

3. Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken inkl. Objektive

3.1 Allgemeines

Videokameras für Sicherheitsanwendungen kommen in immer mehr Bereichen zum Einsatz und prägen immer öfter das Bild in privaten und öffentlichen Einrichtungen. Aufgrund deutlich verbesserter Bildqualität und der damit verbundenen höheren Aufklärungsquote bei nachträglicher Sichtung der aufgenommenen Bilder, hat sich die Akzeptanz für Videosicherheitstechnik innerhalb der Bevölkerung in Deutschland deutlich erhöht.

Im einfachsten Fall besteht ein Videosicherheitssystem aus einer Kamera mit Objektiv, einem Monitor, sowie einer Leitung zur Übertragung des Videosignals. Komplexere Systeme zeichnen sich aus durch eine höhere Anzahl an Kameras, Monitore, Zentralsteuerung, Bildaufzeichnung sowie im Bedarfsfall einer Weiterleitung der Bilder über öffentliche Netze zu einer ständig besetzten Notruf- und Serviceleitstelle, die im Alarmfall durch gezielte Ansprache oder pro-aktive Steuerung von Interventionskräften Hilfestellung leisten kann.

3.2 Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken

Videokameras sind mit dem menschlichen Auge vergleichbar: Sie wandeln optische Informationen eines zu überprüfenden 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
- Kompatibilität
- einfache Handhabung
- gutes Preis-/Leistungsverhältnis

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

Gerade bei der Auswahl der Kamera ist es wichtig, die Unterschiede der einzelnen Technologien zu kennen und zu beachten. Dieses BHE-Papier vermittelt einen generellen Überblick über die verschiedenen Kamera-Techniken und geht auch auf die unterschiedlichen technischen Aspekte von Objektiven ein.

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

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die heute verfügbaren Technologien.

Eigenschaft	Technik					
	analog	IP	HD-SDI	HD-CVI	HD-TVI	AHD
Übertragung	analog	digital (komprimiert)	digital (unkomprimiert)	analog	analog	analog
Anbindung	Koaxialkabel i.d.R. RG59	Cat-Kabel W-LAN	Koaxialkabel	Koaxialkabel	Koaxialkabel	Koaxialkabel
Auflösung	max. 768 x 576 Zeilen	Multi-Megapixel (2-178 MP)	720 p / 1080 p	max. 8MP	max. 8MP	720 p / 1080 p / 4MP
Latenz	nein	ja	nein	nein	nein	nein
Videostandard	NTSC/PAL	ONVIF/PSIA	SMPTE 292M	-	-	-
Plug and Play	ja	nein	ja	ja	ja	ja
Max. Übertragungreichweite (ohne Converter)	300 m	100 m ^{*)}	100 m	300 – 500 m	300 – 500 m	300 – 500 m

3. Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken inkl. Objektive

- *) praktisch können IP-Signale über Internet weltweit ohne Verluste übertragen werden. Innerhalb eines für die Videosicherheit eigens geplanten Netzwerkes (LAN/WLAN) müssen allerdings die Netzwerkstandards eingehalten werden, damit die Signale verlustfrei zum Router kommen können; daher die Einschränkung auf 100 m.

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.

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 (auch Vollbildverfahren genannt) und Megapixeltechnologie kann eine bessere Bildqualität und eine höhere Auflösung liefern als eine analoge CCTV-Kamera (Closed Circuit Television).

Außerdem kann die Bildqualität in einem Netzwerk-Videosystem leichter als in einem analogen Überwachungssystem sichergestellt werden. Bei den aktuellen analogen Systemen, die einen DVR (digitalen Videorekorder) 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, so dass 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, Boxtype...) charakterisiert. Je nach Kameratechnik kommen unterschiedliche Elektronikbausteine zum Einsatz, die spezifische Einsatz- und Einstellungsmöglichkeiten bieten.

3.3 Kameratechnik

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

3.3.1 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.

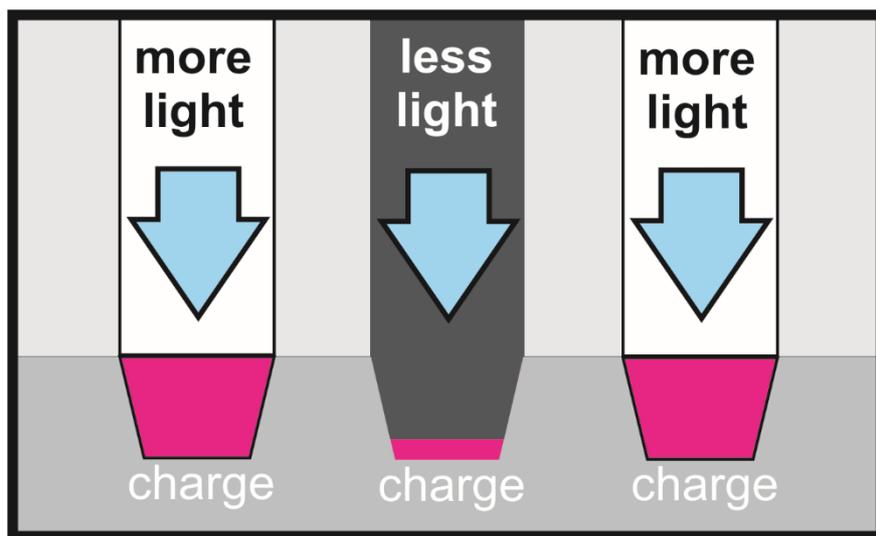


Bei schlechten Lichtverhältnissen wird der Filter ausgeschwenkt und die Kamera im Infrarotbereich empfindlich. Zumeist folgt gleichzeitig die Abschaltung des Farbträgers aus dem Videosignal.

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.

3.3.2 CCD-Sensor

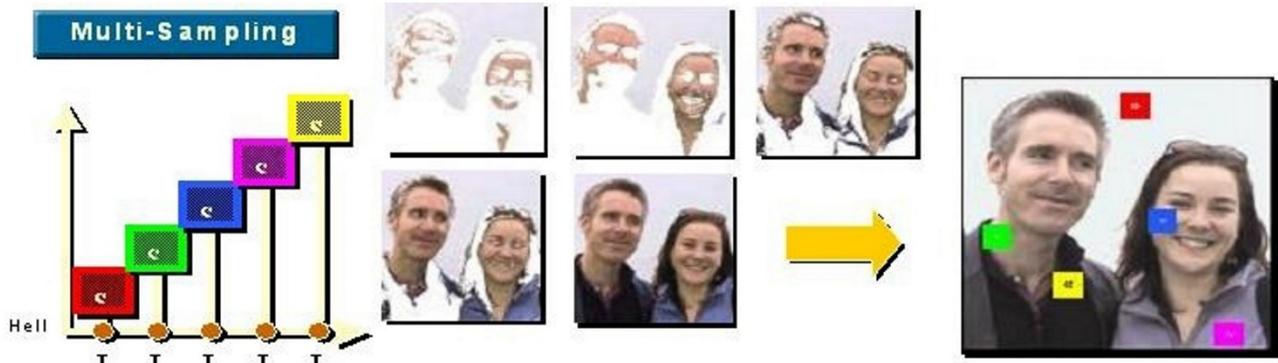
Das Bildaufnahmeelement, der CCD-Sensor, legt das Bildformat, die Auflösung und die Lichtempfindlichkeit fest.



3.3.3 C-MOS - Technologieunterschied

C-MOS-Kameras (Complementary Metal Oxide Semiconductor) oder auch WDR-Kameras (Wide Dynamic Range) haben einen vielfach 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 (Bildpunkt) zu beeinflussen. Man spricht hier vom so genannten Multi-Sampling.



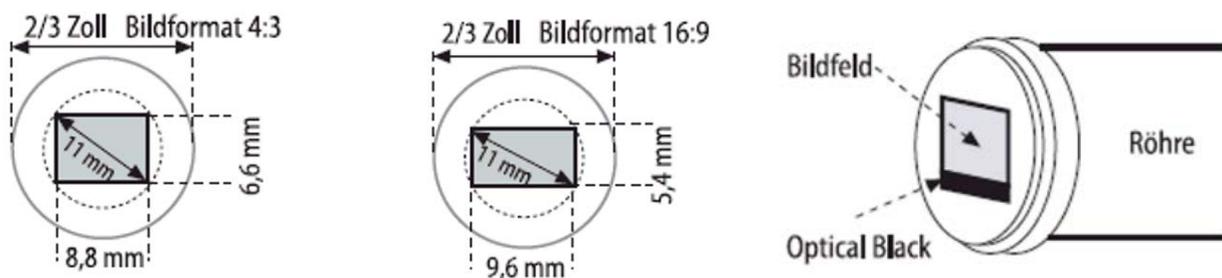
Vergleich der Sensortechnologien

CCD	C-MOS
hohe Lichtempfindlichkeit	hohe Lichtempfindlichkeit
hoher Stromverbrauch	geringer 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

3.3.4 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. Heute 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.

3.3.5 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.

3. Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken inkl. Objektive

Wenn ein 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.

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 ein 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
4 x VGA	1280 x 960