

# IP-basierte Videoüberwachung in Netzwerken

H. Petereins, Berlin

**Der Videoüberwachungsmarkt bietet heute ein sehr breites Sortiment an Systemen und Geräten der Netzwerk-Videotechnologie an. Planer, Errichter und Endkonsumenten nutzen dabei zunehmend die Möglichkeit, die Vorzüge der analogen Videotechnik mit innovativen Funktionen zu verbinden. Das wurde erst durch die Digitaltechnik machbar. Mit Netzwerk-Video ist es möglich, über ein vorhandenes IP-Netzwerk – LAN/WLAN/Internet – Video zu übertragen und aufzuzeichnen.**



**1 Kamera für hohe Anforderungen an die Bildqualität auch bei schwierigen Lichtverhältnissen**

## 1 Trends der Videoüberwachungstechnik

Die Videoüberwachungsbranche weist heute ein äußerst breites und umfassendes Sortiment an Systemen und Geräten der Netzwerk-Videotechnologie auf. Wachsenden Zuspruch bei Planern, Errichtern und Endkonsumenten findet dabei die mit der digitalen Technik entstandene Möglichkeit, die Vorzüge der analogen Videotechnik mit neuen zusätzlichen Funktionen zu verbinden.

Vor der Installation eines solchen Systems sollten sich die Fachkräfte jedoch darüber umfassend informieren, um darauf basierend eine Entscheidung zum technischen System und Konzept zu treffen. Das betrifft vor allem wichtige Systemeigenschaften wie z. B. die

- Leistungsfähigkeit,
- Kompatibilität,
- Skalierbarkeit und
- Flexibilität.

### 1.1 Netzwerk-Video

Netzwerk-Video oder IP-basierte Videoüberwachung ermöglicht es, über ein vorhandenes IP-Netzwerk (LAN/WLAN/Internet) Video zu übertragen und aufzuzeichnen. Im Unterschied zur analogen Videoübertragung mit einer klassischen Punkt-zu-Punkt Verkabelung werden bei Netzwerk-Videoanwendungen digitale Datenströme über ein kabelgebundenes oder kabelloses IP-Netzwerk zu jedem beliebigen Punkt des Netzwerkes übertragen. Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit der Videoüberwachung und Videoaufzeichnung an jedem beliebigen Punkt im Netzwerk.

Gleichzeitig eignet sich diese Technik ebenfalls dafür, um die lokal gesammelten Daten und Videobilder nach erfolgter Übertragung an einem zentralen Ort zu überwachen – für die Fernüberwachung.

Zu einem Netzwerk-Video gehören digitale und/oder analoge Videokameras, Videoser-

ver, eine Videoverwaltungssoftware sowie ggf. Aufzeichnungssysteme.

### 1.2 Analoge und digitale Videos

Der CCD-Sensor in einer analogen Kamera (Bilder 1 und 4) generiert ein analoges Signal, das von einem Analog-/Digital-Wandler in ein digitales Signal umgesetzt wird. Dieses digitale Signal ist für die Bildverbesserung in einem Digital Signal Processor (DSP) erforderlich. Das Signal wird dann für den Transport über ein Koaxialkabel wieder in ein analoges Signal umgewandelt. Nach der Übertragung wird zur Aufzeichnung des Signals auf einem Digitalrecorder das analoge Signal erneut in ein digitales Signal konvertiert. D. h., es erfolgen von der Erzeugung des Videosignals bis zur Aufzeichnung 3 Konvertierungen mit einem entsprechenden Verlust der Bildqualität.

Bei einer digitalen Netzwerkkamera (Bild 3) werden die Videobilder nur einmal digitalisiert und verbleiben in diesem Digitalformat bis zur Speicherung ohne Verluste der Bildqualität.

### 1.3 CCD- oder CMOS-Sensor

Entscheidend ist der Anwendungsfall. CCD-Sensoren werden seit vielen Jahren in Kameras eingebaut und bieten gegenüber CMOS-Sensoren qualitative Vorteile durch eine höhere Lichtempfindlichkeit. Das hat bei schlechten Lichtverhältnissen eine bessere Bildqualität zur Folge. CCD-Sensoren sind jedoch teurer in der Herstellung und neigen bei sehr hellen Objekten oder bei direkten Lichtquellen zum Nachzieheffekt (vertikale Streifenbildung).

CMOS-Sensoren sind in der Herstellung kostengünstiger, können großflächiger hergestellt werden, z. B. für Kameras mit Megapixel-Auflösungen. Sie besitzen jedoch eine geringere Lichtempfindlichkeit sowie Nachteile in der Bildqualität im Vergleich zu CCD-Sensoren.

### 1.4 Videoserver

Videoserver sind mit einem Netzwerkanschluss und einer unterschiedlichen Anzahl von Eingängen (meist 1 bis 4) für analoge Videokameras ausgestattet. Sie ermöglichen damit, bestehende analoge Videokameras in ein Netz-

werk-Video einzubinden. Videoserver verfügen neben den analogen Videoeingängen Schnittstellen für Audio, für serielle Daten und zur PTZ-Kamerasteuerung. Die Server beinhalten einen Komprimierungschip, einen internen Web-Server sowie ein Betriebssystem zur Digitalisierung der analogen Daten und zur Übertragung der digitalisierten Daten im IP-Netzwerk.

Die Video-Verwaltungssoftware bildet die Basis für eine Videoüberwachung, -analyse und -aufzeichnung. Diese Software kann bei den meisten Produkten auf einem Windows- oder Linux-Server ausgeführt werden.

Der Markt bietet hierzu viele Softwarelösungen mit teilweise sehr unterschiedlichen Anforderungen. Bei der Erfassung mehrerer Kameras ist der Einsatz einer speziellen Video-Verwaltungssoftware unumgänglich. Moderne Lösungen bieten dabei Funktionen wie:

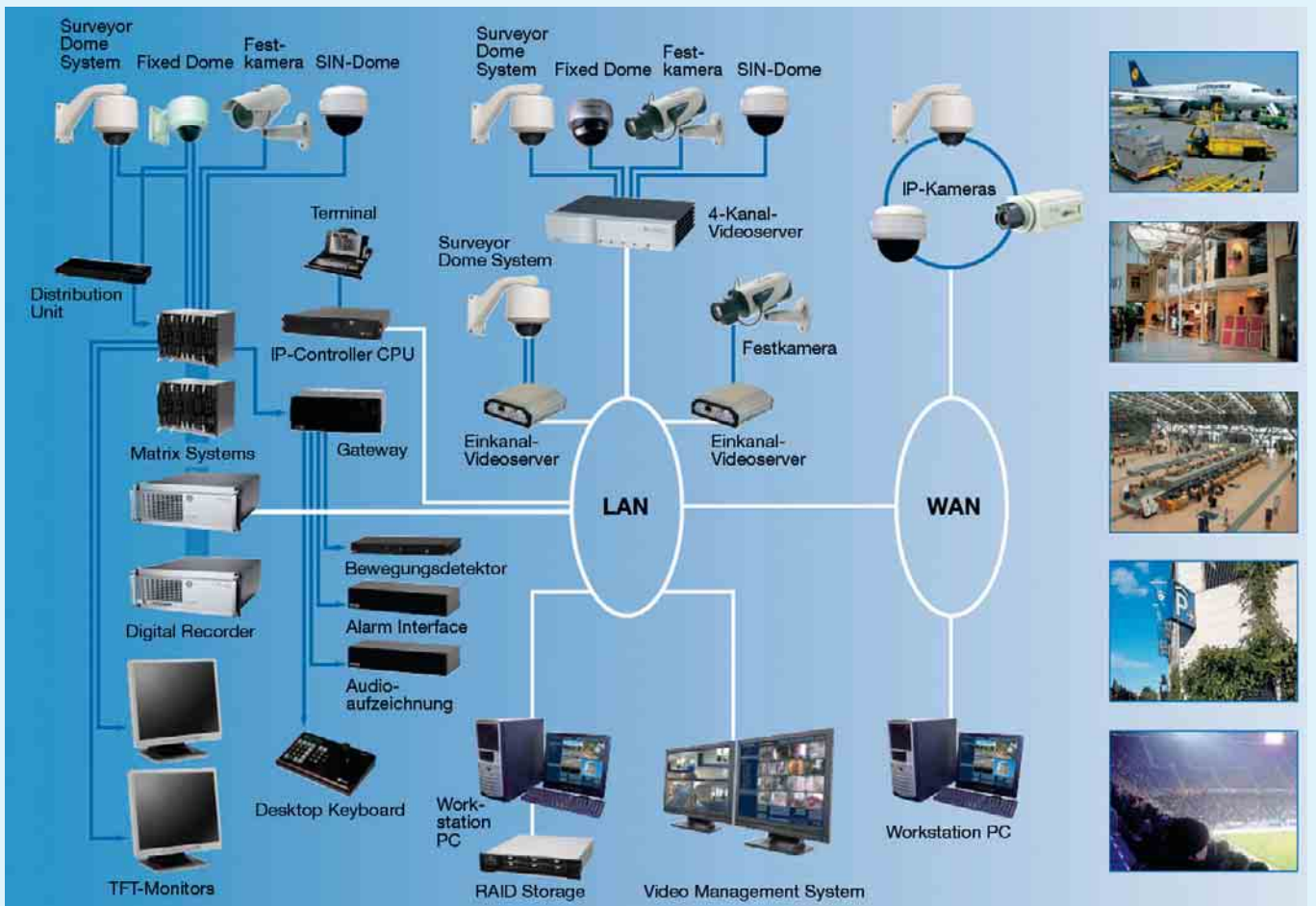
- gleichzeitiges Anzeigen/Aufzeichnen von Live-Videobildern von mehreren Kameras
- Wahl zwischen mehreren Aufnahmemodi
- Verarbeitung von verschiedenen Bildraten
- Suchfunktionen für gespeicherte Ereignisse/Aufzeichnungen
- Fernzugriff über Browser, Client-Software oder PDA
- Alarmverwaltungsfunktionen
- Visualisierung von Ereignissen/Alarmen sowie
- intelligentes Videomanagement.

## BEGRIFFE

- CCD** – Charge Coupled Device
- DSP** – Digital Signal Processor
- CMOS** – Complementary Metal Oxide Semiconductor
- PTZ** – Pan-Tilt-Zoom (Schwenken-Neigen-Zoomen)
- PoE** – Power over Ethernet
- WLAN** – Wireless Local Area Network
- WEP** – Wireless Equivalent Privacy
- WAP** – Wireless Application Protocol
- AES** – Advanced Encryption Standard
- RAID** – Redundant Array of Independent Disks

#### Autor

Dipl.-Ing. Harald Petereins, Ingenieurbüro Sicherheitstechnik Petereins, Berlin.



② „geschlossenes“ Videosystem Viconet 4.0

Quelle: Videotronic infosystems

## 2 Videoanwendungen

Videoanwendungen sind heute komplexer Natur. So werden Funktionalitäten der Alarmvisualisierung, der Gebäudeverwaltung bzw. des Gebäudemanagements, der Überwachung industrieller Prozesse und der Zutrittskontrolle mit integriert.

Die visuelle Darstellung des Zustandes eines Systems, eine Alarmvisualisierung mit hinterlegten Handlungsroutinen und Informationsabläufen sind mit diesen Softwarelösungen zum Standard geworden. Integriert werden können heute solche Funktionen wie Personenzählung (z. B. in Kaufhäusern) oder Auto-kennzeichenerkennung.

Für viele einfache Anwendungen genügt bereits ein Standard-Browser als Anzeigeprogramm, der die Internet-Schnittstelle der Netzwerkkameras bzw. Videoserver nutzt. Damit kann mit einfachsten Mitteln praktisch von jedem Ort auf diese Daten zugegriffen werden.

### 2.1 „Offene“ und „geschlossene“ Videosysteme

Der Sicherheitsmarkt bietet eine Vielzahl von Lösungen an. Im Trend liegen dabei so genannte offene Videosysteme, die im Vergleich

zu „geschlossenen“ Systemen einige Vorteile aufweisen.

**„Geschlossenes“ Videosystem.** Das ist ein System eines Herstellers, der alle Komponenten des Systems liefert. Meist sind nur diese Komponenten dieses Herstellers in das betreffende System einsetzbar. Die Einbindung von Komponenten eines Drittanbieters ist meist nicht möglich. Damit kauft man mit diesem System die Software und hat dann die Möglichkeit, dieses System bis zum Maximalausbau zu betreiben. Der Ausbau bis auf die maximale Ausbaustufe ist normalerweise ohne den Zukauf zusätzlicher Lizenzen möglich. Damit sind die Kosten von Beginn eines Projektes an überschaubar und dem Endkunden dadurch einfacher vermittelbar (Bild ②).

**„Offenes“ Videosystem.** Dieses gestattet die Einbindung kompatibler Geräte von Drittanbietern. Entscheidend sind hier die Angaben des Herstellers zur Kompatibilität mit Komponenten anderer Hersteller. Eine bestimmende Rolle bei der Kompatibilität spielen die verwendeten Herstellerprotokolle und Kompressionsverfahren.

Bei „offenen“ Videosystemen wird mit dem Erwerb des Systems auch die Lizenz für einen bestimmten Ausbaugrad erworben. Eine Erweiterung bzw. ein Ausbau des Systems ist im



③ IP-Kamera mit integrierter 100 Mbps-LAN-Karte



④ leistungsstarke Kamera mit DC- Vario-Objektiv

Fotos: Videotronic infosystems

Regelfall mit dem Erwerb zusätzlicher Lizenzen verbunden. Eine gründliche Planung des Systems und die Auswahl eines geeigneten „offenen“ oder „geschlossenen“ Systems kann dabei erheblich Kosten sparen.

## 2.2 Übertragung der Videobilder

**Komprimierung.** Die Übertragung der Videobilder als digitales Signal erfordert neben der Digitalisierung auch eine Komprimierung der Videodaten für die Übertragung und Bearbeitung. Man unterscheidet hier zwischen Einzelbildkomprimierung, bekannt als JPEG und JPEG2000 sowie Komprimierung als Videosequenz. Die bekanntesten Standards sind hierbei MJPEG, MPEG 1-4, H.263 und H.264 (Tabelle 1). Das am weitesten verbreitete Kompressionsverfahren MPEG-2 erreicht eine Kompression auf 64 %, das neuere MPEG-4 sogar auf 37 %. Die derzeit höchste Kompression wird mit H.264 erzielt, erfordert jedoch etwa die 4-fache Rechenleistung gegenüber MPEG-4 (Tabelle 1).

**Auflösung.** Die Auflösung ist bei analogen und bei digitalen Bildern von Bedeutung. Analoge Videobilder setzen sich aus TV-Bildzeilen zusammen, die digitalen Videobilder aus Bildpunkten, den so genannten Pixeln.

Neben den gebräuchlichen Auflösungen gemäß Tabelle 2 hat sich die **VGA (Video Graphics Array)**, einem Anzeigesystem für PC mit 640 x 480 Pixeln durchgesetzt. Da man das Netzwerk-Videobild oft über einen PC-Monitor dargestellt, wird diese Auflösung oder ein Vielfaches davon (1024 x 768 oder 1280 x 960 Pixel) angewandt.

Oft genannt wird auch die **MPEG-Auflösung**. Meistens werden damit die Auflösungen

- 704 x 576 Pixel (PAL 4CIF)
- 704 x 480 Pixel (NTSC 4CIF)
- 720 x 576 Pixel (PAL oder D1) und
- 720 x 480 Pixel (NTSC oder D1) gemeint.

Seit kurzer Zeit bieten einige Hersteller digitale Netzwerkkameras mit Auflösungen im Bereich von einigen Mega-Pixel an – kein Vergleich mit analogen Kameras mit etwa 0,4 Megapixel. Diese Kameras erfüllen Anforderungen nach hoch auflösenden Bildern zur Identifizierung von Ereignissen oder Personen bei Straftaten.

In der Praxis sind heute im Normalfall Datenetze Fast Ethernet mit Datenraten bis zu 100 Mbit/s anzutreffen. Die Erfahrung zeigt es immer wieder, dass das Netzwerk bei der Planung genau geprüft und in die Überlegungen einbezogen werden muss, um den entstehenden Videodatenstrom übertragen zu können, ohne dabei die vorhandenen Anwendungen im Netzwerk zu blockieren. Verschiedene Hersteller, wie z. B. AXIS, bieten dafür zur Berechnung entsprechende Tools an.

**Power-over-Ethernet (PoE).** In einem Datenetzwerk kann über PoE die Stromversorgung der Netzwerk-Videokameras erfolgen. PoE ist durch den Standard IEEE 802.3af geregelt. Dabei werden entsprechend diesem Standard an der Kamera bis zu 12,9 W zur Verfügung

Tafel 1 Kompressionsverfahren

Kompressionsverfahren	Eigenschaften	Typische Anwendungen
Einzelbild-Kompressionsverfahren	geringe bis mittlere Kompressionsrate, Bitrate und Speicherkapazität abhängig vom Bildinhalt, bildoptimiert, gleichbleibende Bildqualität, niedrige Latenzzeiten	JPEG (Joint Photographic Expert Group), MJPEG (Motion Joint Photographic Expert Group), Wavelet, JPEG-2000
Bewegtbild-Kompressionsverfahren	hohe Kompressionsrate, optimierte Bitraten, schwankende Bildqualität, abhängig von Bildänderung, hohe Latenzzeiten	Einzelbildkompression, durch herstellerspezifische Modifikation für Reduzierung der Bildgröße angepasst
Differenzbild-Kompressionsverfahren	mittlere bis hohe Kompressionsrate gleichbleibende Bildqualität durch Bildoptimierung, Bitrate und Speicherkapazität ist abhängig von Bildänderung, geringe Latenzzeiten	MPEG 1, MPEG 2, MPEG 4, H.261, H.263, H.264 (erreicht eine bis zu dreimal so hohe Codiereffizienz gegenüber MPEG 2 bei einem um den Faktor 2 – 4 höheren Rechenaufwand)

Tafel 2 Videoauflösungen PAL

Abkürzung	Auflösung	Pixelanzahl	Fernsehnorm
1CIF	352 x 288	101 376	~ 1/4 PAL (384 x 288)
2CIF	704 x 288	202 752	~ 1/2 PAL (768 x 288)
4CIF	704 x 288	405 505	~ PAL (768 x 576)

gestellt. Dies ist für Kameras im Innenbereich meist ausreichend. Entsprechende Netzwerk-Switches mit PoE-Unterstützung werden von einigen Herstellern angeboten.

**WLAN.** Vielfach werden heute kabellose Netzwerke betrieben. Solch eine Lösung kann funktional und auch finanziell vorteilhaft sein. Gerade im Bereich des Denkmalschutzes stellen sie die einfachste und einzige Lösung dar. Wireless Local Area Network (WLAN) bietet hier mit seinem Standard 802.11g und den theoretisch erreichbaren 54 Mbit/s eine Lösungsvariante. Auf keinen Fall sollte man aber bei WLAN auf eine Verschlüsselung der Daten verzichten.

**Übertragungssicherheit.** WEP (Wireless Equivalent Privacy) verschlüsselt den Datenstrom mit RSA (ein asymmetrisches Kryptosystem) RC4. Ohne den Schlüssel kann der Anwender nicht auf das Netzwerk zugreifen. Da WEP jedoch über Sicherheitslücken verfügt und dadurch angreifbar ist, sollte WEP nicht angewendet werden. WAP (Wireless Application Protocol) stellt als Weiterentwicklung von WEP eine ausreichende Sicherheit im kabellosen Videonetzwerk dar und sollte die Minimalvariante darstellen. Mehr Sicherheit bietet WAP2 mit dem Verschlüsselungsverfahren AES (Advanced Encryption Standard).

## 2.3 Speicherplatzbedarf

Bei der Videoaufzeichnung spielt der Speicherplatzbedarf eine nicht zu unterschätzende Rolle. Netzwerk-Videosysteme benötigen einen zusätzlichen Speicherplatzbedarf. An diesen Festplattenbedarf stellen sich einige Anforderungen, auch was die Ausfallsicherheit bei 24-Stunden-Betrieb betrifft. Bei größeren Systemen ist das Vorsehen von Redundanz zur Sicherung der Daten erforderlich. Dazu haben sich in der Praxis RAID-Systeme, aber auch bei großen Anlagen die Datenreplikation durchgesetzt. Für die Berechnung des

erforderlichen Festplattenspeichers (**Kasten**) sind folgende Angaben notwendig:

- Anzahl der Kameras
- Dauer der täglichen Aufzeichnung
- Aufbewahrungsdauer der aufgezeichneten Videobilder (z. B. 30 Tage)
- Aufzeichnungsart – ständige Aufzeichnung, ereignisgesteuerte Aufzeichnung
- Parameter wie Bildrate, Komprimierung, Bildqualität, Bitrate – ergibt sich aus Bildrate, Bildauflösung und Komprimierung sowie der Bewegung im Bild.

Berechnet man den Speicherbedarf für 4 – 5 Kameras mit dem tatsächlichen Videodatenstrom, wird man feststellen, dass für eine Aufzeichnung über 30 Tage Festplattenkapazitäten von 300 GB und mehr erforderlich sind. Möglichkeiten zur Einsparung von Speicherkapazitäten sind – wie bereits aus der Analogtechnik bekannt – eine Aufzeichnung von wenigen Bildern pro Sekunde und nur eine Alarmaufzeichnung mit 25 Bildern pro Sekunde. Digitale Netzwerkkameras und viele Videoerver verfügen heute über eine integrierte Bewegungserkennung, die für eine Aktivierung oder Steuerung des Datenstroms genutzt werden kann. Damit ist es möglich, die erforderliche Bandbreite zu reduzieren, die Auslastung des Aufzeichnungsservers zu senken und Speicherplatz zu sparen.

H. Petereins

### Überschlagsrechnung des Speicherbedarfs

#### 1. für JPEG/MJPEG

$$\text{MB-Bedarf pro Stunde} = \frac{\text{Bildgröße} \times \text{Bilder pro Sekunde} \times 3600 \text{ s}}{1000}$$

#### 2. für MPEG 4

$$\text{MB-Bedarf pro Stunde} = \frac{0,125 \times \text{Bitrate} \times 3600 \text{ s}}{1000}$$