

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 eine Videoüberwachung sollten insbesondere die Faktoren

- Eignung für den Dauerbetrieb
- 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 Videoüberwachung kommen heutzutage hauptsächlich zwei Techniken zum Einsatz: Analog und Netzwerktechnik (oftmals auch einfach IP genannt).

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.

Zudem etablierten sich in den letzten Jahren weitere Techniken, die unter Nutzung bestehender Koaxial- oder 2-Draht-Leitung ebenfalls höhere Auflösungen möglich machen. Hierzu wird im Kapitel 11 „HD-SDI in der Videoüberwachungstechnik“ näher eingegangen. Weitere Infos finden Sie auch im gleichnamigen Dokument im Downloadbereich unter www.bhe.de.

Videoüberwachungskameras 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.

3.2. Kameratechnik

Nachfolgend werden analoge Kameras und Netzwerkkameras näher vorgestellt. Grundsätzlich sind die in den analogen Kameras integrierten Funktionen vergleichbar oder leistungsfähiger in Netzwerkkameras zu wiederzufinden.

3.2.1 Analoge Kameras

Bei der Videoüberwachung 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.

3. Kameras – Vergleich unterschiedlicher Techniken

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.

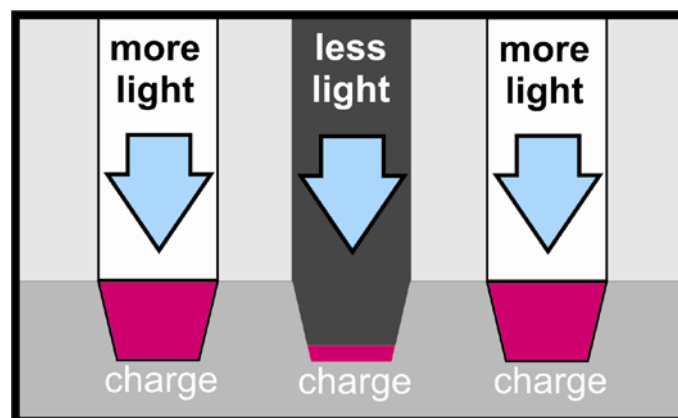


Bei schlechten Lichtverhältnissen wird der Filter ausgeschwenkt und die Kamera im Infrarotbereich empfindlich. Zumeist folgt gleichzeitig die Abschaltung des Farbträgers aus dem Videosignal.

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.

3.2.2 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 ca. 100-fach 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-Chip die Lichtempfindlichkeit nur für den gesamten Chip erhöhen oder absenken kann, ist es bei einem modernen C-MOS-Chip 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	leicht verfälschte Farben
Übersteuerung (Blooming) bei extrem hellen Bildstellen	durch Digitalpixelmanagement kein Überstrahlen

3.2.4 Bildformat

Das Bildformat wird in Zoll angegeben und bezeichnet die Diagonale des Bildaufnahmelements. Gängige Formate sind heute 1/2“, 1/2,8“, 1/3“ und 1/4“. Größere oder kleinere Sensoren kommen eher selten zum Einsatz.

In der Regel haben größere Bildaufnahmelemente eine bessere 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. Aktuelle PTZ-Netzwerk-kameras und PTZ-Dome-Netzwerk-kameras bieten ebenfalls NTSC- und PAL-Auflösungen, da diese Kameras heutzutage einen für analoge Videokameras entwickelten Kamerablock (mit Kamera-, Zoom-, Autofokus- und automatischen Blendenfunktionen) in Verbindung mit einer eingebauten Video-Encoder-Platine verwenden.

In Nordamerika und Japan ist der NTSC-Standard der vorherrschende Standard für Analogvideo, in Europa und in vielen asiatischen und afrikanischen Ländern wird hingegen meist der PAL-Standard verwendet. 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). Der neue Name, der die Anzahl der Zeilen, das Abtastverfahren und die Aktualisierungsrate widerspiegelt, ist 480i60 („i“ steht für „interlaced scanning“ [Zeilensprungverfahren]). PAL hat eine Auflösung von 576 Zeilen und eine Aktualisierungsrate von 50 Zeilensprungfeldern pro Sekunde (oder 25 Bilder pro Sekunde). Der neue Name für diesen Standard lautet 576i50. Die Gesamtmenge an Informationen pro Sekunde ist bei beiden Standards gleich.

Wenn analoges Video digitalisiert wird, basiert die maximale Menge an Pixeln, die erzeugt werden können, 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 Analogvideobilder Zeilensprungeffekte (Interlacing-Effekte) aufweisen, z.B. Reißen, und 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 Deinterlacing-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.

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

Megapixelauflösungen

Eine Netzwerkkamera mit einer Auflösung im Megapixelbereich verwendet einen Megapixelsensor, um Bilder zu erzeugen, die eine Million oder mehr Pixel enthalten. Je mehr Pixel ein Sensor hat, desto besser ist er in der Lage, feine Details zu erfassen und hochwertige Bilder zu erzeugen. Megapixel-Netzwerkkameras können verwendet werden, um mehr Details anzuzeigen (ideal für die Identifizierung von Personen und Objekten) oder um einen größeren Bereich einer Szene zu sehen. Dieser Vorteil ist ein wichtiges Kriterium bei Videoüberwachungsanwendungen.

Anzeigeformat	Anzahl der Megapixel	Pixel
SXGA	1.3 Megapixel	1280 x 1024
SXGA + (EXGA)	1.4 Megapixel	1400 x 1050
UXGA	1.9 Megapixel	1600 x 1200
WUXGA	2.3 Megapixel	1920 x 1200
QXGA	3.1 Megapixel	2048 x 1536
WQXGA	4.1 Megapixel	2560 x 1600
QSXGA	5.2 Megapixel	2560 x 2048

Megapixelformate

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Seitenverhältnisse 4:3 und 16:9 im Vergleich.

Hinweis: Das Seitenverhältnis ist das Verhältnis zwischen der Breite und Höhe eines Bildes



Die Megapixelauflösung ist ein Bereich, in dem Netzwerkkameras analogen Kameras überlegen sind. Die maximale Auflösung, die eine herkömmliche analoge Kamera bieten kann, nachdem das Videosignal von einem digitalen Videorecorder oder einem Video-Encoder umgewandelt wurde, ist D1, was 720 x 480 Pixeln (NTSC) bzw. 720 x 576 Pixeln (PAL) entspricht. Die D1-Auflösung gleicht einem Maximum von 414.720 Pixeln oder 0,4 Megapixeln.

Zum Vergleich: Das gängige Megapixelformat von 1280 x 1024 Pixeln bietet eine Auflösung von 1,3 Megapixeln. Dies ist eine dreimal so hohe Auflösung wie die von analogen CCTV-Kameras. Es sind auch Netzwerkkameras mit einer Auflösung von 2 und 3 Megapixeln verfügbar und für die Zukunft werden sogar noch höhere Auflösungen erwartet.

Die Auflösungen im Megapixel-Bereich bieten zudem mehr Flexibilität beim Erzeugen von Bildern mit unterschiedlichen Seitenverhältnissen. Ein herkömmlicher Fernsehbildschirm zeigt ein Bild mit einem Seitenverhältnis von 4:3 an. Einige Megapixel-Netzwerkkameras bieten neben diesem Format noch weitere Formate an, z.B. 16:9. Der Vorteil eines Seitenverhältnisses von 16:9 besteht darin, dass keine unwichtigen Details, die sich in der Regel im oberen und unteren Bereich eines Bildes von herkömmlicher Größe befinden, vorhanden sind. Hierdurch können Bandbreite und Speicherplatz eingespart werden. Des Weiteren entspricht das 16:9-Format eher dem Seitenverhältnis des menschlichen Auges. Dies führt dazu, dass das Auge nicht so schnell ermüdet.

HDTV-Auflösungen (High-Definition Television)

HDTV bietet eine fünf Mal so hohe Auflösung wie analoges Standardfernsehen, eine bessere Farbtreue und ein 16:9-Format. Die beiden wichtigsten von SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) definierten HDTV-Standards sind SMPTE 296M und SMPTE 274M:

- SMPTE 296M (HDTV 720P) hat eine Auflösung von 1280 x 720 Pixeln mit einer hohen Farbtreue im 16:9-Format. Dieser Standard verwendet die progressive Abtastung bei 25/30 Hertz (Hz), die je nach Land 25 oder 30 Bilder pro Sekunde und 50/60 Hz (50/60 Bilder pro Sekunde) entspricht.