIS, die mit dem „Rolling Shutter“-Prinzip ausgelesen werden.

Bei „Global Shutter“-fähigen Sensoren entfällt die Auslesezeit und der Konflikt tritt auf, wenn die Periodendauer der Zeilenfrequenz kleiner ist als die Exposure-Time

Bei den Modellen mit GigE-Anschluß empfiehlt sich die Einspeisung der Triggerpulse über eine eigene SUB-D Steckverbindung

Die Frequenzschwankungen ( = Jitter ) des Encodersignals dürfen maximal 10 % betragen.



Mit dem Befehl

„T<0-255> Set Trigger Pulses“

wird ein Teiler der eintreffenden Triggerpulse ( prescaler ) festgelegt. Damit kann der Encoder angepaßt werden.

Beispiel: T10 nur jeder 10. Triggerimpuls löst die Bildaufnahme einer Zeile aus.

Der Encoder für externe Triggerung( Zeilen sowie Bild) ist an der **“CONTROL”** Buchse anzuschließen

PIN	Signal	Level, Direction	Comment
1	(Optional 5 VDC Encoder OUT)		
2	XA+	RS-422 IN	Encoder
3	XB+	RS-422 IN	Encoder
4	(YA+)	(RS-422 IN)	Sheet Trigger
5	(YB+)	(RS-422 IN)	Sheet Trigger
6	(LEDB1+)	(RS-422 OUT)	
7	(LEDB2+)	(RS-422 OUT)	
8	(LEDB3+)	(RS-422 OUT)	
9	(LEDB4+)	(RS-422 OUT)	
10	GND		
11	(TxD232)		
12	DO NOT USE		
13	DO NOT USE		
14	GND		
15	XA-	RS-422 IN	Encoder
16	XB-	RS-422 IN	Encoder
17	(YA-)	(RS-422 IN)	Sheet Trigger
18	(YB-)	(RS-422 IN)	Sheet Trigger
19	(LEDB1-)	(RS-422 OUT)	
20	(LEDB2-)	(RS-422 OUT)	
21	(LEDB3-)	(RS-422 OUT)	
22	(LEDB4-)	(RS-422 OUT)	
23	(RxD232)		
24	GND		
25	GND		

### 3.1.2 Serielle Kommunikation

Die Kommunikation mit dem CIS wird über ein Terminalprogramm als Mensch-Maschine-Schnittstelle geführt. Dazu können Terminalprogramme wie z.B. TiViViewer, HyperTerminal, ProComm, TeraTerm verwendet werden. Eine Funktionsgarantie kann TiVi hierfür nicht übernehmen.

Es werden ASCII-Kommandos zur Konfiguration und Steuerung verwendet.

Die Übermittlung der Kommandos wird über den integrierten seriellen Port sowohl bei Camera Link als auch bei GigE geführt. Dabei ist der Port in der Regel auf die Standardparameter einzustellen:

```
9600 Baud
no handshake
no parity
1 start bit
8 data bits
1 stop bit
```

Es gelten die Vereinbarungen:

- Ein "Enter" ( carriage return ) <CR> beendet jede Befehlseingabe
- Ein Befehl besteht aus einem Zeichen und aus beliebig vielen Parametern
- Alle numerischen Parameter sind dezimal einzugeben
- Die einzelnen Parameter werden durch Komma getrennt.
- <text> steht für einen Parameter. Der Text beschreibt entweder die Art des Parameters z.B. *ch* für Kanalnummer, woraus sich dann der Wertebereich automatisch ergibt. Oder er gibt den Wertebereich z.B. 0-255 direkt an.
- Die Kamera antwortet auf Setzbefehle mit „<CR>:" oder „Text n<CR>:", wobei „n" eine Nummer ist.  
Bei Abfragen z.B. „?“ oder „#“ wird eine variable Anzahl von Zeichen zurückgeschickt, je nach Art der Abfrage, gefolgt von „<CR>:".

Wird nur ein Befehlszeichen eingegeben und mit "ENTER" bestätigt, so wird auf dem Bildschirm der Syntax des Befehls mit seinen dazugehörigen Parametern angezeigt. So kann der Bediener schnell erfahren, welche Parameter ein Befehl anfordert.

## 3.2 Befehlsübersicht

Es sind die Befehle des Main-Menues aufgelistet. Es enthält alle Befehle um den CIS an seine spezifische Aufgabe anzupassen.

Es existieren daneben noch Set-Menues, die erst durch Eingabe eines Passwortes und / oder eines eingeschleiften Dongles geöffnet werden können. Sie enthalten Befehle die zur erweiterten Konfiguration, zum Testen und Entwicklung des CIS notwendig sind. Sie werden von unseren Technikern benutzt. Besonders geschulten Anwendern ist es möglich, das Passwort und ein Dongle zu erhalten. Die CIS der neuen VDCIS-Generation besitzen ein individuelles Passwort.

Nach der Initialisierung des CIS wird nach diversen Statusanzeigen das Main-Menue angezeigt:

### 3.3 Befehlsbeschreibung

#### MainMenue

#### Befehlsliste VUCIS & VTVDCIS

Befehlsliste	VUCIS	VTVDCIS
? Help	Auflistung der verfügbaren Main-Menue Befehle	
# List Permanent Parameters	Auflistung der eingestellten Parameter	
<b>L</b> <0 1> Light On/Off L<0 1>	0 Licht aus 1 Licht an Wert kann nicht gespeichert werden der CIS startet immer mit <b>L 0</b>	
<b>PC</b> 5 Pixelcorrection C<0-5>	Ausführung der Pixelkorrektur  Nach der Pixelkorrektur muß das Licht mit <b>L 1</b> wieder eingeschaltet werden. Ermittelte Pixelkorrekturwerte können mit <b>PCS</b> dauerhaft gespeichert werden.	Ausführung der Pixelkorrektur <0-4> Test-Modus 5 Pixelkorrektur  Nach der Pixelkorrektur muß das Licht mit <b>L1</b> wieder eingeschaltet werden. Ermittelte Pixelkorrekturwerte können mit <b>\$N</b> dauerhaft unter der Nummer N gespeichert werden.
<b>PCC</b> Z<0-N> Clear Restore Correction Data	löscht die Werte der Pixelkorrektur	0 löscht die Werte der Pixelkorrektur im RAM 1 lädt die Korrekturtabelle Nr. 1 aus dem Flash N lädt die Korrekturtabelle Nr. N aus dem Flash
<b>PCP</b> <0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1> PhasePixelcorrection K<0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1>	<0 1> 0 keine Pixelkorrektur für diese Phase 1 Pixelkorrektur Ausführung für diese Phase Erster <0 1> Parameter ist Phase 0, zweiter ist Phase 1, usw.  Beispiel: <b>PCP 1,1,1,0,0,0</b> Pixelkorrektur nur für Phasen 0-2 <b>K0,0,0,1,1,1</b> Pixelkorrektur nur für Phasen 3-5	
<b>PCR</b> Restore Pixelcorrection	Wiederherstellung der Pixelkorrektur	keine Funktion
<b>PCS</b> Store PixelCorrection	speichert aktuelle Pixelkorrektur	keine Funktion

Befehlsliste	VUCIS	VTVDICIS
<b>PPS</b> <b>S Store Parameters</b>	speichert aktuelle Parameter ins EEPROM. <b>Achtung: L 1 / L1</b> Licht an, wird nicht gespeichert	
<b>SWR</b> <b>! SW-Reset</b>	Software Reset	
<b>V</b> <M S>,<#>,<pc> <b>Video Mode</b> <b>V</b> <M S>,<#>,<pc>	<b>&lt;M S&gt;</b> <Master(0) Slave 999> <b>&lt;#&gt;</b> <Pattern No> 1/0x10.....Hor. Gray Ramp 2/0x20.....Ver. Gray Ramp 3/0x30.....2D Gray Ramp 4/0x40.....Sensor Index 5/0x50.....Hor. RGB Ramp 6/0x60.....Ver. RGB Ramp 7/0x70.....2D RGB Ramp 8/0x80.....2D Constant RGB Value <b>&lt;pc&gt;</b> <Pixelcorr(0 1)>	<b>&lt;M S&gt;</b> Master =0 Slave = 1-6 <b>&lt;#&gt;</b> Pattern No 0 Live Image -true video 1 Test-Image - grauwert-rampe horizontal 2 Test-Image - grauwert-rampe vertikal 3 Test-image - 2D rampe 4 Test-image - Sensor Index 5 Test-image - RGB rampe horizontal 6 Test-image - RGB rampe vertikal 7 Test-image – RGB 2D rampe <b>&lt;pc&gt;</b> Pixelkorrektur (0 1) aus/an
<b>VER</b> <b>v Show SW-Version</b>	Anzeige der Software Version	
<b>MMI</b> <b>Switch to MM Interface</b>	Sprung ins MMI-Menue	keine Funktion
<b>SET</b> <b>&gt; Switch to SET Menu</b>	Sprung ins SET-Menue	
<b>GET</b> <b>Switch to GET Menu</b>	Sprung ins GET-Menue	keine Funktion

## SetMenue

## Befehlsliste VUCIS &amp; VTVDCIS

Befehlsliste	VUCIS	VTVDCIS
? Help	Auflistung der verfügbaren SET-Menue Befehle	
# List Permanent Parameters	Auflistung der eingestellten Parameter	
<b>AOF</b> <ch>,<val> <b>Set Analog Offset</b> <b>O</b> <ch,val>	Setzen der Offsetwerte für analogen Sensorchip <ch> <0-999> analoge Chipnummer, 999 alle Sensorchips <val> <0-255> analoger Offsetwert	
<b>BL</b> <0-5>,<0-255> <b>Set BL Digital</b> <b>B</b> <0-5>,<0-255>	Hellwerte für die Pixelkorrektur setzen <0-5> n Belichtungsphase n <0-255> digitaler Sollwert	
<b>BS</b> <1-12> <b>Set Binnig Skal</b>	gibt an, wieviele Pixel zusammengefasst werden <b>BS 2</b> : 2 Pixel werden zu 1, aus 600 dpi werden 300 dpi	
<b>DL</b> <0-5>,<0-255> <b>Set DL Digital</b> <b>D</b> <0-5>,<0-255>	Dunkelwert für die Pixelkorrektur setzen <0-5> n Belichtungsphase n <0-255> digitaler Sollwert	
<b>EXP</b> <ph>,<c>,<u.>,<.u> <b>Set Exposure</b> <b>E</b> <ph>,<c>,<value>	Setzen der Belichtungs-Tabelle <ph> n Belichtungsphase n / 99 setzen aller phasen <c> n Kanalnummer n / 99 setzen aller Kanäle  <us.> Belichtungszeit in µs <.us> Belichtungszeit in 0,µs	
		<value> Eingabe der Belichtungszeit in 100 ns Schritten. Beispiel: 10 bedeutet 10*100ns = 1000 ns = 1 µs

Beispiel:

**E0,0,300****VTVDCIS****EXP 1,1,200,0 VUCIS**

\*\*\* Phase Sequence \*\*\*

		CH	VF	RF	CM	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	...	C15
<b>Phase 0:</b>	Video	0	0	0	0	<b>300</b>	0	0	300	0	0	0	...	0
<b>Phase 1:</b>	Video	1	0	0	1	0	<b>200.0</b>	0	0	200	0	0	...	0
Phase 2:	Video	2	1	0	2	0	0	200	0	0	200	0	...	0
Phase 3:	AutoCorr	3	0	1	15	0	0	0	0	0	0	25	...	0

| LED-Reihe 0

| CM Colormix: Nummer in der CM-Tabelle

| RF ReturnFlag: 1 = Zurück auf Anfang

| VF Video Flag: 1 = Videodaten Ausgabe

| CH Kanal im FPGA: 0-5

Sequenz Phasen Nummer(0 – 31)

Befehlsliste	VUCIS	VTVDCIS
<b>FFD</b> <0 1> <b>Set FIFO Direction</b> <b>d</b> <0 1>	Anpassen der Y-Geowerte an Einzugsrichtung <0 1>      Richtungswahl der Verschiebung	
<b>FTM</b> <0-4> <b>Set FrameTrigger Source</b> <b>N</b> <0-4>	0 freilaufend 1 externer Trigger über CC2 2 externer Trigger XA,XB 3 externer Trigger YA,YB 4 <b>nicht aktiv</b>	
<b>LFR</b> <frequency> <b>Set Line-Frequency</b> <b>F</b> <freq[Hz]>	nur für freilaufenden Modus „M0“ relevant freq [ Hz ] Eingabe der Zeilenfrequenz in <div> <div>Hz Beispiel: <b>LFR 100</b> = 100Hz</div> <div>Schritten von 10Hz Beispiel: <b>F100</b> = 100*10Hz = 1kHz</div> </div>	
<b>LTM</b> <0-4> <b>Set Mode</b> <b>M</b> <0-4>	0 freilaufend 1 externer Trigger über CC1 2 externer Trigger, Quadratur Signal X Eingang 3 externer Trigger, Quadratur Signal Y Eingang 4 Slave mode.	
<b>PPS</b> <b>S Store Parameters</b>	speichert aktuelle Parameter ins EEPROM. <b>Achtung: L 1 / L1</b> Licht an, wird nicht gespeichert	
<b>RES</b> <idx>	Set Resolution	keine Funktion
<b>SEQ</b> <value>,<T>,<ch>,<V>,<R>,<C> <b>Set Sequence</b> <b>D</b> <ph>,<T>,<CH>,<VF>,<RF>,<CM>	<value> Sequenz Nr. <T> Target Typen 1 Video, 5 Auto Correction <ch>Kanal im FPGA <V>VideoFlag 0 Erfasse Video Daten 1 Ausgabe Video Daten <R>ReturnFlag 0 weiter, 1 Zurück auf Anfang <C>ColorMixTabellen Nr. Beispiel: Monochrom <b>SEQ 0,1,0,1,1,0</b>	<ph>Sequenz Phasen Nr. <T> Target Typen 1 Video, 5 Auto Correction <Ch>Kanal im FPGA <VF>VideoFlag 0 Erfasse Video Daten 1 Ausgabe Video Daten <RF>ReturnFlag 0 weiter, 1 Zurück auf Anfang <CM>ColorMixTabellen Nr. Beispiel: Monochrom <b>D0,1,0,1,1,0</b>
<b>TP</b> <uint> <b>Set Trigger Pulses</b> <b>T</b> <0-uint>	Vorteiler für Trigger Pulse <uint> diese aufsteigende Flanke startet eine Sequenz <div> <div>z.B. <b>TP 3</b> jede dritte Flanke startet eine neue Zeile</div> <div>z.B. <b>T3</b> jede dritte Flanke startet eine neue Zeile</div> </div>	

Befehlsliste	VUCIS	VTVDCIS
<b>XG</b> <sens>,<s>,<si>,<e> <b>Set X GEO</b> <b>X</b> <sens>,<s>,<si>,<e>	Setzen der X Geokorrekturwerte für Sensorchip # <sens> Sensorchip Nummer sens , Startpixel s, si $\frac{1}{16}$ , Endpixel e Beispiel: <b>XG 0,10,0,860</b> Sensorchip Nummer 0, Startpixel # 10, 0 $\frac{1}{16}$ , Endpixel 860	
<b>YG</b> <sens>,<s>,<si>,<e>,<ei> <b>Set Y GEO</b> <b>Y</b> <sens>,<s>,<si>,<e>,<ei>	Setzen der Y Geokorrekturwerte für Sensorchip # <sens> Sensorchip Nummer sens , Startzeile, $\frac{1}{16}$ , Endzeile, $\frac{1}{16}$ Beispiel: <b>YG 0,10,0,11,8</b> Sensorchip Nummer 0, Sensoranfangs-Zeile # 10, 0 $\frac{1}{16}$ , Sensorende-Zeile # 11, 8 $\frac{1}{16}$	
<b>GET</b> <b>Switch to GET Menu</b>	Sprung ins GET-Menue	keine Funktion
<b>PWD</b> <password> <b>Check Password</b> <b>P</b> <password>	Eingabe des Passwortes notwendig, um ins vollständige SETMenue zu gelangen	
<b>&lt;</b> <b>Switch to Main</b>	Sprung ins Main-Menue	



**MainMenue****Befehlsliste VTVHCIS & VTVDICIS**

Befehlsliste	VTVHCIS	VTVDICIS
? <b>Help</b>	Auflistung der verfügbaren Main-Menue Befehle	
! <b>SW-Reset</b>	Software Reset	
# <b>List Permanent Parameters</b>	Auflistung der eingestellten Parameter	
v <b>Show SW-Version</b>	Anzeige der Software Version	
A<0-255> <b>Set Expo Pulses</b>	<i>keine Funktion</i>	
<b>Set BL Digital</b> B<0-5>,<0-255>	Hellwerte für die Pixelkorrektur setzen  <0-5> 0      Belichtungsphase 0 1      Belichtungsphase 1 2      Belichtungsphase 2 3      Belichtungsphase 3 4      Belichtungsphase 4 5      Belichtungsphase 5 <0-255>    digitaler Sollwert	
<b>Pixelcorrection</b> C<0-5>	Ausführung der Pixelkorrektur  0 Real data in uC (Q Lines) <b>not implemented</b> 1 Offset 0 - 255 -Test mode <b>do not use</b> 2 Gain 0 – 255 – Test mode <b>do not use</b> 3 Testpattern 1 periodically <b>do not use</b> 4 Offset 5 * (i / 256) <b>do not use</b> 5 Real data in FPGA with Q Lines Nach der Pixelkorrektur muß das Licht mit <b>L1</b> wieder eingeschaltet werden. ErmitteltePixelkorrekturwerte	Ausführung der Pixelkorrektur  <0-4> Test-Modus 5      Pixelkorrektur  Nach der Pixelkorrektur muß das Licht mit <b>L1</b> wieder eingeschaltet werden. ErmitteltePixelkorrekturwerte können mit <b>\$N</b> dauerhaft unter der Nummer N gespeichert werden.

	können mit \$ dauerhaft gespeichert werden.	
<b>Befehlsliste</b>	<b>VTVHCIS</b>	<b>VTVDCIS</b>
<b>Set DL Digital</b> <b>D</b> <0-5>,<0-255>	Dunkelwert für die Pixelkorrektur setzen	
	<0-5> 0	Belichtungsphase 0
	1	Belichtungsphase 1
	2	Belichtungsphase 2
	3	Belichtungsphase 3
	4	Belichtungsphase 4
	5	Belichtungsphase 5
	<0-255>	digitaler Sollwert
<b>Set Exposure</b> <b>E</b> <ph>,<c>,<value>	Setzen der Belichtungs-Tabelle	
	<ph> 0	Belichtungsphase 0
	<ph> 1	Belichtungsphase 1
	<ph> 2	Belichtungsphase 2
	...	...
	<ph> 99	setzen aller phasen
	<c> 0	LED-Reihe 0
	<c> 1	LED-Reihe 1
	<c> 2	LED-Reihe 2
	...	...
	<c> 15	LED-Reihe 15
	<c> 99	setzen aller LED-Reihen
	<value>Eingabe der Belichtungszeit in 100 ns Schritten	
	10 bedeutet : 10*100ns = 1000 ns = 1 µs	
Beispiel:	<b>E0,0,300</b>	<b>VTVDCIS</b>
*** Phase Sequence ***		
	CH VF RF CM	<b>C0</b> C1 C2 C3 C4 C5 C6 ... C15
<b>Phase 0:</b> Video	0 0 0 0	<b>300</b> 0 0 300 0 0 0 ... 0
Phase 1: Video	1 0 0 1	0 200 0 0 200 0 0 ... 0
Phase 2: Video	2 1 0 2	0 0 200 0 0 200 0 ... 0
Phase 3: AutoCorr	3 0 1 15	0 0 0 0 0 0 25 ... 0
		LED-Reihe 0
		CM Colormix: Nummer in der CM-Tabelle
		RF ReturnFlag: 1 = Zurück auf Anfang
		VF Video Flag: 1 = Videodaten Ausgabe
		CH Kanal im FPGA: 0-5
Sequenz Phasen Nummer(0 – 31)		

Befehlsliste	VTVHCIS	VTVDCIS
<b>Set Sequence</b> <b>D</b> <ph>,<T>,<CH>,<VF>,<RF>,<CM>	<i>keine Funktion</i>	<ph>Sequenz Phasen Nr. <T>Target Typen 1 Video, 5 Auto Correction <Ch>Kanal im FPGA <VF>VideoFlag 0 Erfasse Video Daten 1 Ausgabe Video Daten <RF>ReturnFlag 0 weiter, 1 Zurück auf Anfang <CM>ColorMixTabellen Nr. Beispiel: Monochrom <b>D0,1,0,1,1,0</b>
<b>Set Line-Frequency</b> <b>F</b> <freq[Hz]>	nur für freilaufenden Modus „M0“ relevant freq [ Hz ] Eingabe der Zeilenfrequenz in 10Hz Schritten Beispiel: F100 = 100*10Hz = 1000Hz	
<b>Set Analog Gain</b> <b>G</b> <ch,val>	<i>keine Funktion</i>	
<b>Auto Set Offset</b> <b>I</b> <start,end>	<i>keine Funktion</i>	
<b>PhasePixelcorrection</b> <b>K</b> <0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1>,<0 1>	<0 1> 0 keine Pixelkorrektur für diese Phase 1 Pixelkorrektur Ausführung für diese Phase Erster <0 1> Parameter ist Phase 0, zweiter ist Phase 1, usw. Beispiel: K1,1,1,0,0,0 Pixelkorrektur nur für Phasen 0-2 K0,0,0,1,1,1 Pixelkorrektur nur für Phasen 3-5	
<b>Light On/Off</b> <b>L</b> <0 1>	0 Licht aus 1 Licht an Wert kann nicht gespeichert werden – der CIS startet immer mit <b>L0</b>	
<b>Set Mode</b> <b>M</b> <0-4>	0 freilaufend 1 externer Trigger über CC1 2 externer Trigger, Quadratur Signal X Eingang 3 externer Trigger, Quadratur Signal Y Eingang 4 Slave mode.	
<b>FrameTriggerSource</b> <b>N</b> <0-4>	<i>keine Funktion</i>	0 freilaufend 1 externer Trigger über CC2 2 externer Trigger XA,XB 3 externer Trigger YA,YB 4 <b>nicht aktiv</b>

<b>Set Analog Offset</b> O<ch,val>	<i>keine Funktion</i>	<ch>analoge Kanalnummer <val> Wert
<b>Befehlsliste</b>	<b>VTVHCIS</b>	<b>VTVDCIS</b>
<b>Set Cycles</b> Q<1024 512 256 128>	<1024 .. 128>Anzahl der Zeilen für die Pixelkorrektur	
<b>Set Trigger Pulses</b> T<0-uint>	Vorteiler für Trigger Pulse <0-uint> diese aufsteigende Flanke startet eine Sequenz  z.B. <b>T3</b> jede dritte Flanke startet eine neue Zeile	
<b>Set Video Mode</b> V<M S>,<#>,<pc>	V<#> (<M S>,<pc> entfallen) <#> Musternummer 0 Live-Bild mit Pixelkorrektur 1 Live-Bild ohne Pixelkorrektur 2 Test-Bild - konstant null - mit Pixelkorrektur 3 Test-Bild - konstant null - ohne Pixelkorrektur 4 Test-Bild - konstant 80h - mit Pixelkorrektur 5 Test-Bild - konstant 80h - ohne Pixelkorrektur 6 Test-Bild - graurampe horizontal - mit Pixelkorrektur 7 Test-Bild - graurampe horizontal - ohne Pixelkorrektur 8 Test-Bild - 2D Rampe - mit Pixelkorrektur 9 Test-Bild - 2D Rampe - ohne Pixelkorrektur 10 Test-Bild - graurampe vertikal - mit Pixelkorrektur 11 Test-Bild-graurampe vertikal-ohne Pixelkorrektur 12 Test-Bild – Tap Marker - mit Pixelkorrektur 13 Test-Bild – Tap Marker - ohne Pixelkorrektur	V<M S> Master =0 Slave = 1-6 <#> Musternummer 0 Live-Bild -true video 1 Test-Bild - grauwert-rampe horizontal 2 Test-Bild - grauwert-rampe vertikal 3 Test-Bild - 2D rampe 4 Test-Bild - Sensor Index 5 Test-Bild - RGB rampe horizontal 6 Test-Bild - RGB rampe vertikal 7 Test-Bild – RGB 2D rampe <pc>Pixelkorrektur(0 1) aus/an
<b>Set DL Analog</b> X<0-255>	<i>keine Funktion</i>	
<b>Set BL Analog</b> Y<0-255>	<i>keine Funktion</i>	
<b>Z&lt;0-N&gt; Clear Restore Correction Data</b>	0 löscht die Werte der Pixelkorrektur im RAM 1 schreibt die Werte der Pixelkorrektur vom EEPROM ins RAM 2 Reserviert	0 löscht die Werte der Pixelkorrektur im RAM 1 lädt die Korrekturtabelle Nr. 1 aus dem Flash N lädt die Korrekturtabelle Nr. N aus dem Flash

<b>S Store Parameters</b>	speichert aktuelle Parameter ins EEPROM. <b>Achtung:</b> L1 Licht an, wird nicht gespeichert	
<b>Befehlsliste</b>	<b>VTVHCIS</b>	<b>VTVDCIS</b>
<b>\$ Store Pixelcorrection Data</b>	speichert aktuelle Pixelkorrekturwerte ins EEPROM.	<b>\$&lt;N&gt;Store CorrData N</b> speichert aktuelle Korrekturtabelle unter der Nummer <b>N</b>
<b>c&lt;ch&gt; Get Chan Stat</b>	Channel Statistics <ch>analoge Kanalnummer	<i>keine Funktion</i>
<b>Set FIFO Direction d&lt;0 1&gt;</b>	<0 1> Richtungswahl der Verschiebung	
<b>f Get Color Mix</b>	<i>keine Funktion</i>	zeigt die Color Mix Tabelleneinträge an
<p>Beispiel:</p> <p style="text-align: right;"><b>VTVDCIS</b></p> <pre> 30 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 RED diffuse 0 30 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 GREEN diffuse 0 0 30 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 BLUE diffuse </pre>		
<b>g Get Analog Gain</b>	<i>keine Funktion</i>	
<b>Get Pixels to Chan i&lt;ch&gt;</b>	gibt zum eingegebenen Kanal den dazugehörigen Pixelnummernbereich an <ch> Eingabe der gewünschten Kanalnummer	
<b>Get Channel to Pix j&lt;pix&gt;</b>	gibt zur eingegebenen Pixelnummer den dazugehörigen Kanal an <pix> Eingabe der gewünschten Pixelnummer	
<b>o Get Analog Offset</b>	<i>keine Funktion</i>	zeigt alle analogen Offsetwerte an
<b>p&lt;col,pix&gt; Pixel Stat</b>	Anzeige der Pixelstatistik <col> Nummer der gewünschten Phase <pix> Eingabe der gewünschten Pixelnummer	<i>keine Funktion</i>
<b>s Get Sensor Stat</b>	<i>keine Funktion</i>	
<b>x&lt;0 1&gt; Get X+Y Shift</b>	zeigt die Korrekturwerte der Geometriekorrektur (in hex) 0 Als Tabelle 1 Als Befehlsliste	
<b>Get Temperature t&lt;0 1&gt;</b>	zeigt Durchschnittstemperatur im CIS an Temperatursensoren befinden sich auf fast allen Elektronikboards	

	0	schreibt genau 1 Wert
	1	schreibt kontinuierlich Werte. Stop mit Return.
<b>Befehlsliste</b>	<b>VTVHCIS</b>	<b>VTVDCIS</b>
@<0 1> <b>Dump Perma</b>	<i>keine Funktion</i>	liest permanent gespeicherte Einstellungen aus. (Backup) Bsp.
<b>Check Password</b> P<password>	Eingabe des Passwortes notwendig, um ins SETMenue zu gelangen	
> <b>Switch to SETMen</b>	Sprung ins SET-Menue nach Passwordeingabe	
R<hex> <b>Set digital IO</b>	<i>keine Funktion</i>	setze Digitale Ausgänge auf das Muster <hex> z.B: 05 (=00000101 -> setze Ausgang 0 und 2 ) (siehe Digital IO)
r <b>Get Digital IO</b>	<i>keine Funktion</i>	lese Digitale Eingänge ein, die Ausgabe erfolgt in Form von einer zweistelligen hex- Zahl z.B: 70 (=1110000 -> Eingänge 4,5,6 sind gesetzt) (siehe Digital IO)

Mit den Set - Befehlen lassen sich Parameterwerte ändern. Diese Änderungen werden sofort nach Bestätigung mit Enter aktiv, befinden sich aber nur im aktuellen Arbeitsspeicher und gehen beim Ausschalten wieder verloren. Beim erneuten Einschalten wird der dauerhaft gespeicherte Wert in den Arbeitsspeicher geladen. Um geänderte Werte dauerhaft zu speichern, muss nach Bestätigung der Änderung dieser mit dem Befehl **S Store Parameters** abgespeichert werden. Dabei wird der ursprünglich vorhandene Wert überschrieben.

Get - Befehle zeigen aktuelle Parameterwerte auf dem Terminal an.

**MainMenue****Befehlsliste VRCIS**

<b>?</b>	<b>Help</b> Auflistung der verfügbaren Main-Menue Befehle
<b>!</b>	<b>SW-Reset</b> Software Reset
<b>#</b>	<b>List perm. Par.</b> Auflistung der eingestellten Parameter
<b>v</b>	<b>Show SW-Version</b> Anzeige der Software Version
<b>A&lt;0-255&gt;</b>	<b>Set ExpoPulses</b> <i>noch keine Funktion</i>
<b>B&lt;0-5&gt;,&lt;0-255&gt;</b>	<b>Set BL digital</b> Bright Level - Sollwert des Hellwertes für die Pixelkorrektur
<b>&lt;0-5&gt;</b>	0 Belichtungsphase 0
	1 Belichtungsphase 1
	2 Belichtungsphase 2
	3 <i>noch keine Funktion</i>
	4 <i>noch keine Funktion</i>
	5 <i>noch keine Funktion</i>
<b>&lt;0-255&gt;</b>	digitaler Sollwert analoger und digitaler Wert ( Y und B ) sollten gleich groß sein
<b>C&lt;0-2&gt;</b>	<b>Pixelcorrection</b>
<b>&lt;0-2&gt;</b>	0 Pixelkorrektur
	1 Test-Modus
	2 Test-Modus
	ermittelte Pixelkorrekturwerte können mit \$ dauerhaft gespeichert werden.

**D<0-5>,<0-255> Set DL digital**

Dark Level – Sollwert des Dunkelwertes für die Pixelkorrektur

- <0-5> 0 Belichtungsphase 0
- 1 Belichtungsphase 1
- 2 Belichtungsphase 2
- 3 *noch keine Funktion*
- 4 *noch keine Funktion*
- 5 *noch keine Funktion*

&lt;0-255&gt; digitaler Sollwert

analoger und digitaler Wert ( X und D ) sollten gleich groß sein

**E<ph>,<c>,<value> Set Exposure**

- <ph> 0 Belichtungsphase 0 ( RGB Farbkanal rot oder Monochrom )
- <ph> 1 Belichtungsphase 1 ( RGB Farbkanal grün )
- <ph> 2 Belichtungsphase 3 ( RGB Farbkanal blau )
- <c> 0 LED-Reihe 0, diffus, rot oder Monochrom
- <c> 1 LED-Reihe 0, diffus, grün
- <c> 2 LED-Reihe 0, diffus, blau
- <c> 3 LED-Reihe 1, diffus, rot oder Monochrom
- <c> 4 LED-Reihe 1, diffus, grün
- <c> 5 LED-Reihe 1, diffus, blau
- <c> 6 LED-Reihe, coaxial, rot oder Monochrom
- <c> 7 LED-Reihe, coaxial, grün
- <c> 8 LED-Reihe, coaxial, blau
- <c> 9 LED-Reihe, extern, rot oder Monochrom
- <c> 10 LED-Reihe, extern, grün
- <c> 11 LED-Reihe, extern, blau

&lt;value&gt; Eingabe der Belichtungszeit in 100 ns

Beispiel: 10 bedeutet :  $10 \cdot 100\text{ns} = 1000\text{ ns} = 1\text{ }\mu\text{s}$ **F<freq[Hz]> Set Linefrequency**

nur für freilaufenden Modus „M0“ relevant

freq [ Hz ] Eingabe der Zeilenfrequenz in Hz

**G<ch,val> Set analog Gain**

&lt;ch&gt; analoge Kanalnummer

<val> Eingabe des gewünschten Wertes in dezimaler Darstellung  
bereich 0...63

Hinweis: Es gibt noch eine Broadcast-Einstellung, mit der alle Kanäle auf einen gewünschten Wert eingestellt werden können:

**G999,<val>****I<start,end> AutoSet Offset**

&lt;start&gt; analoger Startkanal – in der Regel “0” = 1. Kanal

&lt;end&gt; analoger Endkanal – in der Regel letzter Kanal

damit werden alle analogen ADC-Offset-Werte des CIS gesetzt



**L<0|1>                      Light on/off**

0      Licht aus

1      Licht an

Wert kann nicht gespeichert werden – der CIS startet immer mit L0

**M<0-4>                      Set Mode**

0      freilaufend

1      externer Trigger über CC1.

2      externer Trigger, Quadratur Signal X Eingang

3      externer Trigger, Quadratur Signal Y Eingang

4      Slave Mod

**O<ch,val>                      Set analog Offset**

&lt;ch&gt; analoge Kanalnummer

&lt;val&gt; Eingabe des gewünschten Wertes in dezimaler Darstellung

Wertebereich 0....512, wobei 0..255 Verstärkung und

256...512 Dämpfung

Hinweis: Es gibt noch eine Broadcast-Einstellung, mit der alle Kanäle auf einen gewünschten Wert eingestellt werden können:

**O999,<val>****Q<1-255>                      Set Cycles**

&lt;1-255&gt;      Anzahl der Zeilen für die Pixelkorrektur

**d<0|1>                      Set FIFO Delay**

&lt;0|1&gt;              Richtungswahl der Verschiebung

**V<0-11>                      Set Video Mode**

0      Live-Bild - mit Pixelkorrektur

1      Live-Bild - ohne Pixelkorrektur

2      Test-Bild - konstant null - mit Pixelkorrektur

3      Test-Bild - konstant null - ohne Pixelkorrektur

4      Test-Bild - konstant 80h - mit Pixelkorrektur

5      Test-Bild - konstant 80h - ohne Pixelkorrektur

6      Test-Bild - Sägezahn - mit Pixelkorrektur

7      Test-Bild - Sägezahn - ohne Pixelkorrektur

8      Test-Bild - 2D Test-Vorlage - mit Pixelkorrektur

9      Test-Bild - 2D Test-Vorlage - ohne Pixelkorrektur

10     Test-Bild – Sägezahn, vertikal - mit Pixelkorrektur

11     Test-Bild - Sägezahn, vertikal - ohne Pixelkorrektur

**X<0-255>                      Set DL analog**

Dark Level – Sollwert des Dunkelwertes für die Auto-Offset-Einstellung der Analog-Digital-Wandler

&lt;0-255&gt;      analoger Sollwert

<b>Y</b> <0-255>	<b>Set BL analog</b> Bright Level - Sollwert des Hellwertes <0-255> analoger Sollwert
<b>T</b> <0-255>	<b>Set Trig. Pulses</b> <i>noch keine Funktion</i>
<b>Z</b> <0-2>	<b>Clear Rest.CorrData</b> 0 löscht die Werte der Pixelkorrektur im RAM 1 schreibt die Werte der Pixelkorrektur vom EEPROM ins RAM 2 Reserve
<b>S</b>	<b>Store Parameters</b> speichert aktuelle Parameter
<b>\$</b>	<b>Store CorrData</b> speichert aktuelle Pixelkorrekturwerte
<b>a</b>	<b>Adjustment</b> Einrichttool, zeigt eine Abweichung der Leselinie von einer Richtschablone an
<b>c</b> <ch>	<b>Get Chan. Stat.</b> <ch> analoge Kanalnummer
<b>g</b>	<b>Get analog Gain</b> zeigt die analogen Verstärkungswerte an
<b>i</b> <ch>	<b>Get pixels to chan.</b> gibt zum eingegebenen Kanal den dazugehörigen Pixelnummernbereich an <ch> Eingabe der gewünschten Kanalnummer
<b>j</b> <pix>	<b>Get channel to pix.</b> gibt zur eingegebenen Pixelnummer den dazugehörigen Kanal an <pix> Eingabe der gewünschten Pixelnummer
<b>o</b>	<b>Get analog Offset</b> zeigt alle analogen Offsetwerte an
<b>p</b> <col,pix>	<b>Pixelstatistics</b> <col> 0 für monochromen Sensor <pix> Eingabe der gewünschten Pixelnummer
<b>s</b>	<b>Get Sensor Stat.</b> zeigt minimalen und maximalen Grauwert an

<b>x</b>	<b>Get X+Y Shift</b> zeigt die Korrekturwerte der Geometriekorrektur in hexadezimaler Schreibweise an
<b>t&lt;0 1&gt;</b>	<b>Get Temperature</b> zeigt Durchschnittstemperatur im CIS an Temperatursensoren befinden sich auf fast allen Electronicboards 0 schreibt genau 1 Wert 1 schreibt kontinuierlich Werte
<b>P&lt;password&gt;</b>	<b>Check password</b> Eingabe des Passwortes notwendig, um ins SETMenue zu gelangen
<b>&gt;</b>	<b>Switch to SETMenu</b> Sprung ins SET-Menue nach Passworteingabe

Mit den Set - Befehlen lassen sich Parameterwerte ändern. Diese Änderungen werden sofort nach Bestätigung mit Enter aktiv, befinden sich aber nur im aktuellen Arbeitsspeicher und gehen beim Ausschalten wieder verloren. Beim erneuten Einschalten wird der dauerhaft gespeicherte Wert in den Arbeitsspeicher geladen. Um geänderte Werte dauerhaft zu speichern, muss nach Bestätigung der Änderung dieser mit dem Befehl **S Store Parameters** abgespeichert werden. Dabei wird der ursprünglich vorhandene Wert überschrieben.

Get - Befehle zeigen aktuelle Parameterwerte auf dem Terminal an.

**MainMenue****Befehlsliste MXCIS****?****Help**

Auflistung der verfügbaren Main-Menue Befehle

**!****SW-Reset**

Software Reset

**#****List perm. Par.**

Auflistung der eingestellten Parameter

**v****Show SW-Version**

Anzeige der Software Version

**L<0|1>****Light on/off**

0	Licht aus
1	Licht an

**M<0-7>****Set Mode**

0	freilaufend
1	getriggert
2-7	nicht aktiv

**F<freq [ Hz ]>****Set Linefrequency**

nur für freilaufenden Modus „M0“ relevant

freq [ Hz ]    Eingabe der Zeilenfrequenz in Hz

**E<0-5>,<time [ µs ]>****Set Exposuretime**

mit 0-5 werden die verschiedenen Beleuchtungskanäle ausgewählt

für monochrom wird die 0 verwendet

0	rot 1 oder monochrom 1
1	grün 1
2	blau 1
3	rot 2
4	grün 2
5	blau 2

time [ µs ]    Eingabe der Belichtungszeit in µs

**D<0-5>,<0-255>****Set DL digital**

Dark Level – Sollwert der digitalen Dunkelwerte für die Pixelkorrektur

0-5	0	rot 1 oder monochrom 1
	1	grün 1
	2	blau 1
	3	rot 2
	4	grün 2
	5	blau 2

0-255 digitaler Sollwert

analoger und digitaler Wert ( X und D ) sollten gleich groß sein

**B<0-5>,<0-255>****Set BL digital**

Bright Level - Sollwert der digitalen Hellwerte für die Pixelkorrektur

0-5	0	rot 1 oder monochrom 1
	1	grün 1
	2	blau 1
	3	rot 2
	4	grün 2
	5	blau 2

0-255 2. Wert digitaler Sollwert

analoger und digitaler Wert ( Y und B ) sollten gleich groß sein

**X<0-255>****Set DL analog**

Dark Level – Sollwert der analogen Dunkelwerte für die Pixelkorrektur

0-255 analoger Sollwert

analoger und digitaler Wert ( X und D ) sollten gleich groß sein

**Y<0-255>****Set BL analog**

Bright Level - Sollwert der analogen Hellwerte für die Pixelkorrektur

0-255 analoger Sollwert

analoger und digitaler Wert ( Y und B ) sollten gleich groß sein

**Q<1-255>****Set Cycles**

Eingabe der Zeilen für die Pixelkorrektur

**s****Get Sensor Stat.**

zeigt Sensorstatistik an

**c<ch>**                      **Get Chan. Stat.**

ch      analoge Kanalnummer

**l<strt>,<end>**                      **AutoSet Offset**start      analoger Startkanal – in der Regel "0" = 1. Kanal  
end      analoger Endkanal – in der Regel letzter Kanal  
damit ist der ganze CIS gesetzt**O<ch>,<val>**                      **Set analog Offset**ch      analoge Kanalnummer  
val      Eingabe des gewünschten Wertes

Es gibt noch einen Broadcast-Einstellung, mit der alle Kanäle und alle Farben gleichzeitig auf einen vorgegebenen Wert eingestellt werden können:

**O999,<val>****G<ch>,<val>**                      **Set analog Gain**ch      analoge Kanalnummer  
val      Eingabe des gewünschten Wertes

Es gibt noch einen Broadcast-Einstellung, mit der alle Kanäle und alle Farben gleichzeitig auf einen vorgegebenen Wert eingestellt werden können:

**G9,999,<val>****o**                      **Get analog Offset**

zeigt die analogen Offsetwerte an

**g**                      **Get analog Gain**

zeigt die analogen Verstärkungswerte an

**C<0-2>**                      **Pixelcorrection**0      Pixelkorrektur  
1      Test-Modus  
2      Test-Modus**Z<0-1>**                      **Clear|Rest.CorrData**0      löscht die Werte der Pixelkorrektur im RAM  
1      schreibt die Werte der Pixelkorrektur vom EEPROM ins RAM

<b>S</b>	<b>Store Parameters</b> speichert aktuelle Parameter
<b>\$</b>	<b>Store CorrData</b> speichert aktuelle Pixelkorrekturwerte
<b>T&lt;2-63&gt;</b>	<b>Set Trigger Pulses</b> 2-63 Vorteiler für die Encoder Pulse
<b>t&lt;cont&gt;</b>	<b>Get Temperature</b> zeigt Durchschnittstemperatur im CIS an Temperatursensoren befinden sich auf fast allen Electronicboards cont 0 schreibt genau 1 Wert cont 1 schreibt kontinuierlich Werte
<b>+</b>	<b>Sensor Character</b> gibt CIS-Daten aus
<b>-&lt;0-3&gt;</b>	<b>Set Port Mapping</b> nicht aktiv
<b>p&lt;col&gt;,&lt;pix&gt;</b>	<b>Pixelstatistics</b> col =0 rot col =1 grün col =2 blau pix Eingabe der gewünschten Pixelnummer
<b>i&lt;ch&gt;</b>	<b>Get pixels to chan.</b> gibt zum eingegebenen Kanal den dazugehörigen Pixelnummernbereich an ch Eingabe der gewünschten Kanalnummer
<b>j&lt;pix&gt;</b>	<b>Get channel to pix.</b> gibt zur eingegebenen Pixelnummer den dazugehörigen Kanal an pix Eingabe der gewünschten Pixelnummer

**r**                                      **Get Replace Flag**  
nicht aktiv

**R**                                      **Set Replace Flag**  
nicht aktiv

**U**                                      **Clear Replace-Flags**  
nicht aktiv

**V<0-9>**                                      **Set Video Mode**

0	Live-Bild mit Pixelkorrektur
1	Live-Bild ohne Pixelkorrektur
2	Test-Bild - konstant null - mit Pixelkorrektur
3	Test-Bild - konstant null - ohne Pixelkorrektur
4	Test-Bild - konstant 80h - mit Pixelkorrektur
5	Test-Bild - konstant 80h - ohne Pixelkorrektur
6	Test-Bild - Sägezahn - mit Pixelkorrektur
7	Test-Bild - Sägezahn - ohne Pixelkorrektur
8	Test-Bild - 2D Test-Vorlage - mit Pixelkorrektur
9	Test-Bild - 2D Test-Vorlage - ohne Pixelkorrektur

**P<password>**                                      **Check password**  
Eingabe des Passwortes

**>**                                      **Switch to HWMenu**  
schaltet ins HWMenue

Mit den Set - Befehlen lassen sich Parameterwerte ändern. Diese Änderungen werden sofort nach Bestätigung mit Enter aktiv, befinden sich aber nur im aktuellen Arbeitsspeicher und gehen beim Ausschalten wieder verloren. Beim erneuten Einschalten wird der dauerhaft gespeicherte Wert in den Arbeitsspeicher geladen. Um geänderte Werte dauerhaft zu speichern, muss nach Bestätigung der Änderung dieser mit dem Befehl **S    Store Parameters** abgespeichert werden. Dabei wird der ursprünglich vorhandene Wert überschrieben.

Get - Befehle zeigen aktuelle Parameterwerte auf dem Terminal an.



## 3.4 Pixelkorrektur

### 3.4.1 Allgemeines zur Pixelkorrektur

Die Pixelkorrektur, auch Weißabgleich oder Shading Correction, stellt den CIS auf das abzutastende Objekt ein. Dies ist kundenspezifisch und es notwendig die Pixelkorrektur darauf anzuwenden.

Die Pixelkorrektur dient zum Ausgleich von unterschiedlichen Pixelempfindlichkeiten, Toleranzen der LEDs und Unregelmäßigkeiten der Beleuchtung und der Linsen. Für jedes Pixel wird der Dunkelwert auf den vorgegebenen Sollwert eingestellt und ein Gain berechnet den Faktor, der den aktuellen Grauwert auf einen vorgegebenen Sollwert anhebt. Die Pixelkorrektur arbeitet digital.

Der CIS besitzt eine geringe Frequenzabgängigkeit. Deshalb ist es sinnvoll, die Pixelkorrektur bei einer Zeilenfrequenz durchzuführen, die dem späteren Einsatz entspricht.

Es ist wichtig, dass die Korrektur des Sensors von Zeit zu Zeit überprüft und gegebenenfalls nachkalibriert wird.

Als Abgleichvorlage ( = Referenz ) sollte ein neutrales Muster des abzutastenden Objektes verwendet werden. Je gleichmäßiger die Oberfläche der Vorlage, desto besser wird das spätere Scan-Ergebnis.

Vorteilhaft ist es, wenn die Vorlage während der Pixelkorrektur bewegt wird. Dann sind mehrere abgetastete Zeilen ( mit „**Q**      **Set Cycles**“ einstellbar ) in die Korrektur einbezogen, denn daraus wird der Mittelwert gebildet. Kleinste Fehler in der Vorlage sind damit ausgeglichen. Je größer **Q** gewählt wird, desto genauer ist der Mittelwert, aber desto länger dauert die Korrektur.

Folgende Parameter gehen direkt in die Berechnung der Pixelkorrektur ein:

<b>D</b>	Dark Level Digital	Auf diesen Helligkeitswert ( = Sollwertvorgabe dunkel ) wird die minimale Ausleuchtung geregelt
<b>B</b>	Bright Level Digital	Auf diesen Helligkeitswert ( = Sollwertvorgabe hell ) wird die maximale Ausleuchtung geregelt.
<b>Q</b>	Cycles	Die Anzahl der Zeilen, die bei der Pixelkorrektur eingezogen werden. Über die eingezogenen Zeilen wird der Durchschnitt gebildet und dieser als Rohwert für die Berechnung benutzt.
<b>H</b>	Gainfaktor	Diese Zahl gibt an, in welchem Verhältnis korrigiert werden kann. 2 bedeutet 1:2, 3 bedeutet 1:3, usw. Dieser Wert wird werkseitig eingestellt und ist vom Anwender in der Regel nicht änderbar. Standardwert ist 1:2. Mit höheren Werten steigt auch das Rauschen an.

Folgende Befehle manipulieren noch die Pixelkorrekturdaten:

<b>Z</b>	Clear Rest.CorrData	Löschen bzw. Wiederherstellen der Korrekturdaten
<b>\$</b>	Store CorrData	Korrekturdaten speichern. Solange \$ nicht aufgerufen wurde, gehen die Korrekturdaten beim Ausschalten des Gerätes verloren.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Pixelkorrektur ist natürlich eine saubere Frontscheibe des CIS und eine geeignete, saubere Referenzvorlage, die im Arbeitsabstand des CIS angebracht ist.

Ab Werk wird die Pixelkorrektur bei diffuser Beleuchtung standardmäßig auf weißem Papier und bei koaxialer Beleuchtung auf einem Spiegel durchgeführt und abgespeichert.

Dabei sind Defaultwerte voreingestellt:

Dark Level Digital	<b>D10</b>
Bright Level Digital	<b>B230</b>
Cycles	<b>Q128</b>
Gainfaktor	<b>H2</b>
Exposuretime	<b>E....</b> ( individueller Wert für jeden CIS )

### **3.4.1.1 Externer Flash (Für VTDCIS optional)**

ab SW V1.50

#### **Camera Start:**

Beim Einschalten des CIS schaut die Software nach, ob die Flash-Speicher Erweiterung vorhanden ist. Ist dies der Fall, dann wird der interne Flash deaktiviert und nur der Erweiterungs-Flash verwendet. Falls der Erweiterungsspeicher benutzt wird, wird immer der Korrektursatz mit der Nr. 1 geladen.

#### **Anzeige:**

Wenn man # eingibt, wird im Abschnitt "Memory" angezeigt, welcher Flash benutzt wird.

Die Zahl gibt an, wie viele Datensätze bei der aktuellen Konfiguration gespeichert werden können.

Diese Zahl hängt von der Auflösung, Anzahl der Farben und der Länge des CIS ab. Beim internen Flash wird immer nur ein Korrektursatz gespeichert.

#### **Befehle zum Speichern und zum Laden:**

Der Befehl „\$“ ist um einen Index erweitert worden. Der Index gibt an, unter welcher Nummer die Aktuelle Korrektur gespeichert werden soll. Mit dem Z-Befehl holt man den entsprechenden Korrektursatz aus dem Flash zurück.

Beispiel:

- \$2     - Speichere aktuelle Korrekturtabelle unter der Nummer 2
- Z2     - Lade die Korrekturtabelle Nummer 2 aus dem Flash

Falls nur der interne Flash vorhanden ist, lauten die Befehle zum Speichern und Laden \$1 und Z1.

### 3.4.2 Pixelkorrektur für monochromes Licht

Hinweise auf Frame Grabber Aktivitäten beziehen sich auf den Dalsa Xcelera – Grabber. Bei anderen Modellen sind entsprechende Befehle zu verwenden.

- passende Abgleichvorlage im Arbeitsabstand ( siehe Typenschild ) des CIS beweglich anbringen
- Frame Grabber öffnen und auf CIS einstellen ( camera file )
- Terminalprogramm öffnen
- CIS einschalten
- Freerun-Modus **M0** muß aktiviert sein, beim VUCIS mit **LTM 0**
- mit **#** können die voreingestellten Parameterwerte abgerufen werden
- gegebenenfalls **D\_,\_** Dark Level Digital, **B\_,\_** Bright Level Digital und **Q\_** Cycles, den Bedürfnissen anpassen
- mit **Z0** aktuelle Pixelkorrektur löschen, bei VUCIS mit **PCC** oder für Rohdatenansicht:

VU	VTVD	VT VH	VR	MX
<b>V 0,0,0</b>	<b>V0,0,0</b>	<b>V1</b>	<b>V1</b>	<b>V1</b>

- das Licht ist noch ausgeschaltet und es dringt kein Fremdlicht ein
- ein Bild im Frame Grabber einziehen und das „Line Profile“ anzeigen.
- es sollte jetzt ein Graph über die gesamte CIS-Breite angezeigt werden, der dem Grauwert „Dark Level Digital“ entspricht.
- mit **L1** ( **L 1** VUCIS ) das Licht des CIS einschalten.
- es sollte jetzt ein Graph über die gesamte CIS-Breite angezeigt werden, der den unkorrigierten CIS darstellt. Siehe Abb 3.4.2-1 das Gray Line Profile

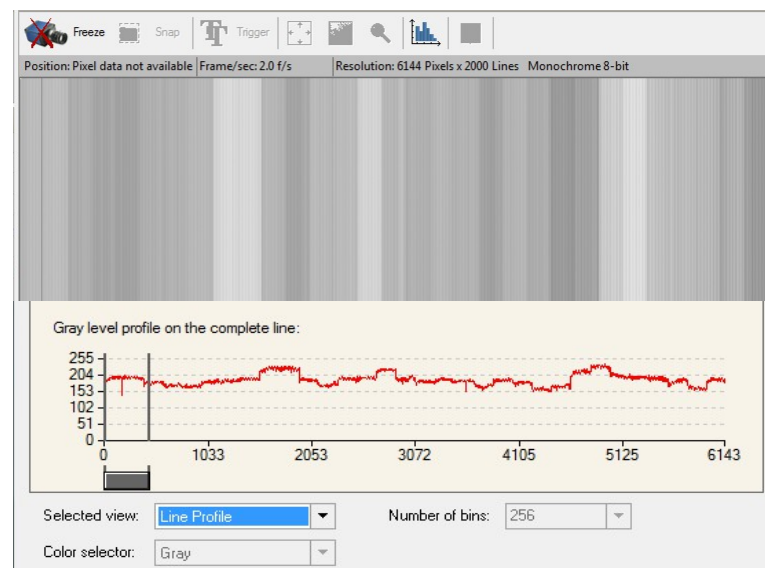


Abb. 3.4.2-1 unkorrigierter CIS, vor der Pixelkorrektur

- mit der Exposuretime **E**,..., den Graphen so verschieben, dass er im Wertebereich von  $0,5 \cdot B$ .....  $1 \cdot B$  liegt ( Bright Level Digital ). Die Pixelkorrektur wird jeden Pixel des CIS nun so verstärken, dass dessen Wert auf den eingestellten 230 liegt. Die maximale Verstärkung **H** liegt standardmäßig bei 2, sodass  $0,5 \cdot B \cdot 2$  genau **B** ergibt.



Abb. 3.4.2-2 Grün : erlaubter Bereich des LineProfiles

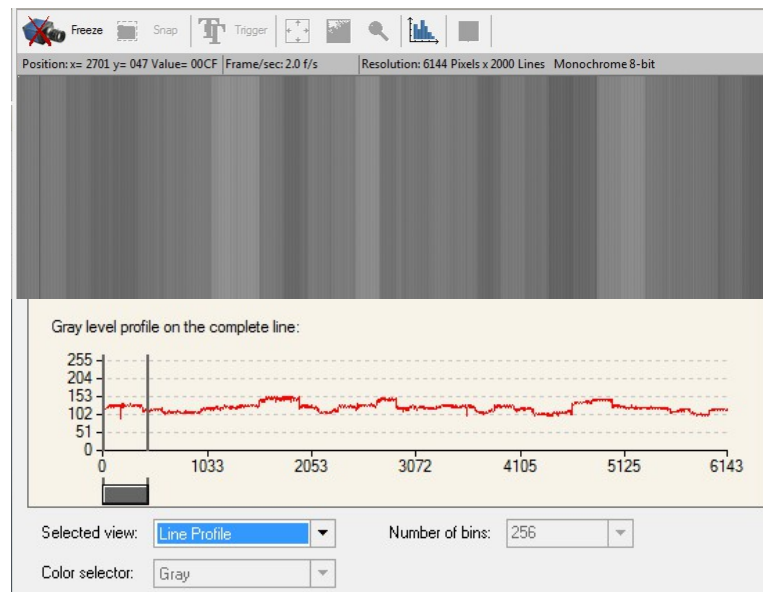
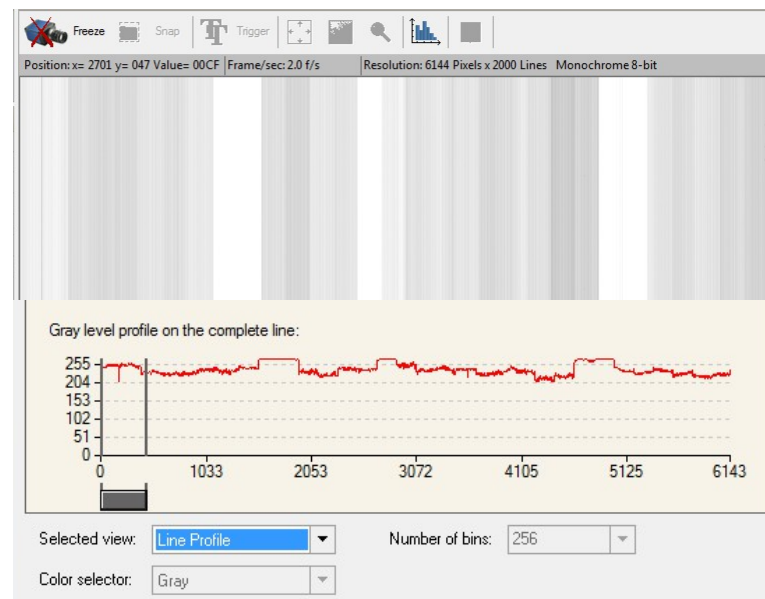


Abb. 3.4.2-2 Pixelwerte teilweise kleiner als  $0,5 \cdot B$

Abb. 3.4.2-3 Pixelwerte teilweise größer als **B**

Die Pixelkorrektur kann nur verstärken. Sollte ein Pixel den Wert von **B** vor der Korrektur übersteigen, so wird dieser Wert beibehalten und nicht korrigiert werden können.

- die automatische Pixelkorrektur starten mit

VU	VTVD	VT VH	VR	MX
<b>PC 5</b>	<b>C5</b>	<b>C5</b>	<b>C0</b>	<b>C0</b>

- die Vorlage bewegen solange bewegen, bis die Korrektur abgeschlossen ist.
- CIS ermittelt die Verstärkungen und schreibt sie in den Arbeitsspeicher.
- mit **L1, L 1** beim VUCIS das Licht des CIS einschalten.
- falls erforderlich auf die pixelkorrigierte Anzeige umschalten:

VU	VTVD	VT VH	VR	MX
<b>V 0,0,1</b>	<b>V0,0,1</b>	<b>V0</b>	<b>V0</b>	<b>V0</b>

- nach Beendigung der Pixelkorrektur sollte der Graph des Line Profile eine gerade Linie zeigen. Die Abweichung der einzelnen Werte untereinander sollte idealerweise  $\pm 3$  Count betragen.

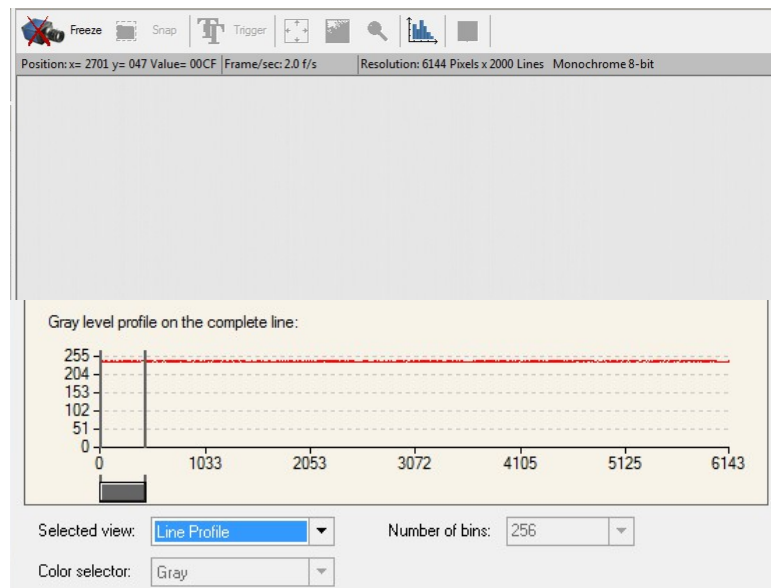


Abb. 3.4.2-3 korrigierter CIS

- Zum speichern des Resultats der erfolgten Pixelkorrektur abhängig von Typ und externem Speicher des CIS :

VU	VTVD mit externem Speicher	VTVD	VT VH	VR	MX
<b>PCS</b>	<b>\$N &lt;1 bis max.&gt;</b>	<b>\$1</b>	<b>\$</b>	<b>\$</b>	<b>\$</b>

- jetzt sollte noch überprüft werden, ob die für die Pixelkorrektur eingestellte Exposuretime für das abzutastende Objekt noch angepaßt werden muß:  
Genügend Helligkeit für die Auswertung, aber keine Übersteuerung.
- **S** , **PPS** (VUCIS) speichert die eingestellten Parameter des CIS dauerhaft im Speicher ab.

### 3.4.3 Pixelkorrektur für Farbe ( RGB )

Prinzipiell ist es die gleiche Vorgehensweise wie bei monochromen Licht.

Die drei Farben werden zuerst unabhängig voneinander in den zulässigen Grauwertbereich gebracht und anschließend werden mit einem einzigen Pixelkorrektur-Befehl alle Farben korrigiert.

- passende Abgleichvorlage im Arbeitsabstand ( siehe Typenschild ) des CIS beweglich anbringen
- Frame Grabber öffnen und auf CIS einstellen ( camera file )
- Terminalprogramm öffnen
- CIS einschalten
- Freerun-Modus **M0** beim VUCIS **LTM 0** , muß aktiviert sein.
- mit **#** können die voreingestellten Parameterwerte abgerufen werden
- gegebenenfalls **D**\_\_,\_\_ Dark Level Digital , **B**\_\_,\_\_ Bright Level Digital und **Q**\_\_ Cycles den Bedürfnissen anpassen. Die Werte von **D** und **B** sind für jede Belichtungsphase einzeln einstellbar und sollten in der Regel gleich groß sein, d.h. es gibt 3 gleiche **D** - und 3 gleiche **B** – Werte.
- mit **Z0** aktuelle Pixelkorrektur löschen, beim VUCIS **PCC** oder für Rohdaten:

VU	VTVD	VT VH	VR	MX
<b>V 0,0,0</b>	<b>V0,0,0</b>	<b>V1</b>	<b>V1</b>	<b>V1</b>

- das Licht ist noch ausgeschaltet und es dringt kein Fremdlicht ein
- ein Bild im Frame Grabber einziehen und das „Line Profile“ anzeigen.
- es sollten jetzt drei Graphen über die gesamte CIS-Breite angezeigt werden, der dem Grauwert Dark Level Digital jeder Farbe entspricht.
- mit **L1** , **L 1** am VUCIS das Licht einschalten.
- es sollten jetzt im Line Profile drei Graphen angezeigt werden, die den unkorrigierten CIS darstellen. Siehe dazu Abb 3.4.3-1 Color Level Profile

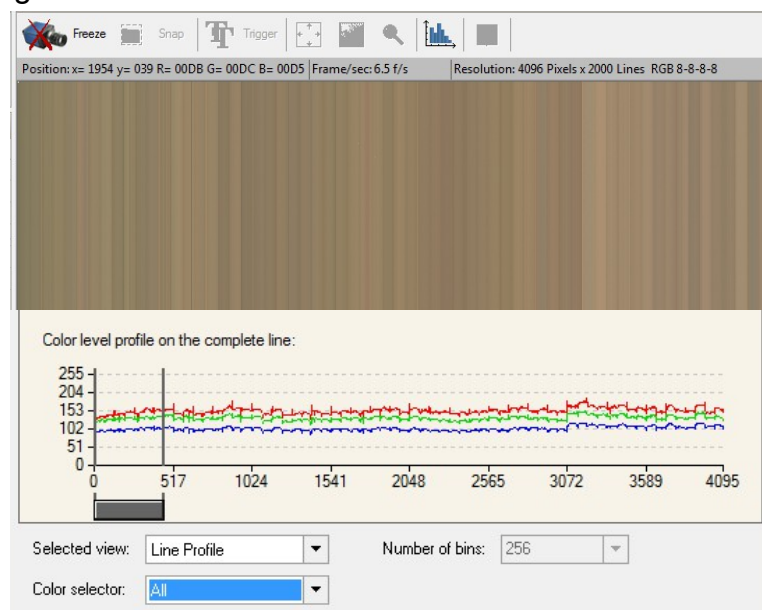


Abb. 3.4.3-1 unkorrigierter CIS, vor der Pixelkorrektur



- die RGB-Version des CIS besitzt mindestens 3 Exposuretimes:
  - **E0,u,xx** : LED-Reihe u, Exposuretime Rot xx
  - **E1,v,yy** : LED-Reihe v, Exposuretime Grün yy
  - **E2,w,zz** : LED-Reihe w, Exposuretime Blau zz
- mit der Exposuretime **E0,u,xx** den roten Graphen so verschieben, dass er im Wertebereich von  $0,5*B \dots 1*B$  liegt ( Bright Level Digital ). Die Pixelkorrektur wird jeden Pixel des CIS nun so verstärken, dass dessen Wert auf den eingestellten 230 liegt. Die maximale Verstärkung liegt standardmäßig bei 2, sodass  $0,5*B*2$  genau **B** ergibt. Die Pixelkorrektur kann nur verstärken. Sollte ein Pixel den Wert von **B** vor der Korrektur übersteigen, so wird dieser Wert beibehalten und nicht korrigiert werden können.
- **E1,v,yy** und **E2,w,zz** so einstellen, dass alle 3 Farben annähernd den gleichen Scan ergeben, wobei auch hier ein Wertebereich von  $0,5*B \dots 1*B$  ( Bright Level Digital ) gilt.
- Wichtig dabei ist, daß die Grau-Werte der drei Farben gleich groß sind, unabhängig von deren Exposuretime.

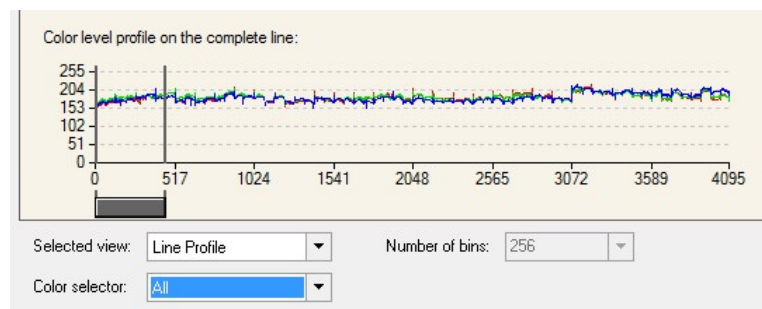


Abb. 3.4.3-2 unkorrigierter CIS, vor der Pixelkorrektur

- die automatische Pixelkorrektur starten mit

VU	VTVD	VT VH	VR	MX
<b>PC 5</b>	<b>C5</b>	<b>C5</b>	<b>C0</b>	<b>C0</b>

- Vorlage jetzt solange bewegen, bis die Korrektur abgeschlossen ist
- CIS ermittelt die Verstärkungen und schreibt sie in den Arbeitsspeicher.
- Die Pixelkorrektur gleicht alle Farben in einem Korrekturdurchlauf gleichzeitig ab
- mit **L1** das Licht des CIS wieder einschalten, beim VUCIS mit **L 1**
- falls erforderlich auf die pixelkorrigierte Anzeige umschalten:

VU	VTVD	VT VH	VR	MX
<b>V 0,0,1</b>	<b>V0,0,1</b>	<b>V0</b>	<b>V0</b>	<b>V0</b>

- nach Beendigung der Pixelkorrektur sollte der Graph des Line Profile eine gerade Linie zeigen. Die Abweichung der einzelnen Werte untereinander sollte idealerweise  $\pm 5$  Count betragen

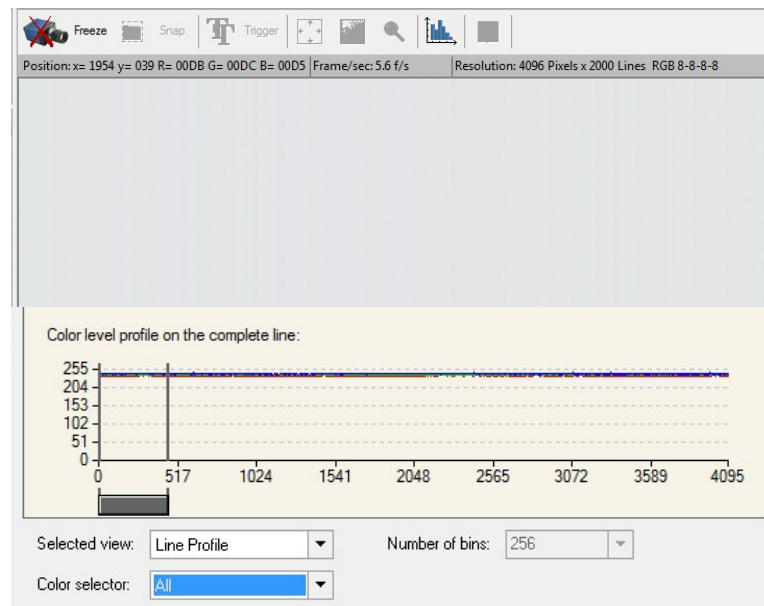


Abb. 3.4.3-3 korrigierter CIS

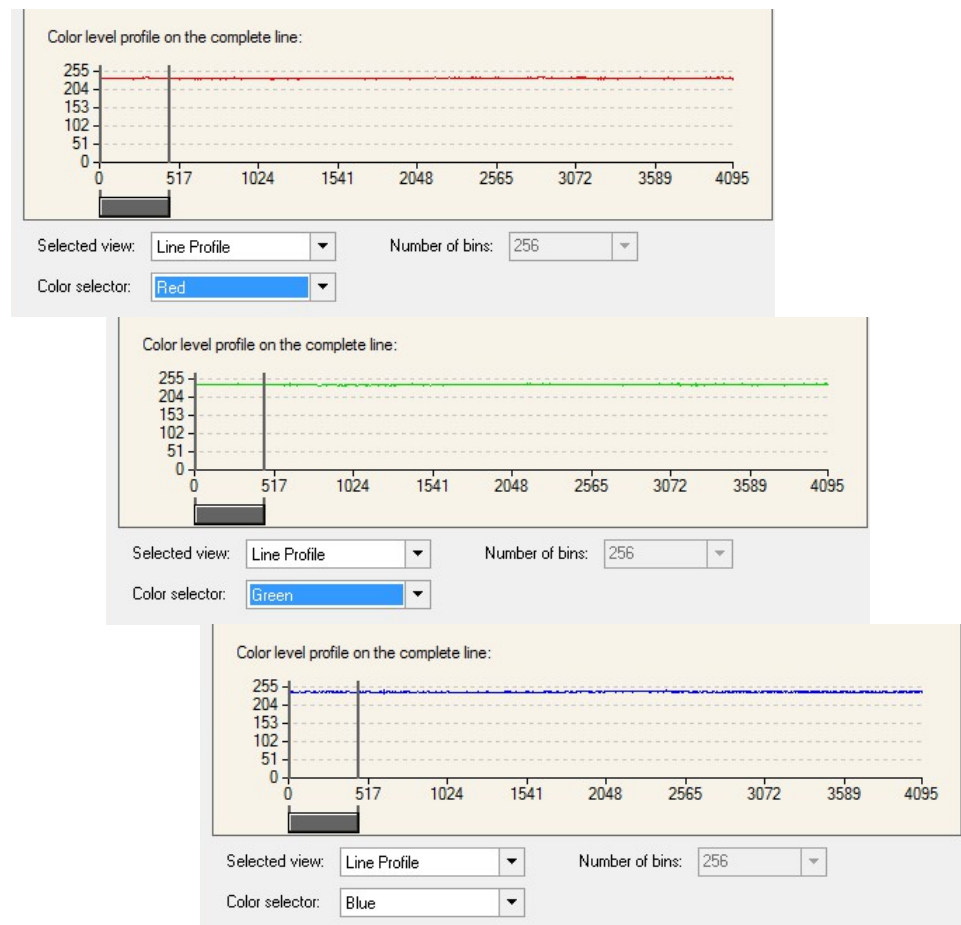


Abb. 3.4.3-4 korrigierter CIS, jede Farbe einzeln

-

VU	VTVD mit externem Speicher	VTVD	VT VH	VR	MX
<b>PCS</b>	<b>\$N</b> <1 bis max.>	<b>\$1</b>	<b>\$</b>	<b>\$</b>	<b>\$</b>

speichert das Resultat der erfolgten Pixelkorrektur dauerhaft im Speicher des CIS ab

- jetzt sollte noch überprüft werden, ob die für die Pixelkorrektur eingestellte Exposuretime für das abzutastende Objekt noch angepaßt werden muß: Genügend Helligkeit für die Auswertung, aber keine Übersteuerung.
- **S** speichert die eingestellten Parameter des CIS dauerhaft im Speicher ab, beim VUCIS mit **PPS**

### **3.4.4 Pixelkorrektur für Falschfarben**

Entspricht im Wesentlichen der RGB-Version, da die einzelnen Falschfarbenphasen den R-,G-,B-Phasen zugeordnet sind. Es können bis zu 6 Belichtungsphasen verwaltet werden.

### **3.4.5 Pixelkorrektur für gemischtes, monochromes Licht**

Im Illumination Guide sind eine Vielzahl von Beleuchtungsarten aufgelistet. In speziellen Anwendungen ist es notwendig, mehrere Beleuchtungen zu mischen, d.h. gleichzeitig zu verwenden. Dabei werden die LED's der Beleuchtungen zeitgleich geschaltet. Eine Pixelkorrektur ist in diesem Fall dann durchzuführen, wenn das Mischungsverhältnis bereits bekannt ist. Es gilt die gleiche Vorgehensweise wie bei monochromen Licht. Um den Graph des Line Profile zu verschieben, müssen die verschiedenen Exposurezeiten der einzelnen Beleuchtungen so geändert werden, dass ihr Mischungsverhältnis dabei konstant bleibt.

### 3.4.6 Checkliste Pixelkorrektur

Nr	Checkliste Pixelkorrektur	nein, weiter mit	ja, weiter mit Nr
1	Frontscheibe des CIS sauber	reinigen	2
2	Arbeitsabstand korrekt	einstellen	3
3	Referenzvorlage Pixelkorrektur vorbereitet	vorbereiten	4
4	FrameGrabber, Einstellung Anzeige: Line Profile	einstellen	5
5	Terminalprogramm starten	starten	6
6	CIS einschalten	einschalten	7
7	Befehl # - auflisten der perm. Parameter	Befehl #	8
8	Sollwertangaben korrekt Dark Level digital <b>DL digital</b>	korrigieren	9
9	Bright Level digital <b>BL digital</b>	korrigieren	10
10	Cycles <b>Q</b>	korrigieren	11
11	Line Frequency <b>F</b>	korrigieren	12
12	Wert Gain Faktor nachsehen <b>H</b>	nachsehen	13
13	Minimalen Hellwert berechnen und notieren:: BL digital / Gain Faktor H = Hellwert min	berechnen	14
14	Mode 0 freerunning	Befehl <b>M0</b>	15
15	Befehl <b>Z0</b> – Pixelkorrektur löschen	Befehl <b>Z0</b>	16
16	Beleuchtung aus	Befehl <b>L0</b>	17
17	Referenzvorlage einlegen	einlegen	18
18	Befehl <b>L1</b> - Licht einschalten	Befehl <b>L1</b>	19
19	FrameGrabber Line Profile: Hellwert checken: Hellwert im Bereich <b>BL digital</b> > Hellwert > <b>BL digital / H</b> über ganze CIS Länge	Hellwert nachjustieren mit Befehl <b>E</b>	20
20	Befehl Pixelkorrektur VTVD <b>C5</b> ,VTVH <b>C5</b> ,VR <b>C0</b> ,MX <b>C0</b>	Befehl	21
	nach Statusmeldung/en ist Pixelkorrektur fertig	warten	21
21	mit <b>L1</b> das Licht des CIS wieder einschalten	Befehl <b>L1</b>	22
22	FrameGrabber Line Profile: Linie auf BL Wert	Einstellfehler?	23
23	Befehl <b>\$</b> - Pixelkorrektur dauerhaft speichern	Befehl <b>\$</b>	24
24	Befehl <b>S</b> - Parameter dauerhaft speichern	Befehl <b>S</b>	Fertig

### 3.5 Offset (Für VTDCIS, VRCIS, MXCIS)

- o           **Get analog Offset**  
zeigt die analogen Offsetwerte an

Nach Eingabe von o wird im Terminalprogramm-Fenster eine Liste aller Kanäle mit den zugehörigen Offset-Werten ausgegeben. Die Werte werden in hexadezimaler Schreibweise angezeigt.

- O<ch>,<val>       **Set analog Offset**  
                   <ch>       analoge Kanalnummer  
                   <val>      Eingabe des gewünschten Wertes

Es gibt noch eine Broadcast-Einstellung, mit der alle Kanäle gleichzeitig auf einen vorgegebenen Wert eingestellt werden können.

O999,<val>

Nach Eingabe der Kanalnummer kann dem Kanal ein frei wählbarer Wert zugeordnet werden. Der Wertebereich ist 0...512, wobei 0..255 Verstärkung und 256...512 Dämpfung bedeuten. Die Eingabe muß in dezimaler Schreibweise erfolgen.

Der erste Kanal trägt die Nummer 0.

Das Resultat kann im Line Profile des FrameGrabbers beobachtet werden.

Ermitteln der konkreten Kanalnummer:

Im Line Profile des FrameGrabbers wird zunächst eine Pixelnummer ermittelt, die in dem anzupassenden Bereich liegt. Die dazugehörige Kanalnummer wird mit Hilfe des Befehls

- j<pix>           **Get channel to pix.**  
                   <pix>   Eingabe der gewünschten Pixelnummer

im Terminalprogramm-Fenster angezeigt.

Ein dauerhaftes Abspeichern der neu ermittelten Offset Werte erfolgt mit dem Befehl:

- S           **Store Parameters**  
speichert aktuelle Parameter

## 3.6 Geometriekorrektur

### 3.6.1 Allgemeines zur Geometriekorrektur

Die Geometriekorrektur wird im Werk durchgeführt und ist für den Benutzer nicht änderbar. Nur die Scanrichtung kann vor Ort angepaßt werden.

Wie bereits in Kap. 2.2.4 und 2.2.5 erwähnt, ist die Montage der Chips auf den Sensorboards toleranzbehaftet. Die Fertigungstoleranzen betreffen nicht nur den Spalt zwischen den Chips, sondern auch den Versatz zweier nebeneinander liegenden Chipenden.



Abb. 3.6.1-1 Fertigungstoleranzen

Eine übertriebene Darstellung der toleranzbehafteten Chipanordnung ist in Abbildung 3.6.1-1 dargestellt. Die Gaps in der x-Richtung messen etwa 20...50  $\mu\text{m}$ , der Versatz in der y-Richtung etwa  $\pm 30 \mu\text{m}$  zur Ideallinie.

Eine optional erhältliche Geometriekorrektur für einige CIS-Typen kann die Toleranzen in y-Richtung herausrechnen und die überlappenden Pixel in x-Richtung herauslöschen.

Für die Korrekturberechnung in y-Richtung wird ein FIFO-Speicher eingesetzt. Beim Starten des Bildeinzuges muss daher zuerst der FIFO-Speicher aufgefüllt sein, bevor die ersten gültigen Bildzeilen ausgegeben werden können. Dies kann bis zu 16 Bildzeilen in Anspruch nehmen. Dies bedeutet, dass die ersten Zeilen für eine Bildauswertung nicht verwendet werden können.

### 3.6.2 Grobausrichtung der Sensoren in Y-Richtung

Bei den Zero Gap Sensoren, staggerd plus FIFO sind die Sensor-Chips in 2 Reihen angeordnet. Ein Merkmal eines Objektes wird somit zu verschiedenen Zeitpunkten abgetastet. Die Daten der zuerst abgetasteten Reihe werden deshalb in einem FIFO-Speicher zwischengespeichert und dann zum richtigen Zeitpunkt zusammen mit den Daten der 2. abgetasteten Reihe gemeinsam ausgegeben. Der Nennversatz ( ca. 100  $\mu\text{m}$  ) der Symmetrieachsen der Pixelreihen ist dabei als ein ganzzahliges Vielfaches der Pixelgröße gewählt. Deshalb können nach einer festlegbaren Zeilenzahl die Bilddaten beider Zeilen gemeinsam ausgegeben werden.

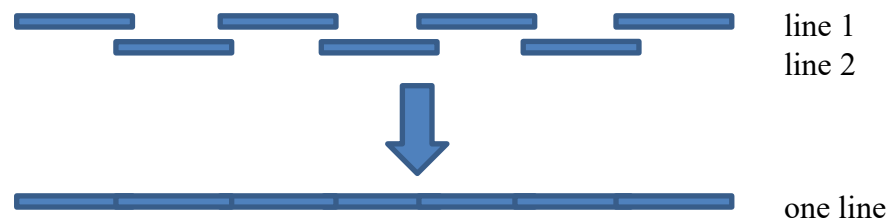


Abb. 3.6.2-1 Zwei Lesezeilen zur Deckung bringen

Dies ist mit einem Befehl im passwortgeschützten Set-Menue einstellbar:

Eine Richtungsumschaltung paßt die Zwischenspeicherung der Laufrichtung der Objekte an. Sie wirkt auch auf die Geometriekorrektur, sodass auch deren Werte automatisch der Laufrichtung angepasst werden.

<b>d&lt;0 1&gt;</b>	<b>Set FIFO Direction</b>
<0 1>	Richtungswahl der Verschiebung



### 3.6.3 Feinausrichtung der Sensoren in Y-Richtung

Diese Feinausrichtung wird im Werk vorgenommen. Hier soll die Wirkungsweise veranschaulicht werden.

Es besteht die Möglichkeit, die Sensoren in kleinen Schritten in Transportrichtung ( Y-Richtung ) zu korrigieren.



Abb. 3.6.3-1 Angriffspunkte der Y-Korrektur

Nach Auswahl des Sensor-Chips kann der Anfang und das Ende des Chips in 1/16tel Pixelschritten angehoben werden.



Abb. 3.6.3-2 Ausrichtung nach der Y-Korrektur

### 3.6.4 Löschen überlappender Pixel in X-Richtung (nicht bei VDCIS)

Dieses Löschen überlappender Pixel wird im Werk vorgenommen. Hier soll die Wirkungsweise veranschaulicht werden.

Bei den Zero Gap Sensoren, staggerd plus FIFO sind die Sensor-Chips in 2 Reihen angeordnet. Die Überlappung der einzelnen Chips führt dazu, dass die überlappten Pixel doppelt dargestellt werden. Vergleiche dazu auch Kapitel 2.2.5.

Mit Hilfe der Geometriekorrektur können die überlappten Pixel gelöscht werden.

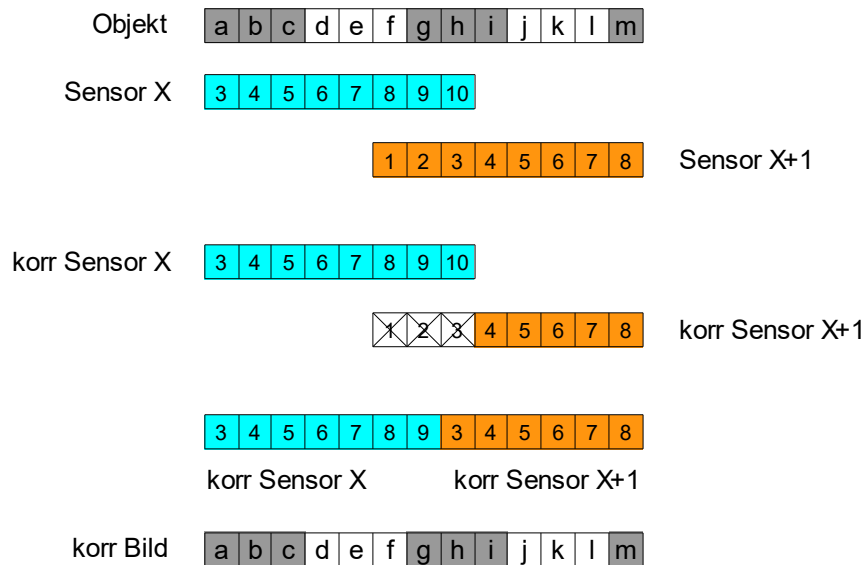


Abb. 3.6.4-1 Objekt und dessen korrigiertes Bild

Abb. 3.6.4-1 veranschaulicht die überlappten Pixel. Das Objekt wird von dem Sensor X, mit den Pixelnummern 3...10, im Bereich a...h erfasst und im FIFO zwischengespeichert. 2 Triggerimpulse (= 2 Zeilen) später wird das Objekt von Sensor X+1, mit den Pixelnummern 1...8, im Bereich f...m erfasst. Mit Hilfe einer Kalibriervorlage lassen sich nun die doppelt vorhandenen Objekt-Pixel herausfiltern und im Sensor X+1 gezielt löschen. Die Korrektur greift immer am Sensorbeginn an. Die zwischengespeicherten Pixel von Sensor X und die aktuellen, aber korrigierten Pixel von Sensor X+1 werden jetzt nacheinander an den Frame Grabber übergeben. Somit entsteht ein Bild, das dem Objekt in allen Pixel identisch ist

Auch hier können nicht nur ganze Pixel gelöscht werden, sondern in 1/16tel Pixelschritten.

### 3.6.5 Lasergestützte Geometriekorrektur beim VDCIS

Im Gegensatz zu der X Geometriekorrektur bei allen anderen CIS, ist diese bei dem VDCIS auf die Standard Werte fest eingestellt und wird durch einen Laser entsprechend korrigiert.

## **4 Installation und Betrieb**

### **4.1 Installation**

#### **4.1.1 Einbauraum**

Für die Planung der Kundenanlage steht für den CIS eine step-Datei zur Verfügung. Damit lassen sich Kollisionen mit anderen Maschinenelementen im Vorfeld verhindern.

Zu beachten sind auch die Anschlusskabel des CIS und seine Kühlung. Die Steckergehäuse der Standardkabel besitzen einen geraden Kabeleingang. Bei beengten Platzverhältnissen können Stecker mit seitlichem Kabeleingang geordnet werden.

Bei Anwendung von CameraLink-Übertragung für die Bildsignale ist zu beachten, dass deren standardmäßige Kabellänge maximal 5 m betragen darf.

#### **4.1.2 Einbaulage**

Das Fenster des CIS zeigt idealerweise nach unten oder steht senkrecht. Auf einem nach oben zeigendem Fenster kann sich sehr leicht Staub ablagern.

### **4.1.3 Befestigungsträger**

Der CIS ist auf einen geraden und glatten Träger anzuschrauben um einen festen Sitz und eine gute Wärmekopplung zu erreichen. Ein Teil der Abwärme wird über den Träger abgeführt.

Die Konstruktion ist so auszulegen, dass ein erschütterungsfreier Betrieb des CIS möglich ist.

### **4.1.4 Befestigungsschrauben**

Die Befestigung an dem Träger erfolgt mit metrischen Gewindeschrauben.

Im Gehäuse des CIS sind Gewindebuchsen eingepresst. Sie besitzen Sacklöcher, damit kein Staub oder Fremdgegenstände in den CIS gelangen können.

Die nutzbare Gewindelänge der Buchsen ist auf der Zeichnung angegeben.

Die Lage und Größe der notwendigen Befestigungsschrauben ist ebenfalls auf der Zeichnung angegeben.

### **4.1.5 Justiermöglichkeit**

Der Träger sollte idealerweise Justiermöglichkeiten in allen 3 Achsen verfügen, um den CIS optimal auf das zu scannende Objekt einrichten zu können. Dabei ist folgendermaßen vorzugehen:

- Auf dem Typenschild des CIS vermerkten Arbeitsabstand voreinstellen.
- mit dem Kommando **Z0** die vorhandene Pixelkorrektur löschen.
- Prüfen des eingestellten Hellwert (230). Falls nötig einstellen.
- Achten Sie darauf, dass der Grauwert über die gesamte Länge des Cis nahezu auf dem gleichen Wert ist und kleiner als der Hellwert.
- Stellen Sie im TiViViewer nur ein paar Zeilen ein, um die Hardware zu justieren, und schauen Sie sich das LineProfil-Fenster an.

Abhängig von Verwendungszweck folgende Schritte vornehmen

Bei Backlight:

- Bewegen Sie dann die Beleuchtung auf eine Seite, bis Sie den maximalen Grauwert erreicht haben. Wenn Sie 255 erreichen, dann reduzieren Sie die Belichtungszeit.
- Bewegen Sie die Hintergrundbeleuchtung in die gleiche Richtung, erhalten Sie einen reduzierten Wert und dann ein zweites Maximum. Die ideale Position liegt zwischen den 2 Maxima.
- Wiederholen Sie diese Schritte auf der anderen Seite des Backlights und achten Sie darauf, dass die bereits eingestellte Seite fixiert ist.

Bei glänzenden Oberflächen wie Glas:

- Den CIS parallel zur scannenden Oberfläche ausrichten
- Die Linse muß absolut senkrecht zur glänzenden Fläche stehen.
- Die Vorderseite des CIS minimal kippen.
- Sie sehen im TiViViewer nun 2 Maxima die eine Rechteckwellenform haben
- Stellen sie den CIS dazwischen fest.

#### 4.1.6 Zugänglichkeit

Im eingebauten Zustand sollte es möglich sein, die Stecker der Kabel einzustecken und ihre Arretierungsschrauben anzuziehen.

Unbedingt notwendig ist eine Reinigungsmöglichkeit für das Fenster des CIS.

Zum Durchführen der Pixelkorrektur wird mindestens eine Hell-Referenzvorlage benötigt, die im Arbeitsabstand vor dem CIS angebracht sein muss.

In diesem Zusammenhang muss auch darauf hingewiesen werden, dass trotz guter Zugänglichkeit ein direkter Blick in die LED-Lichtleisten nicht möglich sein darf.



#### 4.1.7 Wärmeableitung über Befestigungsträger

Über eine gute Wärmekopplung wird ein Teil der Abwärme über den Träger abgeführt. Vor allem bei CIS mit passiver Kühlung ist darauf besonderes Augenmerk zu legen.

#### **4.1.8 Wärmeableitung über Luftkühlung**

Für den CIS werden eine aktive und eine passive Luftkühlung angeboten.

Die aktive Luftkühlung erzwingt durch angebrachte Ventilatoren eine Luftumwälzung. Es ist dafür zu sorgen, dass eine ausreichende Luftzirkulation ermöglicht wird und entsprechende Zu- und Abluftöffnungen vorgesehen werden.

Die passive Luftkühlung wird durch außen angebrachte Kühlkörper mit einem niedrigen Wärmewiderstand realisiert. Durch die aufsteigende erwärmte Luft wird eine natürliche Luftzirkulation erzeugt. Hier ist es wichtig die Zu- und Abluftöffnungen so anzuordnen, dass eine Zirkulation nicht behindert wird. Die Kühlrippen sollen senkrecht stehen.

#### **4.1.9 Wärmeableitung über Flüssigkeitskühlung**

Ältere CIS-Modelle besitzen zwei großflächige Aluminiumblöcke, die außen angeschraubt sind. Sie enthalten jeweils zwei Längsbohrungen in denen eine geeignete Kühlflüssigkeit durchgeleitet werden kann. An den Enden der Bohrungen befinden sich G 1/4"-Gewinde für Anschlußfittings.

Neuere CIS-Modelle ab VTVH besitzen mehrere Kupferrohre, die unter anderem direkt durch die LED-Trägerprofile geführt sind. Diese Rohre haben einen Außendurchmesser von 6 mm und einen Innendurchmesser von 5 mm. Sie ragen ca 30-50 mm aus dem CIS-Gehäuse heraus.

An ihnen können                      direkt Schläuche aufgeschoben (Abrutschsicherung !),  
Rohrfittings aufgeschraubt,  
Rohrfittings hart angelötet (Wärmeableitung !) werden.

## Begriffe

Leitfähigkeit	S	[Siemens] $\mu\text{S}$ [MicroSiemens]	= Kehrwert des elektrischen Widerstandes
Reinstwasser		0.....2 $\mu\text{S}$	
Destilliertes Wasser		0....10 $\mu\text{S}$	
Osmosewasser		5....50 $\mu\text{S}$	
VE-Wasser		0....50 $\mu\text{S}$	vollentsalztes Wasser (= deionisiertes Wasser, demineralisiertes Wasser)
VE-Wasser		30..50 $\mu\text{S}$	entspricht Regenwasser
Ethylen-Glykol EWG		Korrosionsschutzmittel, farb- und geruchlose Flüssigkeit mit leicht süßlichem Geschmack, gesundheitsschädlich,	
Propylen-Glykol PWG		Korrosionsschutzmittel, klare, farblose, nahezu geruchlose und stark hygroskopische Flüssigkeit, weniger gesundheitsschädlich als Ethylen-Glykol, mit Wasser gemischt als Wärmeträgermedium in Kühlanlagen der Lebensmittelverarbeitung	
Taupunkt		Diejenige Temperatur, bei der die Luftfeuchtigkeit zu kondensieren beginnt.	

### **Achtung:**

*Hochreines Wasser mit Leitfähigkeit zwischen 0....5  $\mu\text{S}$  entzieht der Umgebung*

*Mineralien: Metalle korrodieren,  
Kunststoffe werden hart,  
Aluminium wird angegriffen.*

In der Regel werden Mischungen aus VE-Wasser mit EWG oder PWG verwendet. Das Mischungsverhältnis kann der Glykol – Lieferant empfehlen.

Zu beachten ist auch die Materialzusammensetzung im gesamten Kühlkreislauf, speziell wenn unterschiedliche Metalle Verwendung finden.

### **Für Kupfer geeignet:**

- VE Wasser mit Leitfähigkeit von 30...50  $\mu\text{S}$
- EWG Ethylen-Glykol / VE-Wasser-Mischung – gesundheitsschädlich.
- PWG Propylen-Glykol / VE-Wasser-Mischung – einsetzbar in der Lebensmittelindustrie



### **Für Aluminium geeignet:**

- EWG 25 % Ethylen-Glykol / 75 % VE-Wasser-Mischung – gesundheitsschädlich.
- PWG 25 % Propylen-Glykol / 75 % VE-Wasser-Mischung - einsetzbar in der Lebensmittelindustrie

### **Für Edelstahl geeignet:**

- VE Wasser
- EWG Ethylen-Glykol / VE-Wasser-Mischung– gesundheitsschädlich.
- PWG Propylen-Glykol / VE-Wasser-Mischung - einsetzbar in der Lebensmittelindustrie

### **Empfehlung:**

Die Parameter für das Kühlmedium hängen stark von den Einsatzbedingungen (Umgebungstemperatur) und Einsatzzweck (Wärmeabfuhr, stabile Farbtemperaturen der LEDs) ab. Richtwerte für erste Einstellung sind:

- Vorlauftemperatur 18°C
- Rücklauftemperatur 19°C
- Temperaturdifferenz Rücklauf – Vorlauf < 1°C
- Volumenfluss 3 l/min pro Kühlrohr
- Überdruck < 1 bar

Es ist darauf zu achten, dass der CIS nicht kälter wird als die Taupunkt-Temperatur der Umgebung, da sich sonst Feuchtigkeit auf dem Gehäuse und / oder Frontscheibe niederschlägt.

Sollte sich Feuchtigkeitsniederschlag im CIS-Inneren bilden, den CIS sofort stromlos schalten und warten, bis der Niederschlag sich wieder aufgelöst hat. Dieser Feuchtigkeitsniederschlag könnte elektrische Kurzschlüsse hervorrufen.

#### **4.1.10 Anschlusskabel**

Ein CIS benötigt mehrere Kabel:

- ein Powerkabel ( siehe auch 2.6.2 )
- mindestens ein CameraLink Kabel ( siehe auch Kap. 2.5.1.2 ) oder ein GigE Netzwerkkabel ( siehe auch Kap. 2.5.2 )  
Über die Anzahl der CameraLink - bzw. Netzwerkkabel gibt die Auftragsbestätigung und das Datenblatt Auskunft.
- eventuell ein Encoderkabel
- eventuell ein Steuerkabel für eine externe Beleuchtungseinheit

Die Verlegung der Kabel zum Schaltschrank ist so zu erfolgen, dass keine Zugspannungen durch das Kabel auf die Steckverbindungen ausgeübt werden, besonders wenn der CIS beweglich gelagert ist.

Wenn möglich ist eine räumliche Trennung von Stromversorgungs- und Signalleitungen anzustreben.

Die Steckverbindungen der Anschlusskabel sind für Stecker mit Arretierungsschrauben vorgesehen. Die bei Tichawa Vision als Zubehör angebotenen Kabel besitzen alle Stecker die Arretierungsschrauben. Sie sollten auch im Sinne eines sicheren Betriebes angeschraubt sein.

##### **4.1.10.1 Dokumentation Digital IO ( VTVDCIS )**

Stand: 08.12.20

ab SW Version 1.70  
FW ist nicht betroffen

- **Steckerbelegung:**

8 Digitale Eingänge: Pin 1-8  
8 Digitale Ausgänge: Pin 9-13 und Pin 14-16

Dongle und DigitaleIO nicht gleichzeitig benutzbar.

- **Einschalten der Option DigitalIO:**

SET-Menü: "E<0|1>" (nur mit Dongle sichtbar)

0 – Option DigitalIO ausschalten

1 – Option DigitalIO einschalten

Ob die Option eingeschaltet ist sieht man mit #:

Im letzte Anschnitt steht dann folgender Text:

\*\*\* Options \*\*\*

DigIO Option: 1

Bei eingeschaltetem DigIO sind die Befehle "R" und "r" aktiviert.

- **Befehle**

"R<hex>" : setze Digitale Ausgänge auf das Muster <hex>  
z.B: 05 (=00000101 -> Setze Ausgang 0 und 2 )

r: lese Digitale Eingänge ein, die Ausgabe erfolgt in Form von einer zweistelligen hex-Zahl  
z.B: 70 -> Eingänge 4,5,6 sind gesetzt

- **Einschränkungen**

Beim Auflisten des Menüs mit dem Befehl "?" kommt es zu einem kurzen Einschalten (1ms) aller Ausgänge. Das liegt daran, dass die Software feststellen muss, ob der Dongle am Gerät angesteckt ist.

Eingänge 0 Volt <= VIN <= 24 Volt  
Kein dauerhaftes Verweilen zwischen 5 und 20 Volt

Ausgänge 0 Volt <= VOUT <= 24 Volt  
max. 0,3 A / Ausgang  
max. 1 A für alle Ausgänge zusammen  
nur ohm'sche Lasten  
es findet keine Entprellung für die Eingänge statt

#### 4.1.11 Anschlussreihenfolge

Im spannungslosen Zustand von PC und Stromversorgung zuerst die Signalleitungen ( Camera Link und Trigger ) anstecken und erst dann den Powerstecker.



Die Signalleitungen sollten vor dem Einstecken an einem Erdpotential führenden Metallteil statisch entladen werden.

**Die Kontaktpins der Stecker nicht berühren !**

#### 4.1.12 Erdung und EMV

Wie bereits im Kapitel 2.6 beschrieben ist eine Erdung des CIS notwendig. Die Betriebsspannung beträgt 24 VDC, deshalb ist diese Erdung keine Schutzerdung sondern eine Funktionserdung. Sie verhindert den Aufbau von statischen Spannungen und dient zur Ableitung von elektromagnetischen Störungen. Im Inneren des CIS sind die GND-Kontakte des Powersteckers mit dem CIS-Gehäuse verbunden. Bei der Montage des CIS ist auf eine gute elektrische Verbindung zum Befestigungsträger und dessen Betriebserde zu achten. Dies darf die einzige Verbindung des CIS-PELV-Stromkreises zur Betriebserde sein, damit Masseschleifen verhindert werden, die unkontrollierte Ausgleichsströme hervorrufen könnten.

### 4.1.13 Schutzart

Der Begriff „IP-Schutzart“ (International Protection) ist durch IEC/EN 60529 „Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)“ definiert.

Die Schutzart eines Gehäuses wird mit genormten Prüfverfahren bestimmt. Zur Klassifizierung dieser Schutzart wird der IP-Code verwendet.

Dieser setzt sich aus den beiden Buchstaben IP (International Protection) und einer zweistelligen Kennziffer zusammen.

Die Definition der beiden Ziffern erläutert die nachfolgende Tabelle:

1. Ziffer Fremdkörperschutz		2. Ziffer Wasserschutz	
0	Kein Schutz	0	Kein Schutz
1	Fremdkörper > 50 mm	1	Tropfwasser, senkrecht
2	Fremdkörper > 12 mm	2	Tropfwasser, 15° zur Senkrechten
3	Fremdkörper > 2,5 mm	3	Sprühwasser, 60° zur Senkrechten
4	Fremdkörper > 1 mm	4	Spritzwasser aus allen Richtungen
5	Staubgeschützt	5	Wasserstrahl aus allen Richtungen
6	Staubdicht	6	Starker Wasserstrahl aus allen Richtungen
		7	Zeitweiliges Untertauchen
		8	Dauerndes Untertauchen

Tab. 4.1.13-1 IP-Schutzarten

Kennziffer 1 beschreibt den Schutz des Gehäuses gegen Eindringen von festen Fremdkörpern, einschließlich Staub (Fremdkörperschutz).

Kennziffer 2 beschreibt den Schutz des Gehäuses gegen das Eindringen von Wasser (Wasserschutz).

Der Standard-VDCIS kann der Schutzklasse IP20 zugeordnet werden.

- 2 Schutz gegen Fremdkörper größer als 12 mm Durchmesser
- 0 kein Schutz gegen Wasser

## 4.2 Betrieb und Wartung

### 4.2.1 Umgebungsbedingungen

#### 4.2.1.1 Gehäuse-Temperatur

Der Betriebstemperaturbereich des CIS beträgt 0°.....40° Celsius ( 32°....104° Fahrenheit ). Bei Temperaturen unterhalb des Taupunktes kann Feuchtigkeit an der Scheibe, innen wie außen, kondensieren. In solchen Fällen muß mit Warmluft die Scheibe erwärmt werden.

Im CIS sind auf den Elektronikboards Temperaturfühler angebracht. Mit dem Befehl „`t<cont> Get Temperature`“ im Main-Menue kann der Durchschnittswert aller Fühler angezeigt werden.

Sollte die Temperaturabfrage für Statusmeldungen herangezogen werden, ist es empirisch am Einsatzort des CIS zu ermitteln, welche CIS-Innentemperatur bei einer Gehäuse-Außentemperatur von 40° C herrscht.

Zur Lagerung ist ein Temperaturbereich von -10°.....60° Celsius zulässig. Die Lagerung hat mit abgelassener Kühlflüssigkeit zu erfolgen.

Der CIS muss zuerst an die Raumtemperatur akklimatisiert werden, bevor er eingeschaltet wird.

#### 4.2.1.2 Luftfeuchtigkeit

Die Luftfeuchtigkeit sollte einen Bereich von 10....60 % rel F nicht übersteigen. Falls sie größer ist besteht die Option einer Ausrüstung des CIS mit Airflow. Dabei wird ein Spülgas mit 10..30 % rel F und 1l/min in den CIS geleitet. Vorsicht vor ölhaltiger Luft. Sie zerstört den CIS.

Die relative Feuchte ist temperaturabhängig, bei niedrigen Temperaturen steigt sie an, deshalb muss der Taupunkt beachtet werden.

Der Taupunkt beschreibt diejenige Temperatur an dem die Luftfeuchtigkeit an der Scheibe zu kondensieren beginnt.

### 4.2.1.3 Erschütterungsfestigkeit

Erschütterungsfestigkeit bezeichnet sowohl einen einmaligen Stoß, auch Schockfestigkeit genannt, als auch Vibration als Erschütterung.

#### **Vibrationsfestigkeit:**

Gibt an, bei welcher Amplitude bzw. Beschleunigung in einem definierten Frequenzbereich noch keine Funktionsstörungen oder Beschädigungen auftreten.

Eine vibrationsarme Befestigung des CIS ist schon alleine der Bildqualität wegen erforderlich, ansonsten „verwackelt“ das Bild.

Die Widerstandsfähigkeit gegenüber Vibrationen:

im Betrieb 0,1 g rms ( f = 5 - 500 Hz, Dauer 10 min jede Achse )  
bei Lagerung 1,0 g rms ( f = 5 - 500 Hz, Dauer 10 min jede Achse )

#### **Schockfestigkeit:**

Gibt an, bei welchem mechanischen Stoß ( im Vielfachen der Erdbeschleunigung "g" bei Halbsinusform und 11 ms Dauer) noch keine Funktionsstörungen auftreten.

Widerstandsfähigkeit beim Transport 5 g / 11 msec

In den CIS ist in der Regel ein „Shockwatch“ eingebaut. Dieser registriert mechanische Stöße beim Transport. Wird ein vorgegebener Wert überschritten, so verfärbt sich das Anzeigeröhrchen rot. Es bedeutet jedoch noch nicht, dass der CIS defekt ist, sondern es ist sofort eine Funktionsprüfung durchzuführen.

Auf der Transportverpackung sind ebenfalls Shockwatch – Sensoren aufgeklebt. Sollten diese rot gefärbt sein, muß dies auf den Transportpapieren / Frachtbrief vermerkt werden, um eventuelle Schadenersatzansprüche geltend zu machen und als Nachweis für die Transportversicherung.

#### 4.2.2 Arbeiten am CIS



**LED-Lichtquellen im sichtbaren Bereich in den CIS sind nach DIN EN 62471 in die Risikogruppe 2 einzustufen d.h. die Lichtstrahlung ist bei kurzzeitiger Exposition ungefährlich für das Auge.**

**Niemals direkt in die Beleuchtung blicken !**

Für sämtliche Arbeiten die an dem CIS vorgenommen werden, ist grundsätzlich der CIS **immer spannungsfrei** zu schalten und gegen Wiedereinschalten zu sichern.

- die Beleuchtung ist dann dunkel – **Schutz für die Augen !**
- beim Abziehen oder Anstecken der Powerstecker können dann keine Lichtbögen entstehen.
- beim Abziehen von Camera Link Steckern oder dem Triggerstecker können keine undefinierten Spannungen an den Transmitter- und Transceiver-Bausteinen auftreten. Diese können durch Spannungsspitzen zerstört werden.

Das verschraubte Gehäuse ist durch Garantie-Siegel vor unbefugtem Öffnen geschützt. Im Inneren des CIS kann der Anwender keine Reparaturen vornehmen. Es sind keine Verschleißteile, wie Schmelzsicherungen etc, verbaut.



### 4.2.3 Elektrostatische Aufladung

Der CIS enthält optische Sensoren und hochsensible Elektronik, die empfindlich gegen elektrostatische Spannungen sind. Bitte deshalb den Sensor und speziell die Camera Link Anschlüsse gemäß üblichen ESD-Richtlinien ( ESD – elektrostatische Entladung ) behandeln:

- vermeide statische Aufladung  
( Sensor und Bedien- bzw. Wartungspersonal )
- Kontakt zu geerdetem Gegenstand herstellen
- immer Stecker und Sensor erden, bevor eingesteckt wird
- nur in spannungslosem Zustand stecken

Spezielle Vorsicht ist mit elektrisch isolierenden Objekten, wie zum Beispiel Kunststoff oder Papier, geboten, auf denen sich sehr hohe statische Spannungen aufbauen können.



Deshalb den CIS bzw. seinen Befestigungsträger mit möglichst kurzem, ausreichend dimensioniertem Kupferband erden.

#### 4.2.4 Schutz gegen Staub



Der Betrieb des CIS im Standardgehäuse ist nur bei elektisch isolierenden Staubpartikeln zugelassen.

Sollte leitfähiger Staub in die Elektronikammer des CIS eindringen, so können Kurzschlüsse die Zerstörung des CIS zur Folge haben.

Das Fenster des CIS ist ein Teil seiner Optik und sollte, wie alle optischen Geräte auch, mit äußerster Vorsicht behandelt werden.

Abgelagerter Staub verändert die Bildinformationen dahingehend, dass dauerhaft dunkle Bereiche hervorgerufen werden. Staub tritt stärker in Erscheinung, wenn die Beleuchtung oder die Schärfenebene nahe der Fensteroberfläche ist. Bei diffusen Beleuchtungen ist Staub weniger sichtbar, da der Fokus weiter vom Glas entfernt ist.

Staub und lose Partikel können in der Regel mit ölfreier Druckluft abgeblasen werden, wenn er nicht durch statische Aufladung an der Scheibe haftet. Dann könnte ionisierte Druckluft helfen.

Ist eine weitergehende Reinigung notwendig, ist zu Linsenreinigungspapier zu raten, evtl. mit Alkohol oder Aceton benetzt.

Fusselfreie ESD-sichere Stofftücher, die keine Partikel enthalten, die die Scheibe zerkratzen könnten, können auch verwendet werden.

Welche Reinigungsart auch angewendet wird, es ist behutsam und vorsichtig vorzugehen.

#### **4.2.5 Schutz gegen Öl oder Fett**

Bei Tätigkeiten an dem CIS kann dieser mit Öl oder Fett in Berührung kommen. Selbst eine Berührung der Scheibe mit bloßen Händen hinterlässt Fettspuren darauf.

Für die Reinigung ist Linsenreinigungspapier zu empfehlen, evtl. mit Alkohol oder Aceton benetzt.

Fusselfreie ESD-sichere Stofftücher, die keine Partikel enthalten, die die Scheibe zerkratzen könnten, können auch verwendet werden, evtl. mit Scheibenreinigungsmittel benetzt.

Welche Reinigungsart auch angewendet wird, es ist behutsam und vorsichtig vorzugehen.

Bei Verwendung von Gummihandschuhen kann durch Reibung auf der Scheibe eine elektrostatische Ladung aufgebaut werden. Um ESD-Schäden ( ESD – elektrostatische Entladung ) zu vermeiden, ist deshalb eine gute Erdung des CIS notwendig ( siehe dazu auch 4.2.3 ).

#### **4.2.6 Schutz gegen Kratzer**

Kratzer in der Scheibe können durch Kontakt mit dem Objekt, durch unachtsame Behandlung, durch schleifende Reinigungsmittel, durch ungeschützte Lagerung und Transport hervorgerufen werden.

Bei Arbeiten in unmittelbarer Nähe des CIS ist es empfehlenswert die Frontscheibe abzudecken, um sie vor herabfallenden Gegenständen oder vor Berührung mit Montagewerkzeugen zu schützen.

Der CIS sollte nur in seiner Verpackung gelagert und transportiert werden. Das Fenster sollte dabei keinen direkten Kontakt mit dem Verpackungsmaterial haben.

Kratzer verändern den Strahlengang des Lichtes. Er erzeugt in der Regel hellere Pixel, die sich in unmittelbarer Nachbarschaft von dunkleren Pixeln befinden.

## 4.3 Tipps zur Störungsbeseitigung

Wenn der CIS nicht zufriedenstellend arbeitet, gehen Sie bitte die folgende Liste Punkt für Punkt durch.

### Mechanischer Check:

- Fenster des CIS sauber?
- Gehäusetemperatur des CIS kleiner als 40 °C?
- Kühlung funktionsfähig?

### Check der Anschlüsse:

- Alle CameraLink Anschlüsse angesteckt und Steckerschrauben angezogen?
- Länge des CameraLink-Kabels richtig?
- Computer eingeschaltet und zugehörige Software gestartet?
- Power Stecker angesteckt und Steckerschrauben angezogen?
- Netzgerät eingeschaltet und beträgt Sekundärspannung 24 VDC?

### Check der Kommunikation:

- Terminalprogramm ( TiViViewer, Tera Term, Hyperterm ... ) öffnen
- Zum Test der Kommunikation den Befehl „?“ eingeben - jetzt wird vom CIS sein kompletter Befehlsvorrat zum Terminalprogramm gesendet und aufgelistet.
- Zur Anzeige der Basiseinstellungen den Befehl „#“ eingeben - die aktuellen CIS-Einstellungen werden angezeigt
- Der CIS kann Testmuster erzeugen und zum Frame Grabber senden. Besonders interessant ist die Graurampe, die mit

VTVD	VT VH	VR	MX
V0,1,0	V7	V7	V7

erzeugt wird.

Mit den Testmustern kann der Signalübertragungsweg von dem CIS zum Frame Grabber und dessen Konfiguration überprüft werden.

- GND-Potentialdifferenz zwischen Rechner und CIS kleiner als 0,2 Volt?

**Optischer Check:**

- Ist Sensorfenster sauber?
- Terminalprogramm ( TiViViewer, Tera Term, Hyperterm ... ) öffnen.
- In den Mode „M0“ ( freerunning ) wechseln, aktuelle Pixelkorrektur mit dem Befehl „Z0“ löschen und das Licht mit „L1“ einschalten.
- Diffuse Beleuchtung: Leuchten die LEDs? - **Achtung : Nicht direkt in die LEDs blicken!** - Wird ein weißer Teststreifen vor dem CIS erkannt?
- Koaxiale Beleuchtung: Leuchten die LEDs? - **Achtung : Nicht direkt in die LEDs blicken!** - Ist der Strahlengang von der Beleuchtung zum CIS frei? Wird ein reflektierender Teststreifen vor dem CIS erkannt?
- Mit einer Taschenlampe in den CIS leuchten. Ist Lichtfleck sichtbar?

## 4.4 Support durch Tichawa Vision

Sind die Tests zur eigenständigen Fehlerbehebung erfolglos, so kann unser Support eingeschaltet werden.

Dazu Support-Ticket eröffnen auf

<https://tichawa-vision.de/support/view.php>

Dabei sind einige Informationen unbedingt mitzuteilen:

- CIS-Typ
- Seriennummer
- Fehlerbeschreibung
- Testbild(er)
  - x 1951 USAF, IEEE oder gleichwertig
  - x Grauwert-Rampe erzeugt mit dem Kommando

VTVD	VT VH	VR	MX
<b>V0,1,0</b>	<b>V7</b>	<b>V7</b>	<b>V7</b>

- x volle CIS Breite
- x Strukturen über die volle Breite
- x einige Hundert Zeilen Höhe
- x unkomprimiertes Bildformat (Bitmap)
- x Bildgröße unter 5 Mbyte
- x vom Frame-Grabber erzeugt (**keine** Bildschirmfotos !!)

## 5 Normen und Standards

### 5.1 EG – Konformitätserklärung

- IEC 60204-1

"Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements"

„Elektrische Ausrüstungen von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen“

- EN 60825-1

"Safety of Laser Products"

Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen

- EN 62471

"Photobiological safety of lamps and lamp systems (IEC-62471:2006, modified)"

- EN 61010-1

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements

Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

- VDE 110/111

Begriffe, Grundsätze und Anforderungen.

Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen - Teilentladungsprüfungen; Anwendungsrichtlinie

<b>Tichawa Vision GmbH</b> Burgwallstr. 14 86316 Friedberg Tel. +49 (0) 821 / 455553-0 Fax +49 (0) 821 / 455553-20	 <b>Qualitätsmanagement</b>  <b>Technische Dokumentation</b>  <b>EG-Konformitätserklärung</b>
--	---

### EG-Konformitätserklärung

gemäß der EG-Richtlinie 2004/108/EG (elektromagnetische Verträglichkeit)

Hiermit erklären wir, dass das nachstehend bezeichnete Gerät in seiner Konzeption und Bauart sowie in der von uns in Verkehr gebrachten Ausführung den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der EG-Richtlinie 2004/108/EG entspricht. Bei einer mit uns nicht abgestimmten Änderung des Gerätes verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

**Hersteller:** Tichawa Vision GmbH  
Burgwallstr. 14  
86316 Friedberg

**Beschreibung des Geräts:**  
Typbezeichnung: G\_MXCIS\_0820\_0300\_RGBIR\_1.3\_AZ  
Seriennummer: 05818.1203.0000617  
Baureihe: MaxiCIS

Es wird Übereinstimmung mit weiteren, ebenfalls für das Produkt geltenden EG-Richtlinien erklärt:

- **DIN EN 60204-1** Elektrische Ausrüstung von Maschinen
- **DIN EN 60825-1** Sicherheit von Lasereinrichtungen
- **DIN EN 61010-1** Sicherheitsbestimmungen für elektronische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte

Friedberg, 16.07.2012

Tichawa**Vision** GmbH  
Burgwallstraße 14  
86316 Friedberg  
Tel. 0821/6080650  
Fax 0821/6080651  
  
Nikolaus Tichawa

## 5.2 BGV A8 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung





## 5.3 Normen und Vorschriften

Das Gerät entspricht der EN / VDE 110/111.

Das Gerät entspricht der EN 62471, Risikogruppe 2

Das Gerät ist nicht für UL konzipiert

Das Gerät erfüllt die RoHS Vorschrift

Das Gerät ist nicht für abweichende nationale Normen konzipiert

Das Gerät ist nicht für branchenspezifische Normen konzipiert

Das Gerät entspricht der BGV A8

## 6 FAQ - Frequently Asked Questions

- 1.1 Was ist ein CIS ?
- 1.2 Wie unterscheidet sich ein CIS von einer Zeilenkamera ?
- 1.3 Was sind die Vorteile eines CIS gegenüber einer Zeilenkamera ?
- 1.4 Was sind die Vorteile der Zeilenkamera gegenüber dem CIS ?
- 1.5 Warum kann ich einen industriellen CIS nicht zum Preis eines Scanners kaufen ?
- 1.6 Wie steuere ich die Belichtung eines CIS ?
- 1.7 Durch die gegenüber einer Zeilenkamera schärferen Abbildung beim CIS kann es zu Interferenzen bei der Inspektion periodischer Muster kommen. Was kann ich dagegen tun ?
- 1.8 Wie groß kann der Abstand zwischen Objekt und Sensor (= Arbeitsabstand) sein ?
- 1.9 Wie groß ist die Schärfentiefe eines CIS ?
- 1.10 Welche Ortsauflösung bietet ein CIS ?
- 1.11 Welche Ortsauflösung benötige ich für meine Applikation ?
- 1.12 Welche Zeilenrate benötige ich in meiner Anwendung ?
- 1.13 Welche Beleuchtung ist für mein Problem optimal ?
- 1.14 Welche Beleuchtungsfarbe ist für mein Problem optimal ?
- 1.15 Wie verhalten sich PRNU = Schwankung der Pixelwerte bei gleichmäßiger Ausleuchtung von CIS und Zeilenkamera ?
- 1.16 Welche Bitanzahl ist bei CIS möglich ?
- 1.17 Wie scharf bildet ein CIS im Vergleich zur Zeilenkamera ab ?
- 1.18 Wie ist die spektrale Empfindlichkeit eines CIS ?
- 1.19 Wie ist der Bau eines lückenlosen Sensor möglich ?
- 1.20 Was muss man beim Einbau eines CIS beachten ?
- 1.21 Was muss man bei der Kühlung eines CIS beachten ?

### 1.1 Was ist ein CIS ?

Ein CIS ist eine kompakte Zeilenkamera zum direkten Anbau an die zu inspizierende Vorlage wie aus dem Faxgerät oder dem Dokumentenscanner bekannt. Er besteht in der Regel aus Lesezeile, SELFOC Linse und Lichtquelle.

### 1.2 Wie unterscheidet sich ein CIS von einer Zeilenkamera ?

Die Zeilenkamera hat einen kleinen Sensor (typisch 10 – 50 mm Länge) mit kleinen Pixeln (5-20 µm) und eine verkleinernde Optik. Der Sensor eines CIS ist so breit wie die Vorlage (bis zu 4 m) , die Optik bildet 1:1 ab.

### 1.3 Was sind die Vorteile eines CIS gegenüber einer Zeilenkamera ?

- Einfache Montage, kein großer Abstand erforderlich
- Einfache Justage
- Konstanter Blickwinkel über die gesamte Lesebreite
- Keine Objektivverzerrung
- Deutlich schärfere Abbildung

### 1.4 Was sind die Vorteile der Zeilenkamera gegenüber dem CIS ?

- bessere Schärfentiefe
- geringeres Gewicht

### 1.5 Warum kann ich einen industriellen CIS nicht zum Preis eines Scanners kaufen?

- höhere Qualität (Bilder)
- höhere Zeilenrate durch aufwendigere Elektronik (Bilder)
- großer Leseabstand (10 mm statt 0.3 mm) durch aufwendigere Linsen
- robuste Ausführung (massives Metallgehäuse)

### 1.6 Wie steuere ich die Belichtung eines CIS ?

Mit der eingebauten oder mitgelieferten Lichtquelle, wahlweise über Camera Link oder einen CIS internen Timer.

- 1.7 **Durch die gegenüber einer Zeilenkamera schärferen Abbildung beim CIS kann es zu Interferenzen bei der Inspektion periodischer Muster kommen. Was kann ich dagegen tun ?**

Die Option „Mehrfachblitzen“ unterdrückt Interferenzen weitestgehend.

- 1.8 **Wie groß kann der Abstand zwischen Objekt und CIS (= Arbeitsabstand) sein ?**

Standardmäßig beträgt der Arbeitsabstand 10 mm. Beim VDCIS 35 mm

- 1.9 **Wie groß ist die Schärfentiefe eines CIS ?**

Je nach Anforderung, Brennweite, Linsentyp, Lichtwellenlänge und Auflösung typisch  
1 – 10 mm.

- 1.10 **Welche Ortsauflösung bietet ein CIS ?**

TiVi bietet CIS mit einer nominellen Auflösung von 25 dpi (Pixelraster 1.016 mm) bis zu 1200 dpi (Pixelraster 21.16 µm) an.

- 1.11 **Welche Ortsauflösung benötige ich für meine Applikation ?**

Diese Frage ist nicht eindeutig zu beantworten, weil es auch sehr stark auf die verwendeten Algorithmen ankommt. Generell lässt sich aber sagen, dass das kleinste zu erkennende Merkmal mindestens 3-5 Pixel groß sein muss.

Typische Interpolationsaufgaben wie Schwerpunktsbestimmung etc. können aber sehr viel feiner als der Pixelraster durchgeführt werden.

- 1.12 **Welche Zeilenrate benötige ich in meiner Anwendung ?**

Für die meisten Anwendungen empfehlen sich quadratische Pixel. Die Zeilenrate ist die Transportgeschwindigkeit dividiert durch die Pixelgröße.

Beispiel: Ein 200 dpi Sensor hat eine Pixelgröße von 127 µm. Bei einem Vorschub von 1m/sec ist die erforderliche Zeilenrate  
 $1\text{m/sec} / 0.000127\text{ m} = 8000\text{ Hz} = 8\text{ kHz}$   
Der Sensor sollte mit 8 kHz Zeilenrate betrieben werden.

**1.13 Welche Beleuchtung ist für mein Problem optimal ?**

Für flache Strukturen (Druck) reicht ein einseitiges Auflicht aus.

Für räumliche Strukturen (geknitterte Materialien) ist zweiseitiges Auflicht  
(in Laufrichtung vor und hinter dem Sensor) erforderlich.

Für durchsichtige bedruckte Materialien ist oft Durchlicht sinnvoll.

Für spezielle Anforderungen (z. B. Sicherheitspapiere) ist oft die Kombination von Auf- und Durchlicht erforderlich. Vom CIS wird der gemultiplexte Betrieb von bis zu 6 Lichtquellen unterstützt.

**1.14 Welche Beleuchtungsfarbe ist für mein Problem optimal ?**

Für einfache Schwarz/Weiß-Probleme ist rotes Licht meist die beste Lösung.

**1.15 Wie verhalten sich PRNU = Schwankung der Pixelwerte bei gleichmäßiger Ausleuchtung von CIS und Zeilenkamera ?**

Unter idealen Bedingungen (Ulbrichtkugel) zeigt eine Zeilenkamera eine PRNU von typisch 10%.

Unter realen Bedingungen sinkt die Amplitude am Rand des Bildfelds typisch bis auf die Hälfte ab, bedingt durch das Objektiv und das Lambert'sche Gesetz.

Die PRNU des CIS liegt typisch bei etwa 30%, kann aber mit der internen Korrektur auf 1-2 % reduziert werden.

**1.16 Welche Bitanzahl ist bei einem CIS möglich ?**

Der industrielle CIS arbeitet intern mit 10 Bit Auflösung, nach der Korrektur werden noch 8 Bit ausgegeben.

In Scannern werden CIS-Elemente mit Auflösungen zwischen 12 und 16 Bit betrieben.

**1.17 Wie scharf bildet ein CIS im Vergleich zur Zeilenkamera ab ?**

Die Abbildungsschärfe der Zeilenkamera ist meist durch das Objektiv begrenzt, die Blende muss man bei hohen Zeilenraten fast ganz öffnen. Der Schwarz/Weiß Übergang beträgt typisch 3-5 Pixel.

Beim CIS beträgt der Übergang typisch 1-2 Pixel bei 300 dpi (84 µm) und 3-4 Pixel bei 1200 dpi (21 µm)

**1.18 Wie ist die spektrale Empfindlichkeit eines CIS ?**

Die Pixel eines CIS sind genau wie bei einer CCD oder CMOS Kamera in Silizium ausgeführt und zeigen das typische Verhalten mit dem Empfindlichkeitsmaximum im nahen Infrarot.

**1.19 Wie ist der Bau eines lückenlosen Sensor möglich ?**

Die Elemente eines CIS sind aneinandergereihte Chips. An den Stoßstellen (Gaps) tritt entweder keine nennenswerte Störung auf (25 bis 200 dpi) oder aber der CIS besitzt „staggered“ angeordnete Chips

Die auftretende Verzeichnung ist insgesamt geringer als die Verzeichnung eines Objektivs und einfacher zu korrigieren (linearer Zusammenhang, kein Polynom erforderlich).

**1.20 Was muss man beim Einbau eines CIS beachten ?**

Der CIS ist wesentlich näher am Prüfling als eine Zeilenkamera. Daher sollte

- eine Schutzvorrichtung verhindern, dass sich Prüflinge aufstauen oder kippen und den Sensor beschädigen

- Vorkehrung gegen ESD getroffen werden, vor allem bei Glas und schnell laufenden Kunststoffgeweben sowie bei allen anderen Materialien, die sich statisch aufladen können.

## 1.21 Was muss man bei der Kühlung eines CIS beachten ?

### Durchflussmenge

Ihr Gerät nimmt laut Datenblatt max. 5,8 +20% Ampere oder ca. 7 Ampere auf

Bei 24 Volt ergeben sich 168 Watt

Die spezifische Wärme von Wasser sind 4190 Wsec / kg /°K. 1 l Wasser wird mit 4 kW um 1 Grad in der Sekunde erwärmt

Lassen wir 5 Grad Erwärmung zu, dann transportieren wir ab 20 kW mit 1 l / sec = 60 l/min

2 kW mit 0.1 l/sec = 6 l/min

0.2 kW mit 0.01 l/sec = 0.6 l/min

Wir sollten mit den 0.6 Litern in der Sekunde auch bei 100% Betriebsdauer gut unterwegs sein

### Temperatur

Bitte über 15 Grad (Taupunkt ist bei 14 Grad) und bitte unter 25 Grad

### Qualität des Kühlwassers

Rohrdurchmesser sind 4 mm -

bitte Kühlflüssigkeit frei von Verschmutzungen benutzen !

Bitte bei leitenden Flüssigkeiten wie Wasser die elektrochemische Reihe beachten:

Das Kühlrohr ist aus Kupfer. Strömt die Kühlflüssigkeit auch durch andere Metalle, dann bekommen Sie Korrosion, vergleichbar dem geschwärzten Aluminiumteil im Geschirrspüler.

Alternativ können Sie eine nicht leitfähige Flüssigkeit nutzen, die sollte möglichst nicht leicht entzündlich sein.