

### 3. Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken

#### 3.1 Allgemeines

Videokameras sind mit dem menschlichen Auge vergleichbar: Sie wandeln optische Informationen eines zu überwachenden Bereiches in elektronische Videosignale um.

Der Markt bietet eine breite Palette an Kameras mit ganz unterschiedlichen Eigenschaften und Ausstattungsvarianten an.

Bei der Kamera-Auswahl für Videosicherheit sollten insbesondere die Faktoren

- Eignung für den Dauerbetrieb 24/7
- flexibler Einsatz
- einfache Handhabung
- gutes Preis-/Leistungsverhältnis



gegeben sein. Daneben sind je nach Einsatzzweck im konkreten Anwendungsfall bestimmte Kameras besser oder weniger gut geeignet.

In der Videosicherheit kommen heutzutage hauptsächlich zwei Techniken zum Einsatz: Analog und Netzwerktechnik (oftmals auch einfach IP genannt).

Eigenschaft	Technik					
	analog	IP	HD-SDI	HD-CVI	HD-TVI	AHD
Übertragung	Analog	Digital (komprimiert)	Digital (unkomprimiert)	Analog	Analog	Analog
Anbindung	Koaxialkabel i. d. Regel RG59	Cat-Kabel W-LAN	Koaxialkabel	Koaxialkabel	Koaxialkabel	Koaxialkabel
Auflösung	max. 768x576 Zeilen	Multi-Megapixel (2-178 MP)	720p/1080p	max. 8MP	max. 8MP	720p/1080p/4MP
Latenz	nein	ja	nein	nein	nein	nein
Videostandard	NTSC/PAL	ON-VIF/PSIA	SMPTE 292M	-	-	-
Plug and Play	ja	nein	ja	ja	ja	ja
Max. Übertragungreichweite (ohne Converter)	300m	100m	100m	300-500m	300-500m	300-500m

Analoge Systeme befinden sich vielfach noch in Betrieb, obwohl sie insbesondere in der Auflösung und Lichtempfindlichkeit als überholt gelten. Hierbei wird das Videosignal im analogen PAL-Format über handelsübliche Koaxialkabel oder 2-Draht-Leitungen übertragen.

IP-Kameras übertragen im Gegensatz zu analogen Kameras ihre Bildinformationen über digitale Kommunikationswege, wie lokale Netzwerke (LAN) oder das Internet (WAN). Sie verfügen über eine hohe Auflösungsvielfalt sowie einen integrierten Webserver, der den Kameras einen autarken Betrieb sowie vielfältige Einsatzmöglichkeiten erlaubt.

### 3. Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken

---

Bei einer Videosicherheitsanwendung ist eine hohe Bildqualität von entscheidender Bedeutung, um einen Vorgang deutlich erfassen und beteiligte Personen oder Objekte klar identifizieren zu können. Eine Netzwerk-Kamera mit progressiver Abtastung (oder auch **Vollbildverfahren** genannt) und Megapixeltechnologie kann eine bessere Bildqualität und eine höhere Auflösung liefern als eine analoge CCTV-Kamera (**C**losed **C**ircuit **T**elevision).

Außerdem kann die Bildqualität in einem Netzwerk-Videosystem leichter als in einem analogen Überwachungssystem sichergestellt werden. Bei den aktuellen analogen Systemen, die einen DVR als Aufzeichnungsmedium verwenden, finden zahlreiche Konvertierungen von analogen in digitale Daten statt: Zunächst werden analoge Signale in der Kamera in digitale Daten konvertiert, dann werden sie für die Übertragung wieder in analoge Signale zurück konvertiert. Anschließend werden die analogen Signale für die Aufzeichnung digitalisiert. Die Bilder verlieren bei jedem Konvertierungsvorgang und durch die Signaldämpfung auf dem Übertragungskabel an Qualität. Je weiter die analogen Videosignale transportiert werden, umso schwächer werden sie.

In einem vollständig digitalen IP-Überwachungssystem werden Bilder einer Netzwerk-Kamera einmal digitalisiert und bleiben dann im digitalen Format, sodass keine unnötigen Konvertierungen stattfinden und keine Bildverschlechterung infolge langer Übertragungswege in einem Netzwerk erfolgt. Außerdem lassen sich digitale Bilder leichter speichern und abrufen als Bilder von analogen Videobändern. Videosicherheitskameras werden im Wesentlichen durch den Bildaufnehmer (auch Sensor genannt), den DSP (Digital Signal Prozessor) und die Bauform (Dome, Boxtyp...) charakterisiert. Je nach Kameratechnik kommen unterschiedliche Elektronikbausteine zum Einsatz, die spezifische Einsatz- und Einstellungsmöglichkeiten bieten.

#### 3.2 Kameratechnik

Nachfolgend werden analoge Kameras und Netzwerkkameras näher vorgestellt. Grundsätzlich sind beide Techniken vergleichbar.

##### 3.2.1 Analoge Kameras

Bei der Videosicherung mit analogen Kameras kommen heute zum überwiegenden Teil noch Kameras mit CCD-Sensoren (CCD: Charge-Coupled Device) zum Einsatz. Hierbei spielen reine schwarz-weiß (S/W) Kameras kaum noch eine Rolle. Dennoch nutzen auch andere Kameras die Vorteile der S/W-Technik, wie bessere Lichtempfindlichkeit und die Infrarot-Fähigkeit. Meist werden Tag-/Nacht-Kameras eingesetzt, die bei ausreichendem Licht ein Farbbild liefern und bei schlechten Lichtverhältnissen bzw. Infrarot-Licht ein S/W-Bild produzieren.

Solche Tag-/Nacht-Kameras arbeiten oft mit einem mechanischen Schwenkfilter vor dem Sensor. Befindet sich dieser Infrarot-Sperrfilter vor dem Sensor, werden die Infrarotanteile des Lichts ab einer bestimmten Wellenlänge (in der Regel über 750 nm) gedämpft, wodurch im Farbbetrieb eine möglichst natürliche Farbproduktion erreicht wird.



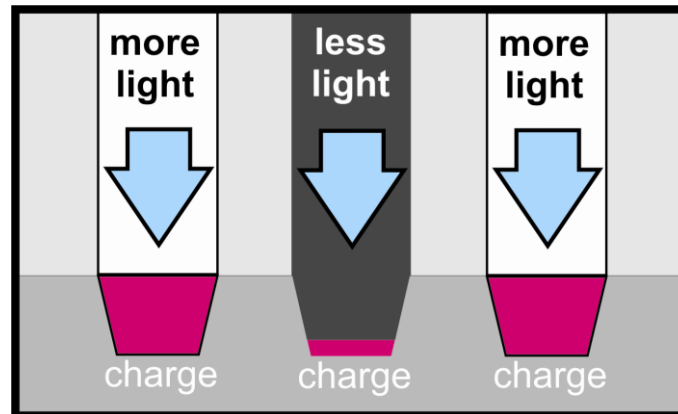
### 3. Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken

Bei schlechten Lichtverhältnissen wird der Filter ausgeschwenkt und die Kamera im Infrarotbereich empfindlich. Zumeist folgt gleichzeitig die Abschaltung des Farbträgers aus dem Videosignal.

Einige sogenannte „unechte“ Tag-/Nacht-Kameras verfügen nicht über diese aufwändige Filtertechnik. Bei diesen Kameras wird lediglich der Farbträger abgeschaltet. Solche Kameras sind meist mit fixen Infrarot-Sperrfiltern ausgerüstet und bieten daher im S/W-Bereich keine Verbesserung der Lichtempfindlichkeit, auch nicht bei Infrarot-Beleuchtung.

#### 3.2.2 CCD-Sensor

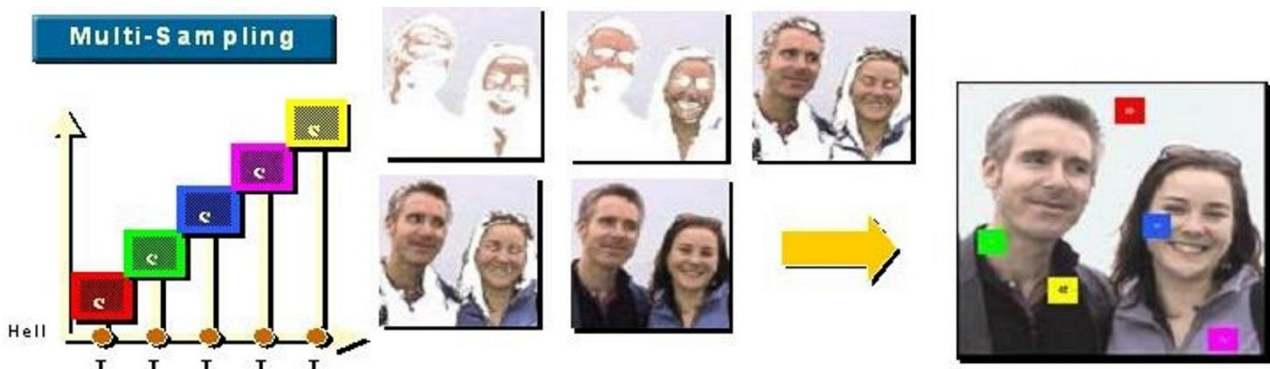
Das Bildaufnahmeelement, der CCD-Sensor, legt das Bildformat, die Auflösung und die Lichtempfindlichkeit fest.



#### 3.2.3 C-MOS - Technologieunterschied

C-MOS-Kameras (Complementary Metal Oxide Semiconductor) oder auch WDR-Kameras (Wide Dynamic Range) haben einen vielfachen größeren Kontrastumfang (Unterschied zwischen hellen und dunklen Bildteilen) als CCD-Kameras. Die C-MOS-Technologie kommt bei den meisten IP-Kameras zum Einsatz. Die Anwendung in der Sicherheitstechnik profitiert von der weiten Verbreitung der C-MOS Kameras im Consumer-Markt (z.B. Smartphones) und der so finanzierten Forschung und Entwicklung. Seit etwa dem Jahr 2012 hat die C-MOS-Technologie frühere Schwächen im Vergleich mit der CCD-Technik ausgeglichen und ist heute in den meisten Anwendungen überlegen.

Während man bei einem CCD-Sensor die Lichtempfindlichkeit nur für den gesamten Sensor erhöhen oder absenken kann, ist es bei einem modernen C-MOS-Sensor möglich, jeden einzelnen Pixel zu beeinflussen. Man spricht hier vom so genannten Multi-Sampling.



**Vergleich Sensortechnologien:**

CCD	C-MOS
hohe Lichtempfindlichkeit	hohe Lichtempfindlichkeit
hoher Stromverbrauch	geringerer Stromverbrauch
Standard Kontrastumfang	hoher Kontrastumfang
vertikaler Streifen bei Überbelichtung (Smear)	keine störenden Artefakte
brillante Farbwiedergabe	brillante Farbwiedergabe
Übersteuerung (Blooming) bei extrem hellen Bildstellen	durch Digitalpixelmanagement kein Überstrahlen

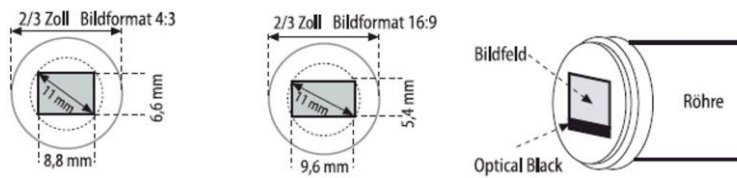
**3.2.4 Bildformat**

Das Bildformat wird heutzutage immer noch in Zoll angegeben und bezeichnete ursprünglich die Diagonale einer Bildaufnahmeöhre (Vidicon).

Anhand des Zollmaßes kann kein direkter Rückschluss auf die tatsächliche Größe des Bildaufnahmefeldes gezogen werden.

Dies gilt besonders für die Berechnung der Szenenbreite bzw. Höhe, da Hersteller teils unterschiedliche Formate (z. B. 4:3/16:9) verwenden.

Heutige gängige Formate sind 1/4“, 1/3“, 1/2“, 1/1,8“, 2/3“. Größere oder kleinere Bildformate kommen eher selten zum Einsatz.



In der Regel haben größere Bildaufnahmeflächen eine höhere Lichtempfindlichkeit, einen geringeren SMEAR-Effekt und bessere Eigenschaften bei Spitzlicht.

**3.2.5 Auflösung**

Die Auflösung folgt in der analogen und in der digitalen Welt denselben Prinzipien. Dennoch gibt es einige Unterschiede bei der Definition. Analoge Videobilder setzen sich aus Zeilen bzw. TV-Zeilen zusammen, da diese Technologie aus der Fernsehtechnik entwickelt wurde. Digitale Bilder bestehen aus quadratischen Pixeln.

**NTSC- und PAL-Auflösung**

Die Auflösungen „NTSC“ (National Television System Committee) und „PAL“ (Phase Alternating Line) sind analoge Videostandards. Sie sind für Netzwerk-Video relevant, da Video-Encoder solche Auflösungen bieten, wenn sie Signale von analogen Kameras digitalisieren.

Beide Standards stammen aus der Fernsehtechnik. NTSC hat eine Auflösung von 480 Zeilen und eine Aktualisierungsrate von 60 Zeilensprungfeldern pro Sekunde (oder 30 Bilder pro Sekunde). PAL hat eine Auflösung von 576 Zeilen und eine Aktualisierungsrate von 50 Zeilensprungfeldern pro Sekunde (oder 25 Bilder pro Sekunde).

### 3. Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken

---

Wenn analoges Video digitalisiert wird, basiert die maximale Menge an Pixeln, die erzeugt werden kann, auf der Anzahl der verfügbaren TV-Zeilen. Die maximale Größe eines digitalisierten Bildes ist in der Regel D1 und die am häufigsten verwendete Auflösung ist 4CIF (Common Intermediate Format).

Bei der Anzeige auf einem Computerbildschirm können digitalisierte Analog-Videobilder Zeilensprungeffekte (Interlacing-Effekte) aufweisen, z.B. Reißen (d.h. es sind keine scharfen Kanten mehr vorhanden). Die Formen können leicht verschoben sein, da die erzeugten Pixel möglicherweise nicht mit den quadratischen Pixeln auf dem Computerbildschirm übereinstimmen. Zeilensprungeffekte können durch Anwendung von De-Interlacing-Techniken verringert werden. Die Seitenverhältniskorrektur kann vor der Anzeige vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass beispielsweise ein Kreis in einem analogen Video auch auf dem Computerbildschirm als Kreis angezeigt wird.



Links:

ein JPEG-Bild in voller Größe (704x576 Pixel) von einer analogen Kamera mittels Zeilensprungverfahren.

Rechts:

ein JPEG-Bild in voller Größe (640x480 Pixel) von einer Netzwerk-Kamera mittels Vollbildverfahren.

Beide Kameras waren mit dem gleichen Objektiv ausgestattet und das Auto bewegte sich in beiden Fällen mit 20 km/h. Der Hintergrund ist in beiden Bildern klar. Allerdings ist der Fahrer im Bild mit Vollbildverfahren besser erkennbar.

#### VGA-Auflösungen

Bei vollständig digitalen Systemen, die auf Netzwerkkameras basieren, können die weltweit standardisierten Auflösungen der Computertechnik verwendet werden, was eine größere Flexibilität bietet. Die Einschränkungen von NTSC und PAL sind hier irrelevant.

VGA (Video Graphics Array) ist ein Grafikanzeigesystem für PCs, das ursprünglich von IBM entwickelt wurde. Die Auflösung beträgt 640 x 480 Pixel und ist ein gängiges Format für Netzwerkkameras, die keine Megapixeltechnologie verwenden. Die VGA-Auflösung ist für Netzwerkkameras besser geeignet, da VGA-basiertes Video quadratische Pixel erzeugt, die den Pixeln auf Computerbildschirmen entsprechen. Computerbildschirme unterstützen Auflösungen in VGA oder einem Vielfachen von VGA.

Anzeigeformat	Pixel
QVGA (SIF)	320 x 240
VGA	640 x 480
SVGA	800 x 600
XVGA	1024 x 768
4x VGA	1280 x 960