

Schneller – besser – weiter



Dieser Slogan spiegelt nicht nur die Leistungssteigerungen der weltbesten Spitzensportler wider, sondern er beschreibt ebenso trefflich die rasanten Entwicklungen in der Sicherheitsindustrie. Da jagt eine Neuvorstellung die nächste, und bisherige Produktspezifikationen werden von den Anbietern sportlich in den Schatten gestellt.

Fachgerechte Planung erfordert heute auch Kenntnisse im IT-Bereich, insbesondere der Netzwerktechnik. (Bild: Shutterstock)

VON MICHAEL GWOZDEK

Im Gegensatz zu den Olympioniken lässt sich die Produktperformance jedoch nur mit beträchtlichem Aufwand bewerten, da bis dato keine standardisierten Messmethoden für einen objektiven Vergleich von CCTV-Systemen zur Verfügung stehen. Die revolutionären Entwicklungen der letzten Jahre haben das Produktportfolio im Sicherheitsbereich derart verändert, dass selbst die Profis der Videobranche mit der Entscheidung für die eine oder andere Technik an ihre Grenzen stossen. Mussten sich die CCTV-Spezialisten bislang «lediglich» mit den speziellen Eigenschaften der analogen Videotechnik auseinandersetzen, erfordert die fachgerechte Planung, Installation und Inbetriebnahme eines digitalen CCTV-Systems explizite Kenntnisse aus dem IT-Bereich und im Besonderen rund

um das Thema Netzwerktechnik und -management.

Wohlgermerkt zusätzlich, denn auch voll digitale Systeme entbinden nicht von professioneller Kameraplanung, der millimetergenauen Festlegung von Objektbrennweiten, einer durchdachten Szenenausleuchtung sowie der gezielten Produktauswahl zur Übertragung, Aufzeichnung und Videoanalyse, um nur einige Funktionen von Videoüberwachungsanlagen zu nennen. Alles in allem keine leichte Aufgabe, hat es die Industrie doch bis heute versäumt, einheitliche Bewertungskriterien und Standards zur objektiven Beurteilung der in den Broschüren und Datenblättern manifestierten Leistungsmerkmale und Funktionen zu entwickeln.

Auch die zahlreichen Schulungsangebote und Fachbeiträge der Hersteller können diese Wissenslücken nur ansatzweise schliessen, denn das eigene Produkt möglichst schnell sowie profitabel zu vermarkten und gleichzeitig breitgefächertes Fachwissen objektiv zu vermitteln, gelingt nur den idealistisch motivierten Anbietern der Videobranche. Dieser Umstand ist wenig verwunderlich, denn zunehmender Konkurrenz- und Preisdruck, immer kürzer werdende Entwicklungszyklen, minimale Produktlebenszeiten und die in die Höhe schnellenden Investitionskosten stehen im glatten Widerspruch zur zeitraubenden Lehre allgemeiner CCTV-Grundlagen. Selbst herstellernerneutralen

Institutionen gelingt es in ihren Seminaren nur ansatzweise, fachspezifisches Wissen allumfassend zu vermitteln.

So treffen sich in diesem Jahr die Fachleute der Sicherheitsbranche auf der Security in Essen, und mehr als 1000 Aussteller haben das Ziel, ihre neuesten Entwicklungen in den Köpfen der etwa 40 000 Besucher positiv und nachhaltig zu verankern. Zwar bieten Fachausstellungen die geeignete Plattform, sich über den aktuellen Stand der Technik zu informieren, doch wer schon einmal die grösste Sicherheitsmesse der Welt besucht hat, kennt das mulmige Gefühl, einem unüberschaubar grossen Produktangebot mit immer neuen Funktionen gegenüberzustehen.

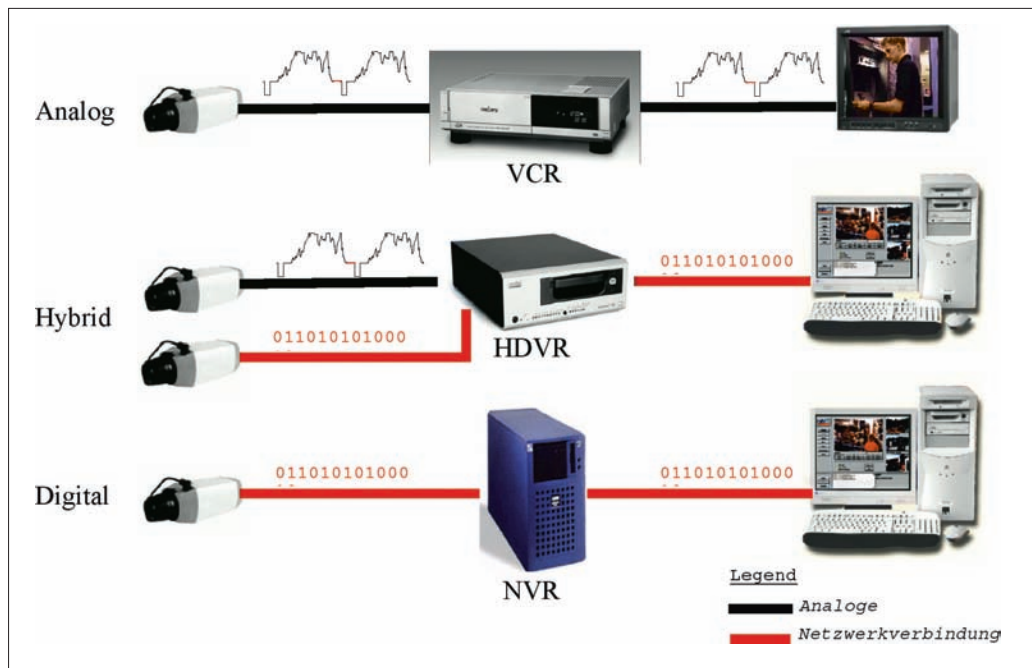
Allem Anschein zum Trotz lassen sich dennoch allgemeingültige Bewertungskriterien formulieren, um eine fundierte Entscheidung über den grundsätzlichen Aufbau des CCTV-Systems treffen zu können. Die folgende Zusammenfassung ist als kritischer Ratgeber anzusehen, und mit angemessener Offenheit gegenüber Neuerungen und gleichzeitigem Mut für Altbewährtes enthält die kleine Fibel nützliche Grundlagen für die Entscheidung ob analog, hybrid oder digital.

Thema Planung

Durch Verwendung hochauflösender IP-Kameras sind deutlich höhere Bildauflösungen als mit konventioneller Technik möglich. Dabei ist darauf zu achten, dass

Michael Gwozdek

ist Informationselektroniker, Geschäftsführer bei HeiTel Digital Video GmbH in Molfsee und seit nunmehr zwei Jahrzehnten im Bereich der Videoüberwachungstechnik tätig. Einschlägiges Fachwissen im Bereich CCTV erwarb er durch seine internationale Tätigkeit bei namhaften Herstellern, insbesondere in den Bereichen Entwicklung, Produktmanagement und Marketing. Michael Gwozdek ist Autor des Buches «Lexikon der Videoüberwachungstechnik», hat zahlreiche Fachbeiträge in einschlägigen Sicherheitszeitschriften publiziert und hält regelmässig Vorträge zum gleichnamigen Thema.



**Schematische Darstellung:
Analog – Hybrid – Digital**

Begriffsdefinitionen:

Analog: Ausschliessliche Verwendung von CCTV-Komponenten mit analoger Signalübertragung (PAL/NTSC)

Digital: Ausschliessliche Verwendung von CCTV-Komponenten mit digitaler Signalübertragung

Hybrid: Gemischte Verwendung von analoger und digitaler Signalübertragung

VCR: Video Cassette Recorder

DVR: Digital Video Recorder

HDVR: Hybrid Digital Video Recorder

NVR: Network Video Recorder

IP-Kamera: Videokamera mit Netzwerkanschluss und digitale Signalübertragung

alle nachgeschalteten Systeme – HDVR, NVR und andere – die jeweiligen Bildformate auch tatsächlich unterstützen.

Anders als mit durchgängig analogen Systemen erlauben alle an einem Netzwerk angeschlossenen CCTV-Komponenten – IP-Kameras, HDVR, NVR – den Zugriff und Datenaustausch von/ mit beliebigen Netzknoten. Zu den typischen Funktionen zählen die Parametrierung, Livebild-, Archivbildwiedergabe und Steuerung. Die gleiche Flexibilität bieten im Übrigen auch hybride Systemlösungen. Da IP-Kameras und HDVR beziehungsweise NVR im Allgemeinen von unterschiedlichen Herstellern angeboten werden, ist auf Kompatibilität der verwendeten Bildkompressionsverfahren zu achten. Mit Aufzeichnungssystemen von Drittanbietern können häufig nur IP-Kameras verwendet werden, die (M)JPEG-Sequenzen (Einzelbildkompression) generieren. Unter diesen Umständen muss im Vergleich zu Bewegtbildkompressionsverfahren eine deutlich höhere Netzwerkbelastung eingeplant werden.

Eine flexible Systemerweiterung ist zwar prinzipiell möglich, doch die maximale Anzahl an IP-Kameras ist auch mit digitalen Systemen begrenzt. Zu den begrenzenden Faktoren zählen unter anderem die Netzwerkinfrastruktur (im Wesentlichen die Bandbreite) und die Skalierbarkeit/Performance der nachgeschalteten Systeme wie Videoserver, HDVR und NVR.

Die für analoge Übertragungswege kritischen externen Störeinflüsse, die sich negativ auf die Videosignalqualität auswirken können, sind mit digitaler Signalübertragung eher unkritisch. Aber auch mit digitalen Systemen ist die maximale Übertragungslänge begrenzt (Stichwort maximale Segmentlänge von Netzwerkleitungen). Mit geeigneten Netzwerkkomponenten wie Repeater, Router lassen sich jedoch beliebige Entfernungen realisieren.

Video-, Audio-, Steuerdaten und Stromversorgung (POE) können prinzipiell über eine gemeinsame Netzwerkverbindung übertragen werden. Mit analogen Systemen sind dafür mehrere Leitungen erforderlich.

Die Speicherkapazität respektive Aufzeichnungszeit kann abhängig vom Anbieter des digitalen CCTV-Systems beliebig erweitert werden.

IP-Kameras basieren häufig auf dem Progressive-Scan Verfahren. Dabei wird das Bild nicht mit dem für analoge Kameras typischen Zeilensprungverfahren, sondern vollbildweise abgetastet. Dadurch wird der bekannte Jittereffekt vermieden.

Entgegen der allgemeinen Erwartungshaltung sind viele IP-Kameras bezüglich Lichtempfindlichkeit, Farbtreue, Dynamik und häufig auch in Bezug auf die Bildauflösung analogen Kameras bis dato unterlegen.

Megapixelkameras bieten im Vergleich zu analogen Kameras – in der jeweils höchsten Auflösung – oft nur geringe Bildraten (fps). Ruckelfreie Bilddarstellungen und Aufzeichnungen in Echtzeit sind somit bei hohen Auflösungen nur bedingt möglich. Das Angebot an megapixeltauglichen Objektiven ist zurzeit noch eingeschränkt.

Für die Auswahl aller Anlagenkomponenten ist auf Kompatibilität zu achten. Dies trifft insbesondere auf IP-Kameras zu, da hier die Bildkompressionsverfahren und Funktionen nicht standardisiert sind und demzufolge von allen nachgeschalteten Geräten wie HDVR, NVR individuell implementiert werden müssen. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zu prüfen, ob der/die Hersteller von HDVR, NVR auch die Unterstützung zukünftiger IP-Kameras garantieren kann und welche Kosten mit einer nachträglichen Integration verbunden sind.

Für die Integration von IP-Kameras müssen eventuell Funktionseinschränkungen

in Kauf genommen werden, da nicht immer alle Features von den zentralen Geräten wie HDVR, NVR unterstützt werden.

Die Verwendung von Bewegtbildkompressionsverfahren (zum Beispiel H26x, MPEG-2, MPEG-4) hat unter Umständen erhebliche Latenzzeiten, das heisst zum Beispiel, es treten Verzögerungen bei der Bedienung von PTZ-Systemen/Dome-Kameras auf.

Geeignete Schutzmechanismen zur Vermeidung von unberechtigten Zugriffen oder Manipulationen sind insbesondere für die Nutzung existierender Netzwerke und Rechner deutlich aufwändiger als mit konventioneller, analoger Technik. Neben der videotechnischen Konfiguration muss ein nennenswerter administrativer Mehraufwand für die netzwerkspezifische Parametrierung beispielsweise von Routern, Switches, Repeatern und Servern eingeplant werden.

Die oft gepriesene Kostenersparnis durch die Verwendung von Power over Ethernet (POE) trifft nur bedingt zu, da die Netzwerkstruktur und maximale Entfernung grundsätzlich mit den technischen Richtlinien für den Einsatz von POE übereinstimmen müssen. Für Netzwerklösungen gelten im Aussenbereich, insbesondere für grössere Entfernungen, andere Bedingungen als mit Verkabelungen im Innenbereich. Zwar können vorhandene Netzwerkanschlüsse genutzt werden, allerdings sollten Zusatzaufwendungen für die Verlegung von Stichleitungen von der IP-Kamera zum nächstgelegenen Netzwerkanschluss berücksichtigt werden.

Die alles entscheidende Frage nach den Kosten für eine analoge, hybride und digitale Lösung kann nur im direkten Vergleich und unter Berücksichtigung aller Leistungsmerkmale inklusive Verkabelungskosten sowie Investitionen für periphere Netzwerkkomponenten bei gleich-

zeitiger Betrachtung des Installations-, Inbetriebnahme- und Wartungsaufwandes seriös beantwortet werden.

Thema Videoanalyse

Die Werbeaussagen der Hersteller von digitalen CCTV-Systemen führen nicht selten zu der Schlussfolgerung, dass die neu angebotenen Videoanalysefunktionen den Errungenschaften digitaler CCTV-Produkte zu verdanken sind. Es ist zwar richtig, dass die Videobranche in den letzten Jahren neue Analysefunktionen hervorgebracht hat, doch hat das eine mit dem anderen nur wenig zu tun. Die beiden Entwicklungen liefen lediglich parallel, und die seit Jahren etablierte Videosensorik ist Videoanalyse in der klassischen Form.

Videoanalyse funktioniert prinzipiell auch in Kombination mit digitalisierten PAL/NTSC-Signalen. Zu beachten ist auch, dass die meisten Algorithmen nicht einmal die hohe Auflösung der Megapixelkameras ausnutzen, um die Detektionsgenauigkeit oder den Erfassungsbereich zu erhöhen.

Der Begriff «Videoanalyse» umfasst mehrere Teilbereiche, die sich in der Anwendung und im Auswerteverfahren wesentlich voneinander unterscheiden. Die nachfolgende Zusammenfassung gibt einen Überblick über die wichtigsten Videoanalysefunktionen:

Sensorik:

► Anwendung: Aktivitätserkennung zur optimalen Ausnutzung der Speicherkapazität im Bereich der Bildaufzeichnung und Alarmierung bei unerwünschten Ereignissen.

► Typische Produktbezeichnungen: Activity Detection, Motion Detection, Bewegungsdetektion, Bewegungsmelder, Videosensor

► Verfahren: Bestimmung von Bildänderungen in definierten Bildbereichen unter

Berücksichtigung einfacher objektspezifischer Merkmale wie Grösse und Geschwindigkeit. Im Aussenbereich werden deutlich höhere Anforderungen an das Auswerteverfahren gestellt.

Objekterkennung:

► Anwendung: Personenverfolgung, -erkennung, -zählung, Nummernschilderkennung, Branddetektion im Tunnel, Erkennen unbeaufsichtigter Gepäckstücke, Melden von Nichtbewegung, zum Beispiel bei Stau

► Typische Produktbezeichnungen: Object Recognition, Loitering, Tripwire, Leave Behind Detection, Videosensor

► Verfahren: Auffinden von vordefinierten Objekten in definierten Bildbereichen unter Einbeziehung objektspezifischer Merkmale wie Form, Grösse, Geschwindigkeit, Bewegungsablauf

Biometrie:

► Anwendung: Gesichtserkennung in Verbindung mit Zutrittskontrolle (Hochsicherheitstrakt) oder Zugangskontrolle (Login im IT-Bereich)

► Typische Produktbezeichnungen: Nicht bekannt

► Verfahren: Allgemein, die Auswertung physiologischer sowie verhaltenstypischer Merkmale und im Sinne der Gesichtserkennung die Bestimmung charakteristischer Kennzeichen des Gesichts

Suche in Bildkonserve:

► Anwendung: Automatische Suche nach definierten Bildänderungen in Bildkonserven/Aufzeichnungen und Verkürzung der Auswertzeit

► Typische Produktbezeichnungen: Smart Search, Post Search, Motion Search

► Verfahren: Prinzipiell können die Verfahren der Sensorik, als auch die der Objekterkennung zur Anwendung kommen. Im Regelfall ist aber die Sensorik die Basis für das automatische Suchen in Aufzeichnungen

Sabotageüberwachung:

► Anwendung: Detektion von Bildausfall, Bildunschärfe, Bildrauschen, Veränderung des Bildausschnitts (Verdrehenschutz), Bildmanipulation

► Typische Produktbezeichnungen (Beispiele): Synchronsignal-, Videosignal-, Bildinhaltsüberwachung

► Verfahren: Bewertung videosignaltypischer Eigenschaften und je nach Anforderung auch gezielte Analyse des Bildinhalts mit Alarmierung bei kritischen Abweichungen

Die Videoanalyse ist im Idealfall fehlerfrei, doch in der Praxis wird die Detektionsgenauigkeit massgeblich durch die folgenden Faktoren beeinflusst:

► Mangelhafte Bildqualität durch Bildunschärfe, Bildrauschen oder zu geringe Bildauflösung

► Umwelteinflüsse im Aussenbereich wie wechselnde Lichtverhältnisse durch Schatten, Wolken, Tag-, Nachtbetrieb, wechselnde Jahreszeiten, Vibrieren der Kamera (etwa durch Wind), Bewegungen von Büschen, Bäumen, Reflektionen zum Beispiel hervorgerufen durch Glasflächen oder Pfützen und Witterungseinflüsse wie Regen, Schnee, fallende Blätter

► Mangelnde Kenntnis über die Funktionsweise des angewendeten Verfahrens und dadurch unsachgemässe Parametrierung

► Technologische Grenzen, weil die Videoanalyse in der Regel auf zweidimensionalem Bildmaterial basiert. Eine dem menschlichen Sehen entsprechende dreidimensionale Abbildung der Szene würde die Fehlerrate deutlich senken, jedoch die Kosten für Zweiaugenkamera-Analysesystem deutlich in die Höhe treiben.

Thema Auflösung

Die örtliche Auflösung ist der Massstab für das kleinste noch sichtbare Detail in einem Fernsehbild. Mit zunehmender

Typische Bildformate von PAL- und Megapixel-Kameras:

BILDFORMAT	QCIF	CIF	2CIF	4CIF	1,3MP	2MP	3MP
Bildauflösung	176×144	352×288	704×288	704×567	1280×1024	1600×1530	2040×1530
Bildgrösse in KByte ohne Kompression	50	198	396	780	2 560	4 781	6 096
Folgende Berechnungen ausgehend von Kompressionsfaktor 15 (typischer Wert für Einzelbildkompression)							
Bildgrösse in KByte	3,30	13,20	26,40	51,98	170,67	318,75	406,41
Anzahl speicherbarer Bilder pro GByte	274 693	68 673	34 337	17 441	5 311	2 844	2 230
Bitrate in MBit/s pro Bild	0,03	0,10	0,21	0,41	1,33	2,49	3,18
Anzahl übertragbarer Bilder pro 100 MBit/s	3 879	970	485	246	75	40	31
Folgende Berechnungen ausgehend von Kompressionsfaktor 60 (typischer Wert für Bewegtbildkompression)							
Bildgrösse in KByte	0,83	3,30	6,60	12,99	42,67	79,69	101,60
Anzahl speicherbarer Bilder pro GByte	1 098 774	274 693	137 347	69 763	21 246	11 376	8 922
Bitrate in MBit/s pro Bild	0,01	0,03	0,05	0,10	0,33	0,62	0,79
Anzahl übertragbarer Bilder pro 100 MBit/s	15 515	3 879	1 939	985	300	161	126

Bildauflösung versus Bitrate und Speicherkapazität.

	ANALOG	HYBRID	DIGITAL
Fernsehnorm PAL/NTSC	×	×	
Übertragungsmedium (Kabellänge, elektrische Störeinflüsse usw.)	×	×	
Bandbreite des Übertragungsmediums/Netzwerkes		×	×
Bildkompressionsverfahren		×	×
Auflösung, Lichtempfindlichkeit des Bildaufnehmers	×	×	×
Auflösung, Transmissionsgrad des Objektivs	×	×	×
Szenenausleuchtung	×	×	×
Auflösung aller nachgeschalteten Anlagenkomponenten z.B. DVR/NVR	×	×	×

Bildbeeinflussende Faktoren bei Analog, Hybrid und Digital.

FORMAT	WAHRNEHMEN, 50% BILDSCHIRMANTEIL	DETEKTIEREN, 10% BILDSCHIRMANTEIL	ERKENNEN, 50% BILDSCHIRMANTEIL	IDENTIFIZIEREN, 120% BILDSCHIRMANTEIL
PAL	88,5	44,3	8,9	3,7
QCIF (176x144)	22,1	11,1	2,2	0,9
CIF (352x288)	44,3	22,1	4,4	1,8
2CIF *1) (704x288)	88,5/44,3	44,3/22,1	8,9/4,4	3,7/1,8
4CIF (704x576)	88,5	44,3	8,9	3,7
1,3 Megapixel (1280x1024)	161,0	80,5	16,1	6,7
2 Megapixel (1600x1200)	201,2	100,6	20,1	8,4
3 Megapixel (2040x1530)	256,6	128,3	25,6	10,7

Einfluss der Bildaufnahmeraflösung auf die maximal mögliche Objektentfernung (in Metern).

*1) Bei der 2CIF-Auflösung muss zwischen vertikaler und horizontaler Auflösung unterschieden werden, da das Bild nur mit halber Zeilenzahl (Halbbild) abgetastet wird.

FORMAT	DETEKTIEREN 5% BILDSCHIRMANTEIL			WAHRNEHMEN 10% BILDSCHIRMANTEIL			ERKENNEN 50% BILDSCHIRMANTEIL			IDENTIFIZIEREN 120% BILDSCHIRMANTEIL		
	KÖRPER	KOPF	NARBE	KÖRPER	KOPF	NARBE	KÖRPER	KOPF	NARBE	KÖRPER	KOPF	NARBE
PAL	29	4	0	58	8	1	288	41	3	575	99	8
QCIF (176x144)	7	1	0	14	2	0	72	10	1	144	25	2
CIF (352x288)	14	2	0	29	4	0	144	20	2	288	49	4
2CIF (704x288)	14	2	0	29	4	0	144	20	2	288	49	4
4CIF (704x576)	29	4	0	58	8	1	288	41	3	576	99	8
1,3 Megapixel (1280x1024)	51	7	1	102	14	1	512	72	6	1024	176	15
2 Megapixel (1600x1200)	60	8	1	120	17	1	600	85	7	1200	206	17
3 Megapixel (2040x1530)	77	11	1	153	22	2	765	108	9	1530	262	22

Einfluss der Bildaufnahmeraflösung auf die Detailerkennbarkeit (Angaben in Pixeln).
Körper: Anzahl vertikaler Zeilen, mit der eine 1,7 Meter grosse Person abgebildet wird.
Kopf: Anzahl vertikaler Zeilen, mit der ein Kopf einer Person abgebildet werden würde.
Narbe: Anzahl vertikaler Zeilen für die Abbildung einer Narbe mit 2 Zentimetern Länge.

Auflösung wächst die Detailerkennbarkeit und damit auch die Wahrscheinlichkeit, dass die Anlage wichtige zusätzliche Einzelheiten zur Beurteilung einer Szene liefert. Die Auflösung wird grundsätzlich durch das schwächste Glied in der Kette

aller Anlagenkomponenten bestimmt. Die Bildqualität wird jedoch nicht nur durch die Anzahl an Bildpunkten, sondern auch durch die Auflösung des Bildpunktes (Grauwert, Farbtreue) definiert. Für analoge Kameras wird die örtliche

Auflösung durch den PAL/NTSC-Standard begrenzt.

Hochauflösende IP-Kameras heben die durch PAL festgelegten Auflösungsgrenzen auf. Die so genannten Megapixelkameras bieten somit bei konsequenter Integration deutlich höhere Bildauflösungen. Für die Entscheidung für diese Technik ist jedoch im Vorfeld zu klären, ob der Einsatz von Megapixelkameras das Ziel verfolgt, die Anzahl an Kameras zu reduzieren, was dann im Endergebnis möglicherweise einer vergleichbaren oder gar geringeren Bildauflösung gleichkommt. Nur bei gleichbleibender Kameraanzahl würde die Verwendung tatsächlich zu einem Auflösungsgewinn und somit zu einer höheren Detailerkennbarkeit führen.

Abhängig von Analog, Hybrid oder Digital wird die Bildqualität wie folgt beeinflusst (allgemeingültige Definitionen für die Bildqualität):

Wahrnehmen: Erlaubt einem Beobachter, den Ort, die Richtung und die Geschwindigkeit zu sehen, mit der sich eine Person bewegt, sofern der Bereich, in dem die Person erwartet werden kann, zuvor bekannt ist.

Detektieren: Versetzt einen Beobachter in die Lage, eine einzelne Person mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit an einer beliebigen Stelle der Überwachungsszene zu finden. Ein Videobewegungsmelder könnte unter diesen Bedingungen als Alarmmelder verwendet werden.

Erkennen: Ein Beobachter würde unter Einhaltung dieser Qualitätsstufe eine ihm bekannte Person mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit wiedererkennen.

Identifizieren: Die Detailwiedergabe ist so gut, dass ein Beobachter eine ihm unbekannt Person aufgrund des Fernsehbildes mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit einwandfrei identifizieren kann. ■