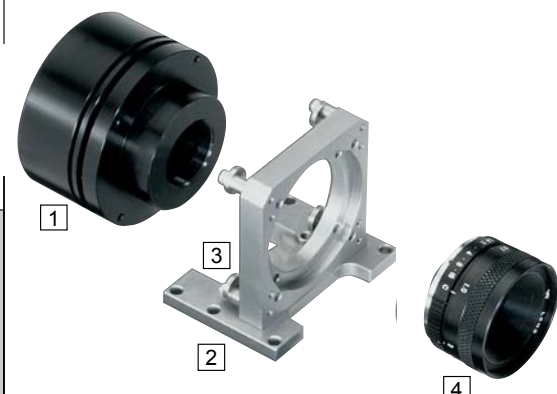


# CCD-Zeilenkamera Digital s/w SK1024USD

1024 Pixel, 14x14µm, 15 MHz Pixelfrequenz, USB 2.0

Kamera Familie USD 512 1024 2048

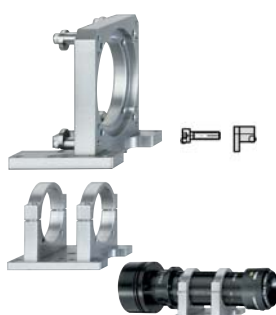
- 1 CCD-Zeilenkamera SK1024USD  
montiert mit:
- 2 Montagewinkel SK5105
- 3 Spannklaue SK5102
- 4 Video(CCTV)-Objektiv



**Charakteristik:**

- Digitalkamera 8 Bit
- sehr lichtempfindlich
- Zeilenfrequenz bis 14,10 kHz
- Integration Control
- hohe Dynamik
- rauscharm
- USB 2.0-Schnittstelle
- Rundgehäuse-Ø 65 mm

**Zubehör (Optional)**



Montagewinkel **SK 5105** Bestell-Code  
Verwindungssteife Konstruktion für die Befestigung der CCD-Zeilenkamera

Spannklaue **SK 5102** Bestell-Code  
für die Befestigung der CCD-Zeilenkamera in beliebiger Rotationslage

Montagekonsole **SK 5105-2**  
für die Adaption von Makro-Objektiv, Zwischentubus ZR..., Fokus-Adapter FA22-40 und der Kamera

**Objektive:**

- hochauflösende Vergrößerungs- und Makro-Objektive
- lichtstarke Foto-Objektive
- Objektive mit zusätzlichen Arretierbügel für die Fixierung von Fokus- und Blendeneinstellung.

**Adapter:**

Objektivadapter **AOC-...** für die Adaption von Foto-Objektiven an die CCD-Zeilenkamera

Fokusadapter **FA22-...** für die Adaption von Vergrößerungs- und Makro-Objektiven.

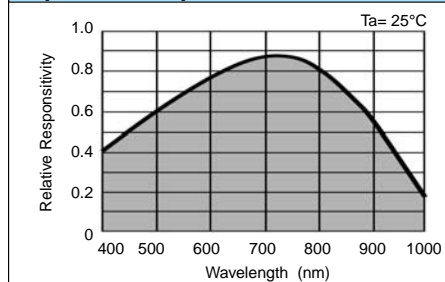


**Software: SK 91USB-WIN** (Windows® XP/2000)  
Betriebsprogramm SkLinScan®, Treiber, Bibliotheken

**Technische Daten**

Kameratyp	SK1024USD
<b>Bestell-Code</b>	
Sensor:	CCD linear
Typ:	IL-P3-1024B
Pixelanzahl:	1024
Pixelgröße:	14x14µm
Pixelabstand:	14µm
Zeilenbreite:	14µm
Aktive Länge:	14,34 mm
Pixelfrequenz:	15 MHz
Zeilenfrequ. max:	14,10 kHz
Zeilenfrequ. min:	0,03 kHz
Integrationszeit min:	0,002 ms
Integrationszeit max:	35,0 ms
Dynamikbereich:	1:2500(rms)
Spektralbereich:	400-1000 nm

**Spektrale Empfindlichkeit**



Steuereingänge:	ext. Sync (BNC)
Video Signal:	8 Bit digital
Interface:	USB 2.0
Spannungsversorgung:	
Spannung:	+5 V,
Leistungsaufnahme:	1,6 W
Steckverbinder:	USB, TypA



Sonstiges:	
Arbeitstemperatur.:	+ 5°C ... + 45 °
Gehäuse:	Ø 65mm x 63mm
Gewicht:	0,2 kg
Objektivanschluß:	C-Mount

Inhalt:	Seite	Seite
Charakteristik, Technische Daten, Zubehör.....	1	4
Hinweise für den Betrieb der Kamera.....	2	5
Belichtung und Integration Control, Synchronisation.....	3	6
Gain/Offset , Bildgenerierung.....	3	8
Blooming.....		4
Maßbilder.....		5
Sensordaten.....		6
Hinweise, Garantie, EU-Konformitätserklärung.....		8

SK\_1024\_USD (22.07.2005).rtd

**1. Technische Daten der USD-Kameraserie**

Kameratyp	SK512USD	SK1024USD	SK2048USD
Sensor:	CCD linear	CCD linear	CCD linear
Typ:	IL-P3-512B	IL-P3-1024B	IL-P3-2048B
Pixelanzahl:	512	1024	2048
Pixelgröße:	14x14µm	14x14µm	14x14µm
Pixelabstand:	14µm	14µm	14µm
Zeilenbreite:	14µm	14µm	14µm
Aktive Länge:	7,17 mm	14,34 mm	28,70 mm
Anti-Blooming	ja	ja	ja
Integration Control	ja	ja	ja
CDS 1)	ja	ja	ja
Pixelfrequenz:	15 MHz	15 MHz	15 MHz
Zeilenfrequenz max:	27,17 kHz	14,10 kHz	7,18 kHz
Zeilenfrequenz min:	0,03 kHz	0,03 kHz	0,03 kHz
Integrationszeit min:	0,002 ms	0,002 ms	0,002 ms
Integrationszeit max:	35,0 ms	35,0 ms	35,0 ms
Dynamikbereich:	1:2500(rms)	1:2500(rms)	1:2500(rms)
Spektralbereich:	400-1000 nm	400-1000 nm	400-1000 nm
Kabellängen			
USB-Kabel:	1,7 m	1,7 m	1,7 m
SYNC-Kabel:	1,7 m	1,7 m	1,7 m
Stromaufnahme			
Betrieb:	USB Host (300 mA)	USB Host (300 mA)	USB Host (300 mA)
Standby:	ca. 50 mA	ca. 50 mA	ca. 50 mA

**2. Hinweise für den Betrieb der USB-Zeilenkamera**

Die erfolgreiche Arbeit mit der Zeilenkamera setzt eine gewissenhafte Justage des gesamten optischen Systems voraus. Zu beachten sind dabei die Ausrichtung der Beleuchtung, die Fokusslage des Objektivs, die Blendeneinstellung und sowie die senkrechte Anordnung der Sensorachse zur Meßobjektachse bzw. zur Bewegungsrichtung des zu scannenden Objekts.

Mit der Software **SKLineScan®** von **Schäfter+Kirchhoff** kann das Kamerasystem sofort in Betrieb genommen werden. Die oszilloskopische Darstellung des Zeilenkameranalsignals mit Zoom-Funktion und Online-Parametrierung der Kamera ist ein wichtiges Werkzeug für die Einrichtung des optischen Systems. Komfortable Methoden der Klassenbibliotheken für C++ unterstützen die Entwicklung von Anwendersoftware.

CCD-Zeilenkameras mit USB 2.0-Schnittstelle sind am laufenden PC/Notebook anschließbar. Beim erstmaligen Anschluß

der Kamera muß auf dem Rechner der Treiber aus der SK91USB-WIN-Software auf beiliegender CD installiert werden. Der Hardware-Assistent des Betriebssystems findet den Kamera-Treiber automatisch und registriert die Kamera als USB-Gerät im System.

Die Kamera wird werkseitig abgeglichen und mit Standardeinstellungen für Gain und Offset ausgeliefert. Die Gain- und Offset-Werte sind über die Software veränderbar. Dabei ist zu beachten, daß zu starke Änderungen von Gain und Offset die Signalqualität beeinträchtigen können. Die zuletzt eingestellten Gain/Offset-Werte bleiben nach dem Trennen der Rechnerverbindung in der Kamera gespeichert und sind beim nächsten Anschluß der Kamera wieder aktiv.

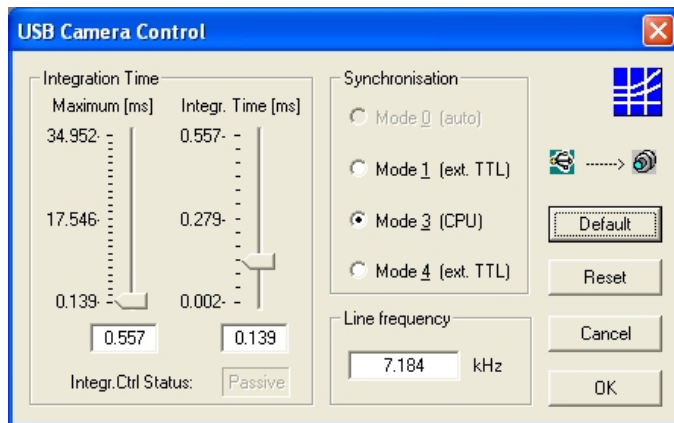
Die USB 2.0-Zeilenkameras sind nicht abwärtskompatibel zum USB 1.1-Standard !

### 3. Belichtung und Integration Control

Die Kamera SK1024USD hat eine maximale Zeilenfrequenz von 14,10 kHz. Der programmierbare Bereich für die Belichtungsperiode beträgt 0,07 ms bis 35,0 ms.

Die Einstellung der Integrationszeit erfolgt im 'USB Camera Control'-Dialogfeld des SkLineScan-Programms mit dem rechten vertikalen Schieber, dessen Regelbereich mit dem linken Schieber festgelegt wird. Die Änderungen werden in der oszilloskopischen Signaldarstellung sofort sichtbar.

Der Button 'Default' setzt die Integrationszeit genau auf die minimale Belichtungsperiode. Die Kamera arbeitet mit maximaler Zeilenfrequenz. Wird die Integrationszeit kürzer als 0,07 ms eingestellt, schaltet der 'Integr. Ctrl Status' auf 'Active' (Shutter).



USB Camera Control im SkLineScan-Programm am Beispiel der SK2048USD-Kamera



Oszilloskopische Darstellung des Zeilenkameranals

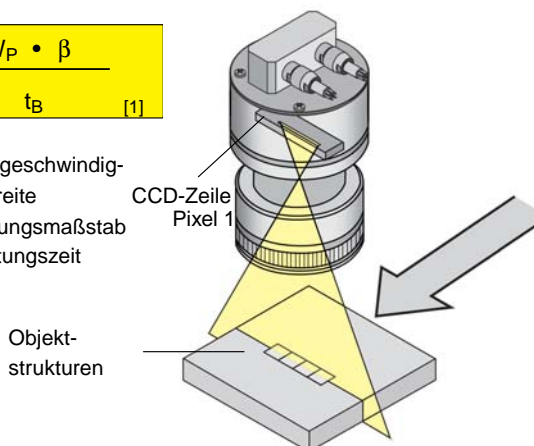
### 4. Bildgenerierung

Ein zweidimensionales Bild entsteht durch Bewegung des Objekts oder der Kamera. Die Transportrichtung verläuft dabei senkrecht zur Sensorachse der CCD-Zeilenkamera.

Eine proportionale Abbildung im richtigen Bildseitenverhältnis erfordert einen zeilensynchronen Transportvorschub.

$$V_O = \frac{W_P \cdot \beta}{t_B} \quad [1]$$

- $V_O$  = Objektgeschwindigkeit
- $W_P$  = Pixelbreite
- $\beta$  = Abbildungsmaßstab
- $t_B$  = Belichtungszeit



USB-CCD-Zeilenkamera SK 1024 USD (20.07.05) - Technisches Handbuch

### Technische Details zur Belichtung:

Die lichtempfindlichen Elemente des Sensors speichern Ladungsträger, die in einem bestimmten Zeitintervall durch einfallendes Licht erzeugt werden. Die akkumulierten Ladungen werden in Spannungen umgewandelt. Die Spannungswerte sind das Maß für die eingefallene Lichtintensität in den einzelnen Pixeln.

Die **Integrationszeit** ist das Zeitintervall, in dem die Ladungsträger akkumuliert werden.

Die **Belichtungsperiode**  $T_B$  ist die Zeit, in der die Ladungsträger vollständig in das Schieberegister des Zeilensensors ausgelesen werden (auch Belichtungszeit). Die maximale Zeilenfrequenz ergibt sich aus  $f_{L \max} = 1/T_B$ .

Kameras mit **Integration Control**-Funktion können die Integrationszeit in einer Belichtungsperiode verkürzen (Shutter). Die Zeilenfrequenz wird dadurch nicht erhöht, da die Belichtungsperiode konstant bleibt.

### Synchronisationsarten

**Mode 0:** Interne Synchronisation der Kamera (Free Run).

Wenn eine Zeile fertig belichtet wurde, startet sofort die nächste Aufnahme.

**Mode 1:** Externe Kamerasynchronisation. Die Zeilenfrequenz wird durch ein externes TTL-Signal am Sync-Eingang der Kamera bestimmt. Mit der fallenden Flanke des TTL-Signals wird die aktuell belichtete Zeile ausgelesen. Der TTL-Takt hat keinen Einfluß auf die Integrationszeit. Die TTL-Periode muß länger als die Belichtungszeit sein.

**Mode 3:** Die Kameraaufnahme wird durch ein Software-Signal gestartet.

**Mode 4:** Externe Synchronisation wie Mode 1, jedoch startet die Belichtung exakt an der fallenden Flanke des TTL-Signals. Gilt nur bei Kameras mit IntegrationControl-Funktion. Die Shutter-Funktion ist im Synchronisations-Mode 4 nicht möglich. Die minimale Integrationszeit im Mode 4 beträgt 0,07 ms.

### 5. Gain / Offset - Einstellung

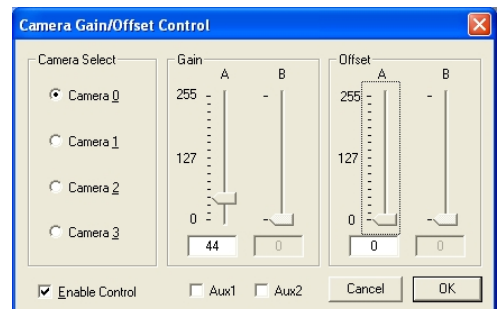
Die Kamera wird mit optimaler Gain/Offset-Einstellung ausgeliefert. Sollte dennoch eine neue Einstellung erforderlich sein, ist wie folgt vorzugehen:

#### 1. Offset:

Das Videosignal bei abgedunkeltem Sensor mit Offset-Regler A auf nahe 0 einstellen. Das Zeilensignal sollte noch sichtbar sein.

#### 2. Verstärkung:

Den Sensor leicht überbelichten. Mit dem Gain-Regler A den Begrenzungspunkt des Videosignals auf etwa '255' oder höher einstellen. Bei Kameras mit zweikanaligem Sensor werden die 'B'-Regler automatisch aktiviert. Die Intensitäten von geraden und ungeraden Pixeln sind bestmöglich anzugleichen.



## 6. Blooming

### Blooming

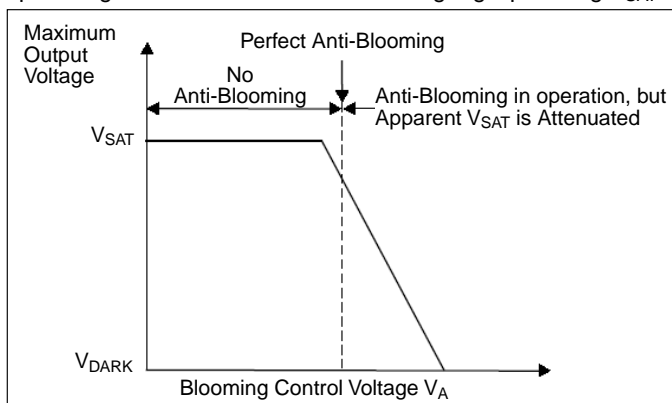
Wenn Pixel aufgrund starker Belichtung keine Ladung mehr aufnehmen können, also gesättigt sind, geben sie bei weiterer Belichtung ihre überschüssige Ladung an nachfolgende Pixel ab. Dieser Effekt wird Blooming genannt. Das Blooming führt zu einer Verfälschung der geometrischen Zuordnung von Bild und Objekt im Zeilensignal.

CCD-Zeilencameras mit Anti-Blooming-Sensor leiten bei Überbelichtung den Ladungsüberschuß über ein "Drain Gate" ab. Nachfolgende weniger belichtete Pixel werden nicht mehr aufgefüllt. Die Signalstrukturen bleiben auch bei Überbelichtung positionsgenau erhalten.

Die CCD-Zeilencameras der USD-Serie haben einen Anti-Blooming-Sensor und verfügen somit über einen Überbelichtungsschutz. Das Blooming Drain Gate hat jedoch eine Kapazitätsgrenze. Allgemein gilt:

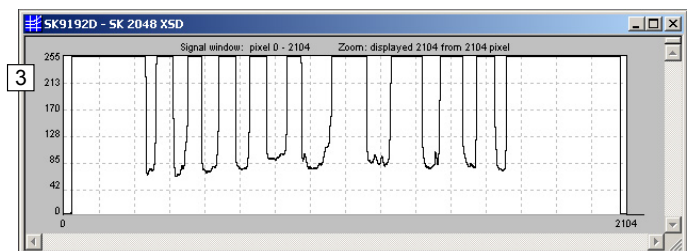
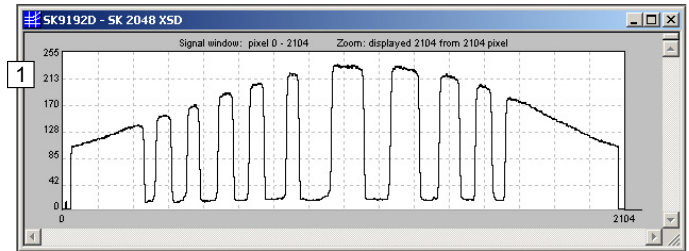
Je weniger Pixel überbelichtet sind, desto besser ist die Anti-Blooming-Wirkung des Drain-Gates. Für einzelne Pixel kann ein Ladungsüberschuß bis zum 50-fachen der Sättigungsladung abgeleitet werden. Mit zunehmender Anzahl überbelichteter Pixel verringert sich der abführbare Ladungsüberschuß.

Die Elektronik der USD-Kameraserie unterstützt die Blooming-Control-Möglichkeiten des Sensors. Die Sättigungsladung ist mit der Blooming Control Spannung  $V_A$  regulierbar. Je höher die Spannung  $V_A$ , desto früher setzt die Anti-Blooming-Wirkung ein. Eine hohe Spannung  $V_A$  verbessert damit zwar den Überbelichtungsschutz, begrenzt allerdings die Ausgangsspannung des Videosignals und verringert damit die Dynamik der Kamera. Wird die Spannung  $V_A$  zu niedrig eingestellt, ist die Anti-Blooming-Wirkung abgeschaltet. Die maximale Ausgangsspannung des Sensors erreicht die Sättigungsspannung  $V_{SAT}$ .



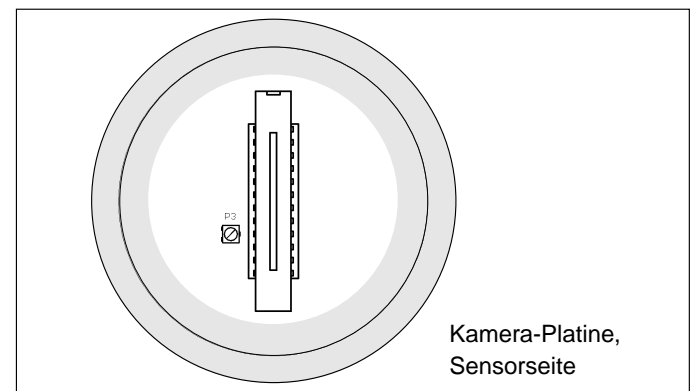
Werkseitig ist die Blooming Control Spannung  $V_A$  so eingestellt, daß die Ausgangsspannung der Kamera maximal etwa 90% der Sättigungsspannung  $V_{SAT}$  erreicht. Damit ist eine optimale Anti-Blooming-Wirkung gewährleistet. Die Spannung  $V_A$  sollte nur in Ausnahmefällen verändert werden.

Die Blooming Control Spannung  $V_A$  ist mit dem Trimmwiderstand P3 einstellbar. Wird der Trimmwiderstand P3 nach links gedreht, erhöht sich die Spannung  $V_A$ . Durch Rechtsdrehen wird die Spannung  $V_A$  verringert. Am rech-



Oszilloskopische Signaldarstellungen von CCD-Zeilensignalen (Barcode im Auflicht), SK 2048 USD

- 1 CCD-Zeilensignal mit mittenbetonter Ausleuchtung und steilen Signalfanken. Integrationszeit  $t_A = 0,158$  ms
- 2 Überbelichtung durch längere Integrationszeit ( $t_A = 0,533$  ms). Im Sensor wird der Blooming-Effekt durch Verstellen der Blooming-Control-Spannung provoziert (niedrige  $V_A$ ). Die Signalstrukturen sind verfälscht.
- 3 Die Blooming-Control-Spannung begrenzt das Ausgangssignal des Sensors auf ca. 90% der Sättigungsspannung  $V_{SAT}$ . Die Anti-Blooming-Funktion ist aktiv. Auch bei noch längerer Integrationszeit ( $t_A = 0,806$  ms) bleiben die Kantenpositionen aus Bild 1 erhalten.



Kamera-Platine, Sensorseite

ten Anschlag ist das Anti-Blooming abgeschaltet.

Der Trimmwiderstand P3 ist bei herausgeschraubtem Objektiv von der Vorderseite der Kamera zu erreichen.

Um eine Fehljustage der Zeilencamera zu vermeiden, sollte die Wirkung der P3-Verstellung bei ausreichender Beleuchtung in einer oszilloskopischen Darstellung des Zeilensignals auf dem PC-Monitor verfolgt werden.

## 7. Maßbilder

Ø 65  
C-Mount  
Pixel No. 1  
41.7  
M3 (4x)  
Tiefe / depth 6.5 mm  
62.5  
2.5 6 11  
Ø42  
17.5  
CCD-Sensor

**CCD-Zeilenkamera Digital**

Objektivgewinde: C-Mount  
 Auflagemaß: 19,5 mm  
 Steckverbinder: USB Typ A

Kamera-Typen:  
 SK512USD  
 SK1024USD

68.5  
36

**1** **CCD-Zeilenkamera Digital**  
 Objektivgewinde C-Mount  
 montiert mit:

**2** Montagewinkel SK 5105  
**3** Spannklaue SK 5102  
**4** Anschlußkabel USB2.0, Koax.  
**5** Objektiv

M3  
66  
36  
50.3  
41.7  
Ø3.3  
Ø42  
10  
10  
6  
50  
3.5  
16.5  
20  
6.5  
70  
63  
40  
M4  
1/4" 20G  
15  
Ø4.3

**Montagewinkel SK 5105**  
 für Digital- und Analogkameras  
 Bestell-Code: **SK 5105**  
 Verwindungssteife Konstruktion für die  
 Befestigung der CCD-Zeilenkamera

\* Spannklaue **SK 5102**  
 (Satz 4 Stück)  
 für die Befestigung der  
 CCD-Zeilenkamera in beliebiger  
 Rotationslage

Spannklaue  
 1  
 2  
 Zylinderschraube  
 DIN 912-M3x12

**1** **CCD-Zeilenkamera Digital**  
 Objektivgewinde C-Mount  
 montiert mit:

**2** Montagewinkel SK 5105  
**3** Spannklaue SK 5102  
 Befestigung der CCD-Zeilenkamera  
 in beliebiger Rotationslage

optional:  
**4** Befestigung mit 4 Stück  
 Zylinderschrauben  
 DIN 912 - M3x16

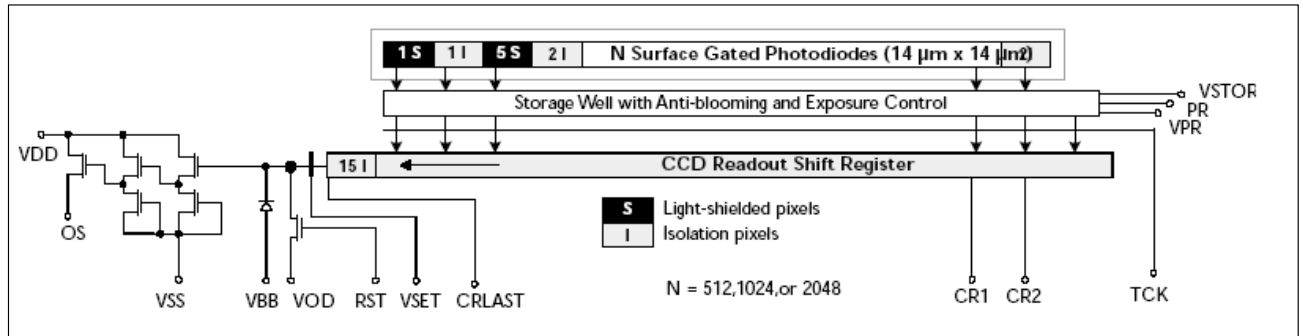
**5** **Objektiv, z. B.:**  
 Video-CCTV-Objektiv C2514M  
 Objektivgewinde: C-Mount  
 1:1,4, f' = 25 mm  
 1"-Format, Bildkreis-Ø 15,9 mm  
 Sensorlänge max. 15,9 mm

Weitere Video-, Vergrößerungs- und  
 Makro-Objektive siehe Prospekt  
 CCD-Zeilenkameras 2005.

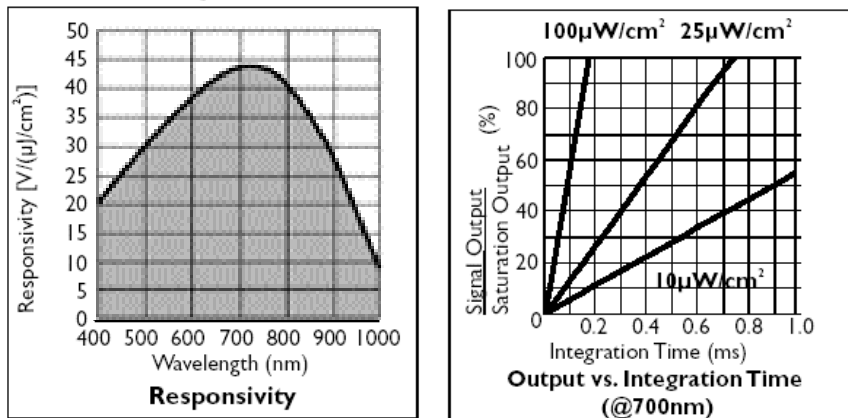
**8. Sensordaten**

Hersteller: DALSA®  
 Typen: IL-P3-512-B, IL-P3-1024-B, IL-P3-2048-B  
 Datenquelle: DALSA® Line Scan Sensors ,DALSA IL-P3-B - Data Sheet

**Block Diagram**



**Figure 2. Performance Measurements**



**Table 9. IL-P3-B Performance Specifications**

Specification	Unit	Min.	Typ.	Max.
Saturation Output Voltage (VSAT) <sup>1</sup>	mV	680	800	930
rms Noise	mV		0.44	0.48
Wavelength of Peak Responsivity	nm		700	
Peak Responsivity	V/( $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ )	41.3	43.7	46.5
Dynamic Range		1420:1	1820:1	2110:1
Charge Conversion Efficiency (CCE)	$\mu\text{V}/\text{e}^-$	8.8	9.3	9.9
Noise Equivalent Exposure (NEE)	$\text{pJ}/\text{cm}^2$	9	10	12
Saturation Equivalent Exposure (SEE)	$\text{nJ}/\text{cm}^2$	15	18	
Full Well Capacity <sup>1</sup>	$\text{ke}^-$	73	86	
Fixed Pattern Noise (FPN) <sup>2,3</sup>	mV		< 0.5	1.0
Photoresponse Non-Uniformity (PRNU) <sup>4</sup>	% OS			
8 pixel local neighborhood			3.0	6.5
Global			5.0	8.5
Charge Transfer Efficiency (CTE) (readout register)		0.99997	0.999999	
First Field Lag <sup>5</sup>	mV	3.1	4.3	5.4
Dark Signal, Integration time = 52 $\mu\text{s}$	mV		0.19	0.22

**Notes:**

1. VSTOR can be adjusted to increase VSAT and full well. As these quantities increase, the antiblooming capability is compromised.
2. Maximum peak-to-peak variation of all outputs.
3. Due to its general purpose design, DALSA's camera and sensor evaluation hardware provides an output that cannot be used to directly measure low FPN.
4. The peak-to-peak variation is measured at ~50% SEE.
5. Lag is measured at 500 mV. Lag is lower if signal is lower.

**Test Conditions:**

- Operating temperature = 35°C.
- $f_{\text{RST}}$  = data rate per output = 40MHz.
- $I_{\text{LOAD}}$  = 10mA.
- $C_{\text{LOAD}}$  = 10pF.
- Tungsten halogen light source, black body color temperature 3200K, filtered with 750nm IR cutoff filter.
- See Sensor Measurement Definitions (doc# 03-36-00149) for specification definitions.

### 9. Hinweise und Garantie

Dieses Technische Handbuch ist mit größter Sorgfalt erstellt worden. Es wird jedoch keine Gewähr für die Freiheit von Fehlern und Irrtümern gegeben.

Für die angegebenen Schaltungen, Beschreibungen und Tabellen wird keine Gewähr bezüglich der Freiheit von Rechten Dritter übernommen.

Mit den Angaben in den technischen Beschreibungen werden Baugruppen spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert.

Die Garantie für die CCD-Zeilenkamera beträgt 24 Monate. Die Garantie erlischt bei unsachgemäßen Eingriffen.

### 10. EU-Konformitätserklärung



Dieses Produkt entspricht den Schutzanforderungen der EG-Richtlinie 89/336/EWG. Die Anforderungen der DIN EN 61326 werden erfüllt.