

# Leitfaden der Videotechnik im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV)

Praxishandbuch mit Lieferantenübersicht für Verkehrsunternehmen, Planer, Errichter

Bearbeitet von  
Ulrich Matern

1. Auflage 2017. Buch. 228 S. Hardcover  
ISBN 978 3 7345 5087 4  
Format (B x L): 21 x 29,7 cm  
Gewicht: 940 g

[Weitere Fachgebiete > Technik > Elektronik > Überwachungstechnik](#)

Zu [Inhaltsverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

The logo for beck-shop.de features the text 'beck-shop.de' in a bold, red, sans-serif font. Above the 'i' in 'shop' are three red dots of increasing size. Below the main text, the words 'DIE FACHBUCHHANDLUNG' are written in a smaller, red, all-caps, sans-serif font.

**beck-shop.de**  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](http://beck-shop.de) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Ulrich Matern

## Leitfaden der Videotechnik

---

im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV)

Praxishandbuch mit Lieferantenübersicht  
für Verkehrsunternehmen, Planer, Errichter

# Impressum

©2017 Dipl. Ing. (FH) Ulrich Matern

Autor: Ulrich Matern

Lektorat: Verena Boy

Verlag: tredition GmbH, Hamburg

ISBN Hardcover: 978-3-7345-5087-4

Printed in Germany

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages und des Autors unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

# Vorwort/Handhabung des Videoleitfadens ÖPNV

Der Videoleitfaden ÖPNV ist durch eine Initiative des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) und die tatkräftige Unterstützung von, überwiegend in Metropolregionen ansässigen, Verkehrsunternehmen in Deutschland entstanden. Im Rahmen diverser Fachgruppengespräche des VDV wurde die Notwendigkeit erkannt, einen den Ansprüchen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) gerecht werdenden Leitfaden für die Videotechnik in Ergänzung zu den VDV-Mitteilungen (VDV7015, VDV4012, VDV9044) und allgemein gültigen Normen zur Videotechnik, wie der DIN EN 50132 und DIN EN 62676, zu erarbeiten.

Die VDV Mitteilung *VDV7015 Einsatz der Videotechnik im ÖPNV* von 2010 fokussiert sich inhaltlich auf die Darstellung der generellen Anforderungen ÖPNV-spezifischer Anwendungsgebiete und organisatorischen Herausforderungen der Videotechnik innerhalb des ÖPNV.

Die VDV Mitteilung *VDV4012 Einsatz von Videobildanalyse im ÖPNV-Umfeld* von 2009 beschreibt die Grundlagen der Videobildanalyse und gibt einen Ausblick auf mögliche Anwendungsfelder im ÖPNV.

Die VDV Mitteilung *VDV9044 Rechtsfragen des Videoeinsatzes* von 2009 beschreibt umfassend die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Videoüberwachung mit starker Reflexion auf das Umfeld des ÖPNV.

Die europäischen Normen *DIN EN50132 und DIN EN62676* enthalten allgemeingültige Vorgaben für die Errichtung und Klassifizierung von Videoüberwachungsanlagen.

In Ergänzung zu vorgenannten VDV-Mitteilungen und Normen gibt dieser Videoleitfaden ÖPNV einen Einblick in die technischen Grundlagen der modernen Videoüberwachungstechnik, geht tiefer auf die Anforderungen der Videotechnik und seiner Komponenten ein, zeigt ÖPNV-spezifische Anwendungsgebiete und deren Herausforderungen auf und gibt darüber hinaus zahlreiche Hilfestellungen und Tipps zur Ausschreibung und Umsetzung eines Videoprojektes. Aufgrund des immer schneller fortschreitenden Wandels in der Digitaltechnik und einer technologisch seit längerem ausgereiften Analogtechnik, befasst sich der Leitfaden insbesondere mit den neuen digitalen Technologien.

Der Videoleitfaden ÖPNV ist als lebendes Werk konzipiert und wird turnusmäßig erweitert und den Technologietrends angepasst. Inhaltlich wird der Leitfaden durch Experteninputs von Verkehrsunternehmen, Herstellern, Errichtern und Planungsbüros mit starkem Bezug zum ÖPNV getragen. Auf, für die Anwendung im ÖPNV, relevanten Gesetze und Normen wird an geeigneter Stelle verwiesen. Der Videoleitfaden wird somit zur Wissensdatenbank rund um das komplexe Anwendungsgebiet der Videotechnik im ÖPNV. Dabei steht nicht nur die Technik selbst im Vordergrund, sondern auch alle sonstigen für eine erfolgreiche Projektumsetzung erforderlichen Anforderungen.

Der Leitfaden ist inhaltlich für einen breiten Interessentenkreis konzipiert, um einen gemeinsamen Denkansatz für Projektierung und Umsetzung von Videoüberwachungsanlagen im ÖPNV zu schaffen. Sowohl dem Einsteiger in die Videotechnik als auch dem Fachmann werden wichtige Informationen nach dem aktuellen Stand der Technik vermittelt.

# Inhaltsverzeichnis

1.	Grundlagen Videotechnik im ÖPNV .....	1
1.1	Wandel von der Analog- zur Digitaltechnik .....	4
1.2	Komponenten eines digitalen Videosystems.....	5
1.3	Normen, Gesetze und Standards der Videotechnik .....	12
1.3.1	DIN EN 50132-7 CCTV-Überwachungsanlagen für Sicherungsanwendungen .....	12
1.3.2	DIN EN 62676-4 Videoüberwachungsanlagen für Sicherungsanwendungen .....	13
1.3.3	Digitale Video Schnittstellenstandards.....	19
1.3.4	Datenschutz bei ÖPNV-Videoprojekten.....	21
1.4	Wichtige Bild- und Kameraparameter .....	23
1.4.1	Objektiv .....	24
1.4.2	Objektauflösung .....	26
1.4.3	Sensorauflösung .....	29
1.4.4	Brennweite .....	30
1.4.5	Blickwinkel .....	32
1.4.6	Lichtempfindlichkeit .....	34
1.4.7	Bildwiederholrate .....	36
1.4.8	Komprimierungsverfahren.....	38
1.4.9	Bandbreite .....	41
1.4.10	Latenzzeiten.....	42
1.5	Kameramodelle und deren Einsatzgebiete.....	45
1.5.1	Fix-Kameras.....	46
1.5.2	Fix-Dome-Kameras.....	47
1.5.3	Schwenkbare Kameras.....	48
1.5.4	360°-Kameras .....	50
1.5.5	Multisensor-Kameras.....	52
1.5.6	Wärmebild-Kameras .....	53
1.5.7	Tag-Nacht-Kameras.....	54
1.5.8	Mobile Kameras.....	55
1.5.9	Mini-Kameras.....	56
1.6	Netzwerkplanung .....	58
1.6.1	Datenübertragungsstandard .....	59
1.6.2	Datenübertragungsrate .....	61
1.6.3	Datenübertragungsprotokoll .....	62

1.6.4	Speicherplatzermittlung .....	63
1.6.5	Verkabelung von Netzwerkkameras .....	64
1.6.6	Stromversorgung mit PoE (Power over Ethernet) .....	66
1.7	Video-Managementsysteme im ÖPNV .....	67
1.7.1	Bausteine eines Video-Managementsystems.....	68
1.7.2	Funktionsumfang eines Video-Managementsystems .....	71
1.7.3	Schnittstellen zu anderen Systemen.....	76
1.7.4	Kriterien zur Produkt- und Lieferantenauswahl.....	77
1.8	Videobildanalyse im ÖPNV .....	80
1.8.1	Grundlagen der Videobildanalyse .....	82
1.8.2	Fehlalarmrate / Sensitivität - Spezifität .....	83
1.8.3	Qualitätsmerkmale bildanalytischer Algorithmen .....	85
1.8.4	Detektionsarten.....	87
1.8.5	Empfehlungen für eine erfolgreiche Videobildanalyse .....	89
1.8.6	Auswahlkriterien Analysesoftware.....	91
1.8.7	ÖPNV Anwendungsbeispiele der Videobildanalyse .....	93
1.8.8	Forschungsbereiche der Videobildanalyse.....	99
2.	Praxiswissen Video im ÖPNV / Interviewrunde.....	104
2.1	Interviewrunde/Fragen zur Sicherheitsorganisation.....	104
2.2	Interviewrunde/Fragen zur Videotechnik allgemein.....	105
2.3	Interviewrunde/Fragen zum stationären Einsatz der Videotechnik.....	106
2.4	Interviewrunde/Fragen zum mobilen Einsatz der Videotechnik.....	108
2.6	Interviewrunde/Fragen zum Einsatz von Videobildanalyse .....	109
3.	Stationäre Videoüberwachung im ÖPNV .....	111
3.1	Stationäre Hauptanwendungsgebiete.....	112
3.1.1	Bahnsteigkanten/Zugflanken Überwachung .....	113
3.1.2	Zugfahrerselbstabfertigung .....	115
3.1.3	Bahnsteigebenen und Zwischengeschoß/Hallen Überwachung .....	117
3.1.4	Tunnelbereiche .....	119
3.1.5	Gleisbettüberwachung .....	120
3.1.6	Betriebshöfe und Abstellanlagen .....	121
3.1.7	Aufzugsüberwachung .....	124
4.	Mobile Videoanwendungen im ÖPNV.....	125
4.1	Typische mobile Anwendungsgebiete .....	126
4.1.1	Fahrgastraumüberwachung.....	128

4.1.2	Türraumüberwachung .....	129
4.1.3	Überfallschutz .....	130
4.1.4	Elektronische Rückspiegelsysteme .....	130
4.1.5	Fahrwegkontrolle .....	131
4.1.6	Cockpitüberwachung .....	132
4.1.7	Panographen-Überwachung .....	133
4.1.8	Automatische Fahrgastzählsysteme (AFZS) .....	134
5.	Empfehlungen für Vergaben und Ausschreibungen .....	136
5.1	Das Vergaberecht für öffentliche Aufträge .....	136
5.2	Beispiele für eine praxisgerechte Ausschreibung .....	138
5.3	Die Ortsbesichtigung .....	141
5.4	Die funktionale Ausschreibung .....	141
5.5	Die Teststellung .....	144
5.6	Herausforderungen bei stationären Videoprojekten .....	144
5.6.1	Bildqualität .....	144
5.6.2	Systemverfügbarkeit .....	146
5.6.3	Service- und Wartungskonzept .....	149
5.6.4	Dokumentation .....	152
5.7	Herausforderungen bei mobilen Videoprojekten .....	154
5.7.1	Standardisierung .....	154
5.7.2	Umweltanforderungen .....	155
5.7.3	Speichermedien .....	156
5.7.4	Servicefreundlichkeit .....	156
5.7.5	Drahtlose Datenübertragung .....	157
6.	Empfehlungen für die Projektumsetzung .....	158
6.1	Herausforderungen des ÖPNV .....	158
6.2	Projektplanung .....	161
6.3	Ortsbegehung .....	167
6.4	Projektkostenplanung .....	168
7.	Lieferantenübersicht .....	173
8.	Lieferanten stellen sich vor .....	182
	Schlussbemerkung .....	207
	Abkürzungsverzeichnis .....	208
	Abbildungsverzeichnis .....	210
	Quellenangaben .....	213

Normenübersicht .....	214
Danksagung .....	216
Zum Autor.....	217





# 1. Grundlagen Videotechnik im ÖPNV

Die Videotechnik hat bereits früh im ÖPNV Einzug gehalten und ist heute bei kaum einem Verkehrsunternehmen mehr wegzudenken. Der Einsatz der Videotechnik lässt sich dabei in zwei Schutzzielklassen unterscheiden, die bereits in der VDV7015 für den ÖPNV näher klassifiziert wurden.

## **Safety**

*Unter „Safety“ ist die Gewährleistung der technischen Sicherheit der Fahrzeuge, der Anlagen, der Einrichtungen und des Fahrbetriebs zu verstehen. Maßnahmen im Bereich „Safety“ können fahrlässig oder zufällig herbeigeführte, z. B. aufgrund von Unfällen entstandene Schäden vermeiden oder verringern.*

## **Security**

*„Security“ bezeichnet den Schutz eines Systems oder Individuums vor absichtlicher Schädigung durch Regelverletzungen, Ordnungswidrigkeiten und Straftaten. Maßnahmen im Bereich „Security“ können gewollt herbeigeführte Schäden vermeiden, also Schutz vor Übergriffen, Vandalismus oder terroristischen Angriffen bieten.*

Der ÖPNV ist ein großer Nutzer der Videotechnik in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen. Für viele Verkehrsunternehmen stellt die Videotechnik im Bereich der Safety Anwendungen eine betriebsrelevante Technologie dar. Bei Ausfall der Videotechnik kann der Fahrgastbetrieb nur unter erhöhtem Personaleinsatz und meist auch nur zeitlich begrenzt oder örtlich eingeschränkt aufrechterhalten werden. Als Beispiel sei hier nur der Ausfall der zur Abfertigung erforderlichen Bahnsteigkantenkameras genannt.



Abb.1: Hauptanwendungsgebiete der Videotechnik im ÖPNV (Safety relevante Kamerainstallationen eignen sich dabei u.U. zur parallelen Abdeckung von Security-Anforderungen)

Vielfach werden Kameras derart installiert, dass sie einer Mehrfachnutzung gerecht werden. Beispiel sind sog. Bahnsteigkameras, die gleichzeitig oftmals auch das Geschehen vor einer Notrufsäule mit erfassen und somit gleichermaßen Safety und Security Anforderungen gerecht werden. Wo möglich, wird nicht selten aus Kostengründen ein Kompromiss für die optimale Kameraposition und deren Blickwinkel gewählt. Im Falle einer evtl. nachträglich angedachten automatischen Bilddetektion ist die Einhaltung gewisser Planungsvorgaben für eine standardisierte Bilderfassung maßgeblich für die Detektionsqualität. Die genaue Festlegung des Schutzziels je Kameraposition ist also wesentlich und sollte frühzeitig und mit Weitblick erfolgen. Eine im Kompromissbereich zwischen Safety und Security installierte Kamera ist für automatische Detektion meist nur bedingt geeignet.

Ein zeitgemäßes digitales Videosystem besteht aus einer Vielzahl von Modulen und Komponenten, die in ihrer Gesamtkette für die Qualität des Bildes verantwortlich sind. Nicht jede Komponente überträgt die Information verlustfrei, was in der gesamten Übertragungskette zu deutlich sichtbaren Bildqualitätseinbußen führen kann. Nachfolgende Abbildung zeigt die wesentlich zu spezifizierenden Parameter je Komponente. Projektspezifisch geht der Anforderungskatalog u.U. deutlich darüber hinaus.

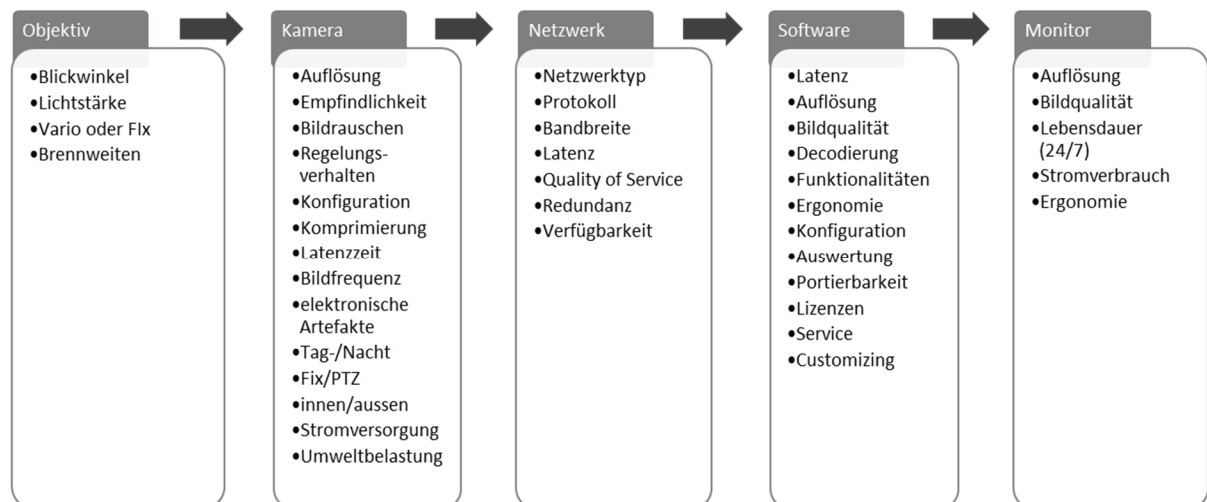


Abb.2: Module einer Videobildübertragungskette

Welche Aufgaben und Funktionen nun die Videotechnik zu erfüllen hat, hängt von dem unternehmensspezifischen Schutzzielen ab. Hier tendieren die Lösungsansätze einzelner ÖPNV Betriebe teils weit auseinander. Nicht selten bestimmen interne Organisationsstrukturen und der Datenschutz den Lösungsansatz. Videotechnik ist jedoch fast immer ein integraler Bestandteil des jeweiligen Leitstellenkonzeptes und dem Benutzerkonzept ist große Aufmerksamkeit zu schenken.

Die Installation von Videokameras ist nicht zuletzt wegen der steigenden Terrorgefahr weiter stark zunehmend. Der Wunsch nach längerer Speicherdauer für Videoaufnahmen zur Ereignisverfolgung ist ungebrochen. Viele Verkehrsunternehmen verfügen heutzutage über hunderte bis einige tausend Kameras. Das wirft die Fragen auf: Wie effektiv kann die installierte Technik für die Prävention und Nachverfolgung tatsächlich genutzt werden? Wie ist die Videotechnik in den Prozessablauf integriert? Insbesondere die zunehmenden Anfragen von der Polizei nach gespeicherten Videodaten stellt viele Verkehrsunternehmen vor große logistische und personelle Herausforderungen bei der Videoauswertung.

Videotechnik im ÖPNV geht also weit über den rein technischen Aspekt einer Kamera hinaus und muss als ganzheitliche Aufgabe verstanden werden. Auch ist es erforderlich, die einmal getroffenen Planungen permanent zu überprüfen und dem Stand der Technik anzupassen. Durch die starke Anlehnung neuer Technologien an den Consumer Markt (z.B. hochauflösende Fernsehnormen) gibt es rasante Entwicklungen, die nicht immer im Einklang mit den eher langfristigen Investitionsplanungen des ÖPNV korrelieren. Trends wie die Videobildanalyse sind nicht aufzuhalten und werden auch beim ÖPNV mehr und mehr Einzug halten, um die Effizienz der installierten Infrastruktur deutlich zu erhöhen.

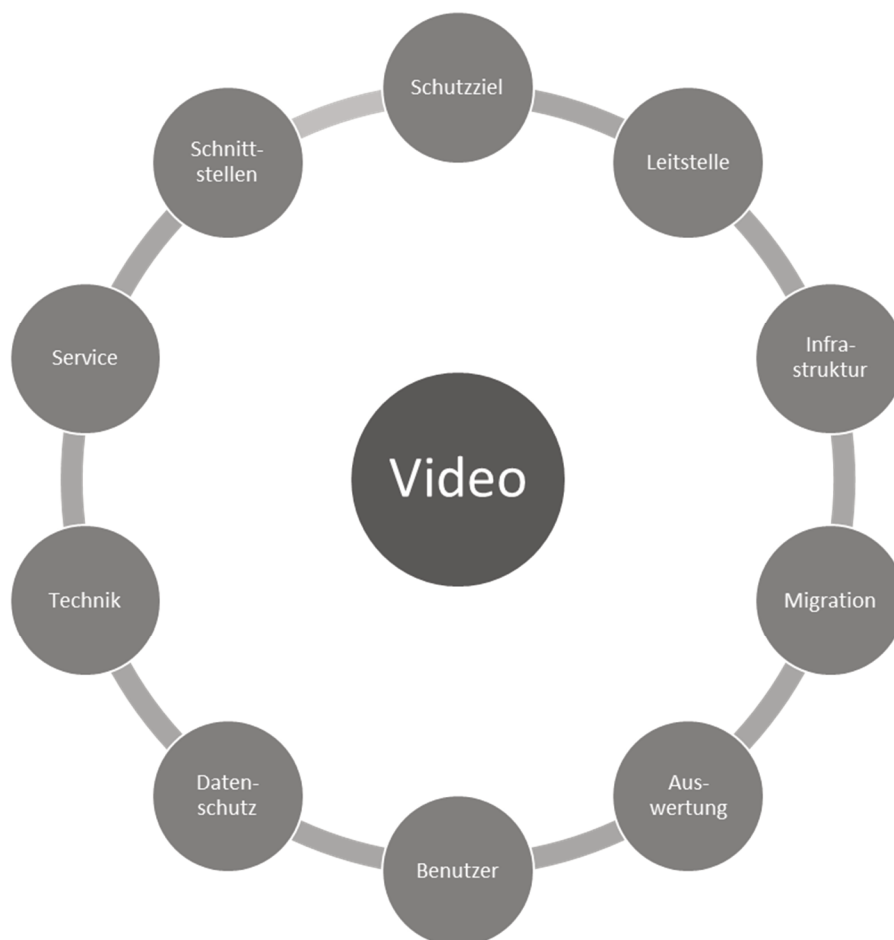


Abb.3: Komplexität Video im ÖPNV

Videotechnik im ÖPNV gehört sowohl in mobilen als auch stationären Anwendungen zum Stand der Technik. Die Verarbeitung der Flut an Videomaterial stellt zunehmend die wahre Herausforderung dar und verlangt intelligente Lösungen zur Datenverarbeitung. Die Lösung liegt dafür nicht immer im rein technischen Bereich, sondern betrifft immer öfter auch die Integration in die unternehmensspezifische Prozessorganisation.

## 1.1 Wandel von der Analog- zur Digitaltechnik

Zunächst wollen wir einen Einblick in die wesentlichen Unterschiede zwischen der klassischen Analogtechnik und der digitalen Videotechnik geben. Dies ist umso wichtiger, als dass insbesondere im Umfeld des ÖPNV noch weit verbreitet analoge Videokameras im Einsatz sind und erst im Laufe von Erneuerungsprogrammen oder Erweiterungen ein Wechsel hin zur digitalen Technik vollzogen wird.

Der eine oder andere wird sich auch die Frage stellen, ob denn ein Umstieg von analog auf digital überhaupt notwendig ist. Aus reiner Anwendungssicht ist diese Frage durchaus berechtigt. Ein wichtiges Argument für einen Umstieg ist, dass es immer weniger Anbieter analoger Technik auf dem Markt gibt und Produktinnovationen fast ausschließlich im digitalen Umfeld zu erwarten sind. Insbesondere im Bereich von Echtzeitanwendungen hat die Analogtechnik jedoch immer noch Vorteile gegenüber der Digitaltechnik, weswegen beim ÖPNV insbesondere im Bereich der Safety relevanten Anwendungen noch vielfach Analogtechnik zum Einsatz kommt. Dies gilt insbesondere für Anwendungen mit hohen funktionalen Sicherheitsanforderungen gemäß der Sicherheitsnorm DIN EN 51508, die sog. Sicherheits-Integritätslevel (SIL) definiert.

Ein kurzer Vergleich wichtiger Entscheidungskriterien beider Technologien zeigt, dass auch für die ÖPNV-Anwendungen die Vorteile der Digitaltechnik zunehmend überwiegen und bei Neuinvestitionen die Digitaltechnik auch beim ÖPNV bevorzugt wird.

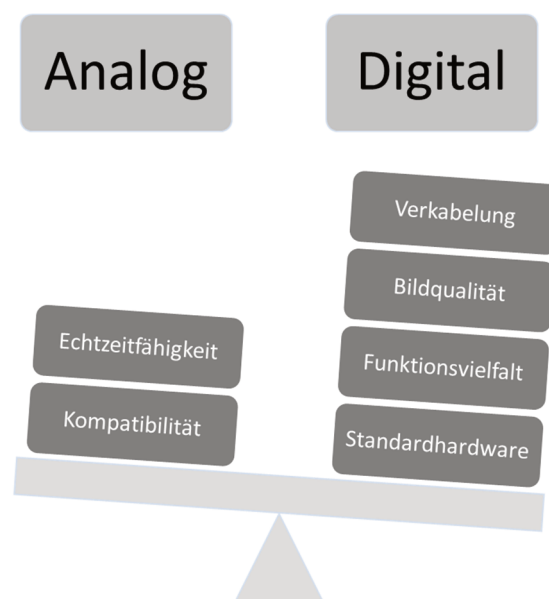


Abb.4: Vorteile von Analog- und Digitaltechnik

Für den ÖPNV stellt der Technologiewandel jedoch sowohl technisch als auch finanziell eine große Herausforderung dar. Eine Umstellung von analog auf digital tangiert alle Infrastrukturbereiche vom Bahnhof bis zur Leitstelle, von der Verkabelung bis zum Betrachtungsmonitor. Die Folge sind langfristige Migrationsprojekte, bei denen beide Technologien bestmöglich verknüpft werden. An Planer und Errichter werden deshalb hohe Anforderungen gestellt, da die entsprechenden Kompetenzen für die Migration von Analog- und Digitaltechnik vorhanden sein müssen.

## 1.2 Komponenten eines digitalen Videosystems

Als digitales Videosystem bezeichnet man ein System, bei dem die wesentliche Datenverarbeitung rein digital erfolgt. Im ÖPNV trifft man vielfach noch Mischformen an, bei denen teils noch analoge Komponenten durch Konverter für einen digitalen Standard nutzbar gemacht werden. So lassen sich analoge Kameras durch die Verwendung von sog. Video-Encodern in ein rein digitales Netzwerk einbinden und verhalten sich wie eine entsprechende Netzwerkkamera.

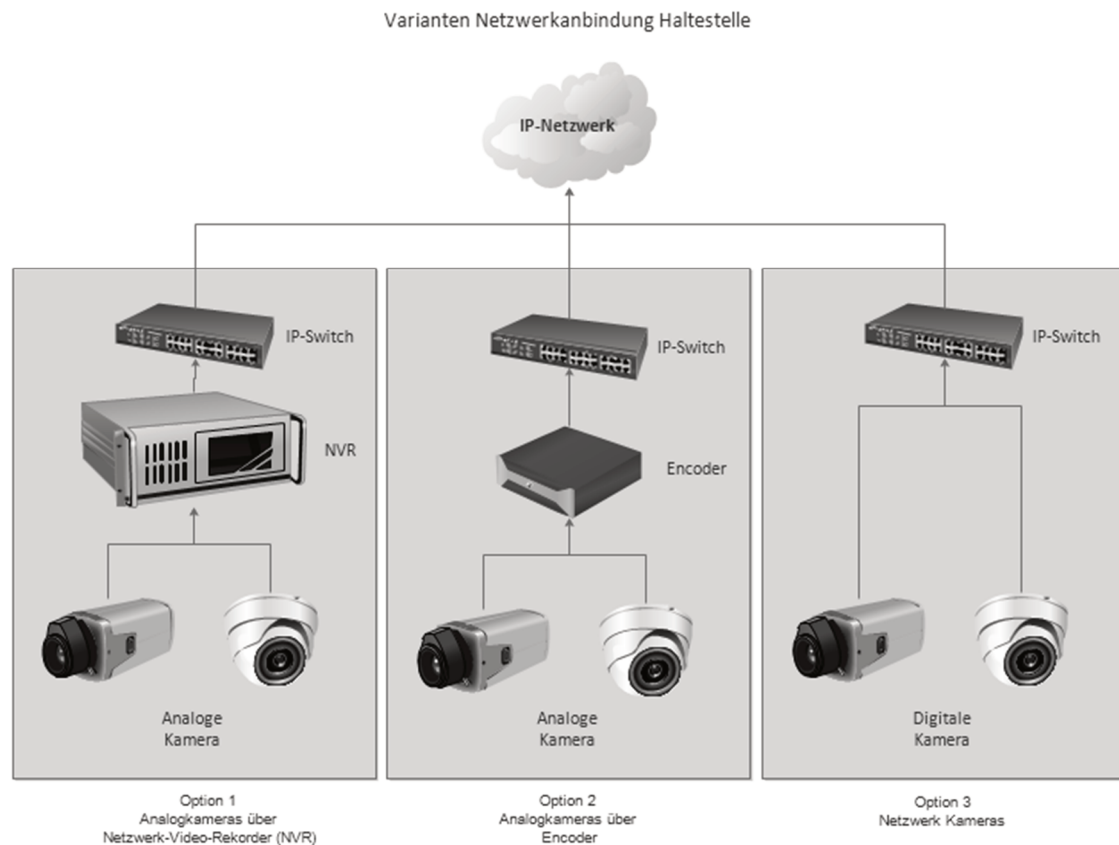


Abb.5: Dezentrale Netzwerkanbindung Video

Glaubt man den gängigen Aussagen, so ist die digitale Technik in allen Bereichen der Analogtechnik weit überlegen. Was auf den ersten Blick richtig erscheint, trifft in der Praxis jedoch leider nicht immer zu. Es gibt eine Vielzahl von Planungsfallen in der digitalen Technik, die unbedingt bei einem neuen Projekt auf die eigenen Anforderungen hin zu hinterfragen sind.

### Die Kamera

Die Kamera ist die elementarste Komponente eines Videobeobachtungssystems. Was sie nicht an Qualität erfasst, wird auch später trotz digitaler Bildverarbeitung an Information nicht vorhanden sein. Dabei bezieht sich die Qualität nicht nur auf die nominale Auflösung des Sensors. Die Qualität des Objektivs wie auch die digitale Signalverarbeitung in der Kamera sind ebenso wichtige Qualitätsmerkmale einer guten Kamera. Digitalkameras ermöglichen ein Vielfaches an Auflösung des analogen

PAL-Standards. Da die Sensorformate trotz steigender Auflösungen jedoch meist identisch bleiben, ist damit eine Verkleinerung der effektiven Pixelfläche verbunden.

Eine kleine Pixelfläche bringt jedoch zwei wesentliche Nachteile mit sich. Zum einen werden wesentlich höhere Anforderungen an die Abbildungsqualität des Objektivs gestellt und zum anderen nimmt die Lichtempfindlichkeit mit der Pixelfläche linear ab. Dadurch können u.U. zusätzliche Beleuchtungssysteme erforderlich werden. Diesen Trend haben auch die Kamerahersteller erkannt, weshalb insbesondere für lichtstarke Kameras und ultrahochauflösende Sensoren (> 4K) wieder größere Sensorformate eingesetzt werden.

Auflösung	HD720	HD1024 (1,3MP)	Full HD	4K (Ultra HD)
Sensorformat	1/4" bis 1/3"	1/3" bis 1/2,8"	1/3,2" bis 1/2"	1/2,5" bis 1"
Pixelanzahl	1280x720	1280x1024	1920x1080	4096x2160
Pixelfläche	ca. 9µm <sup>2</sup> bei 1/4"	ca. 9µm <sup>2</sup> bei 1/3"	ca 6µm <sup>2</sup> bei 1/3"	ca. 2,5µm <sup>2</sup> bei 1/2,5"

Abb.6: Gängige Sensorformate und Pixelgrößen

Will man die Vorteile der höheren Auflösung einer Kamera also nutzbar machen, so muss außerdem auch darauf geachtet werden, dass alle anderen Komponenten vom Objektiv bis zum Betrachtungsmonitor die höhere Auflösung verarbeiten können.

Durch den Einsatz von PoE-fähigen (Power over Ethernet) Komponenten erfolgt die Spannungsversorgung der meisten Netzwerkkameras direkt über das Netzwerk. Die Kabellänge zwischen einer Netzwerkkamera und einem IP-Switch darf maximal 100m betragen. Bei größeren Distanzen, die auf Bahnsteigen durchaus notwendig werden können, sind darüber hinaus sog. Extender oder weitere IP-Switches erforderlich, die die Kosten für einen einzelnen Kamerastandort deutlich erhöhen können (siehe auch Kapitel 1.6.5 und 1.6.6).

#### *Hinweis!*

*Die Auflösung sollte immer an die maximalen Anforderungen des Schutzzieles angelehnt sein und nicht überdimensioniert werden. Auch wenn hochauflösende Bilder faszinieren, so sind diese oft auch Diskussionsgrund bei der datenschutzrechtlichen Genehmigung. Mit einer situationsgerechten Auflösung minimiert man nicht nur die Investitionskosten für die Kamera, sondern auch die der nachgeschalteten Komponenten, wie beispielsweise das Netzwerk selbst.*

## **Der Netzwerk-Video-Rekorder (NVR)**

Der Netzwerk-Video-Rekorder dient in erster Linie zur dezentralen Speicherung der Videos in der Feldebene. Bei vielen Herstellern hat sich dafür auch der Begriff Videoserver (VS) etabliert. Meist besteht er im professionellen Bereich aus einem Industrie-PC, ausgestattet mit integrierten Videoencodern zum Direktanschluss von Analogkameras und entsprechenden Speichermedien für eine Aufzeichnung von einigen Tagen. Je nach Systemarchitektur des Video-Management-Systems übernimmt

er auch eine dezentrale Kameraverwaltung und sorgt für ein geordnetes Videostreaming ins Netzwerk. Zusätzliche serielle und parallele Schnittstellen erlauben auch die Anbindung von Alarmkontakgebern und die Steuerung von Subsystemen, wie z.B. das Schalten von ELA-Kreisen. Der Markt bietet hier eine Vielzahl an Produkten, basierend auf proprietären und standardisierten Hardwareplattformen. Da allerdings alle NVR softwareunterstützt arbeiten, fällt mit seiner Produktauswahl bereits auch meist eine Auswahl über das Video-Management-System. Eine Ausnahme bilden dabei reine NAS-Systeme (Network Attached Storage), die als unabhängiger und standardisierter Netzwerkspeicher angesehen werden können.

Die hohe Anzahl an Kameras und die weitläufige Netzwerkstruktur erfordert beim ÖPNV für gewöhnlich den Einsatz mehrerer Netzwerk-Video-Rekorder, die je nach Netzwerkkonzept sowohl dezentral auf jeder Station als auch zentralisiert angeordnet werden können.

#### *Hinweis!*

*Der NVR sollte ausreichend performant sein, um auch bei maximaler Belastung durch aufgeschaltete Kameras keinen Flaschenhals bzgl. Auflösung und Bildrate darzustellen. Die Datenblätter enthalten hier oft nur Durchschnittswerte für die maximal unterstützte Anzahl von Kameras je NVR, die unter Praxisbedingungen nicht immer erreicht werden. Grund dafür sind die variablen Bandbreiten für einen Videostrom bei ÖPNV-Anwendungen, die als eher hoch eingestuft werden müssen (dunkle Szenen und viel Bewegung im Bild). Für zukünftige Erweiterungen des Videonetzwerkes sollte der NVR zudem kaskadierbar sein und eine Erweiterung des Videospeichers erlauben.*

NVR sind quasi Hochleistungsrechner, die eine enorme Datenmenge in Echtzeit verarbeiten müssen. Die dafür erforderliche Leistungsaufnahme ist u.U. sehr hoch, was zu entsprechend hohen Betriebskosten durch Stromverbrauch führen kann.

Ein Großteil der Leistung wird davon in Wärmeenergie umgewandelt, weshalb auf entsprechende Klimatisierung oder Raumdimensionierung zu achten ist. Da dies in Technikräumen auf Stationen oder auch in Fahrzeugen nicht immer möglich ist, ist bei der Komponentenwahl auf angemessene Temperaturstabilität zu achten. Hohe Betriebstemperaturen beeinflussen die Hardwarelebensdauer entscheidend negativ.

### **Der Encoder**

Der sog. Encoder ist eine externe Komponente, die wahlweise zum Einsatz kommt falls noch analoge Bestandskameras mit in das digitale Netzwerk mit eingebunden werden sollten, um das Ausgangssignal (PAL) einer Analogkamera zu digitalisieren. Meist werden Sie im ÖPNV an abgesetzter Stelle im Technikraum einer Station eingesetzt. Die analoge Kabelinfrastruktur lässt sich in diesem Fall bis zum Encoder weiterverwenden.



**Hinweis!**

*Die Preise für Encoder sind drastisch gesunken, weswegen hier sinnvollerweise auf hochwertige Produkte und Kompatibilität zu den anderen Systemkomponenten (z.B. Kamera) Wert gelegt werden sollte. Meist sind die erforderlichen Montage- und Konfigurationskosten höher anzusetzen als der reine Materialpreis.*

**Der IP-Switch**

Der IP-Switch ist eine reine Netzwerkkomponente, die den Anschluss mehrerer Verbraucher und Komponenten erlaubt. Ein IP-Switch unterliegt einem hohen Maß an Standardisierung und somit kann man getrost auf einen bevorzugten Hersteller ausweichen ohne Auswirkungen auf das Videonetzwerk befürchten zu müssen. Vorausgesetzt, der Switch erfüllt die grundlegenden Spezifikationen, die sich durch das Netzwerkdesign ergeben. Sollte die Stromversorgung der Kamera ebenfalls über das Netzwerk realisiert werden, muss ein PoE-fähiger Switch eingesetzt werden oder die Spannungseinspeisung erfolgt alternativ über sog. Midspan-Devices (z.B. PoE-Injector).

**Hinweis!**

*Die Leistungsdaten eines IP-Switch müssen unbedingt in die Videonetzwerkplanung mit einbezogen werden. Auch wenn die Hardware heute weitestgehend standardisiert ist, so sind Art und Möglichkeiten seiner Konfiguration für die Performance eines Videonetzwerkes entscheidend.*

**Das IP-Netzwerk**

Das IP-Netzwerk dient zur Verteilung der Videobilder an jeden beliebigen Ort im Netzwerk. Was in der heutigen Zeit so selbstverständlich klingt, ist u.a. einer der größten Vorteile der digitalen Technik. Während bei analogen Systemen extra Kabelstrecken für jede Kamera und jeden Beobachtungsplatz erforderlich waren, kann in einem digitalen System jede Einzelkomponente, ob Beobachtungsplatz oder Kamera, beliebig im Netzwerkverbund positioniert und virtuell verbunden werden. Diese flexible Nutzung des Netzwerkes für mehrere Videobilder und meist weitere Dienste erfordert allerdings eine ausreichende Dimensionierung der Netzwerkkapazität (Bandbreite). Hochwertige IP-Netzwerke erlauben die Priorisierung unterschiedlicher Daten im Netz (Quality of Service, QoS).

**Hinweis!**

*Netzwerktopologie und -kapazität bestimmen die Anzahl und Qualität der möglichen Videokameras und Videoaufschaltungen. Die IT-Fachabteilung muss deshalb in jedem Fall bei einer Planung frühzeitig mit einbezogen werden.*

*Eine Überprüfung der maximalen Kabellängen je geplanten Kamerastandort ist frühzeitig angeraten. Nicht selten sind die vorhandenen Kabelwege deutlich länger als die zulässigen 100m für eine CAT Verkabelung, da die bisherige analoge Infrastruktur bis zu 300m erlaubte. Neue Kabelwege in Kombination mit neuen Kabeltrassen können erforderlich werden.*

*Bei dem Einsatz von PoE-fähigen Komponenten ist darauf zu achten, dass die erforderliche Leistungsaufnahme auch in der Summe durch den eingesetzten Switch abgedeckt werden kann.*

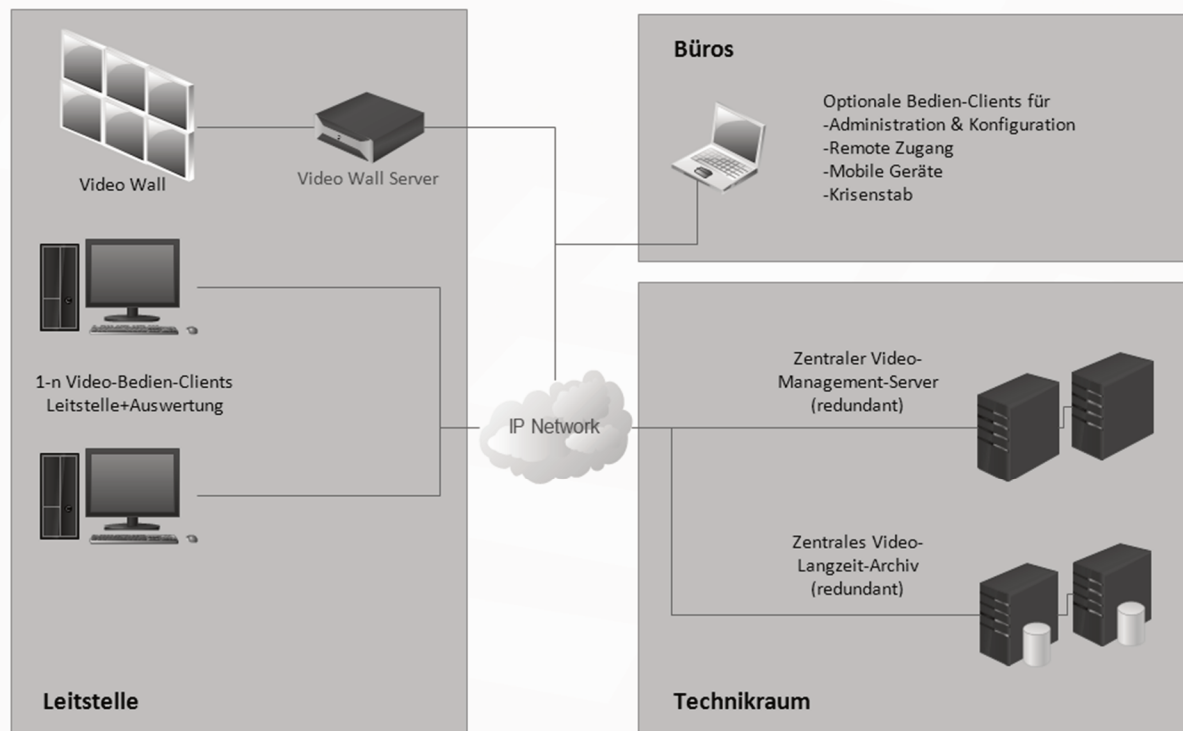
**Zentrale Komponenten Videonetzwerk**

Abb.7: Zentrale Komponenten eines Videonetzes (beispielhaft)

## Der Bedien-Client

In der analogen Videobeobachtung bestand der Bedienplatz meist noch aus einer Anzahl analoger Monitore und einem Tastaturbedienfeld zum Steuern der Videokreuzschiene. Ein moderner Videobedienplatz kann als eigenständiges Bediensystem oder integraler Teil eines Leitstellensystems mit einer Vielzahl an Zusatzfunktionen ausgestattet sein. Die Performance der Videowiedergabe wird sowohl durch die Client-Hardware als auch die Client-Software bestimmt.

### *Hinweis!*

*Da die Hardware meist direkt am Bedienplatz untergebracht wird, um teure Extender zur Signalverstärkung zu vermeiden, sollte auf eine geringe Geräuscentwicklung im Betrieb geachtet werden. Evtl. ist der Einsatz von Lüfterlosen Client-Rechnern vorzusehen.*

*Will man Artefakte oder ruckelnde Videobilder vermeiden, muss die Performance der Hardware auf die maximale Anzahl zu beobachtender Videobilder und Anzahl anschließbarer Monitore ausgelegt werden.*

## Der zentrale Video-Management-Server (VMS)

Der zentrale Video-Management-Server ist das Herzstück eines digitalen Systems. Ähnlich einer analogen Video-Kreuzschiene ist er für die Verwaltung und Schaltung der einzelnen Videostreams verantwortlich. Meist beinhaltet er auch die zentrale Benutzer- und Rechteverwaltung und interagiert mit den Bedienclients. Fällt das VMS aus, sind meist keine Videos mehr verfügbar bzw. ist zumindest deren Steuerung unterbunden, weshalb auch viel Wert auf Redundanz gelegt wird. Das zentrale VMS lässt sich für gewöhnlich sehr gut virtualisieren, da keine physikalischen Schnittstellen zu berücksichtigen sind und die Last des Videostreamings i.d.R. durch den NVR/VS übernommen wird und nicht durch das VMS zu bewältigen ist.

### *Hinweis!*

*Bei der Auswahl eines Video-Management-Systems sollte unbedingt darauf geachtet werden, welche grundsätzlichen Netzwerkdesigns möglich sind. Nicht jedes System ist beispielsweise virtualisierbar oder das Redundanzkonzept erlaubt keine Hardware Aufteilung auf unterschiedliche und weit entlegene Liegenschaften. Achten Sie darauf, welche Umschaltzeiten im Fall eines Server Ausfalls minimal möglich sind. Formulieren Sie die Anforderungen im Vorfeld und prüfen Sie welche Produkte ausreichend Spielraum eröffnen. Achten Sie auf die Lizenzmodelle, da für die Redundanz zusätzliche Lizenzgebühren anfallen können.*

## Der zentrale Video-Langzeit-Archivspeicher

Ein wesentlicher Nutzen in einem Videonetzwerk ist die Speichermöglichkeit aller Videos im Videonetzwerk. Grundsätzlich kann der Videospeicher als eigene Netzwerk-Komponente (NAS oder SAN) oder als integraler Bestandteil eines NVR konzipiert werden. Die Speicherung erfolgt gemäß den Datenschutzbestimmungen für eine maximale Zeitdauer im Ringspeicher. Alte Aufnahmen werden so jeweils überschrieben.

Wo im Netzwerk der Videospeicher platziert wird, hängt nicht zuletzt vom Netzwerkkonzept ab. Oft sind Mischformen von dezentraler und zentraler Speicherung sinnvoll, da somit die erforderliche Bandbreitenlast für die Aufzeichnung auf Teilnetze beschränkt bleibt.

Zusätzlich zum NVR kommen Video-Langzeit-Archivspeicher dort zum Einsatz, wo Alarmsequenzen meist parallel zur dezentralen Aufzeichnung, aber für eine längere Dauer (oft bis zu 30 Tage) ohne Überschreiben abgelegt werden. Je nach Sicherheitsanspruch werden dafür redundante Systeme eingesetzt, sodass bei einem Hardwareschaden dennoch das Videomaterial verfügbar ist.

Im ÖPNV kommen sowohl dezentrale als auch zentrale oder Mischformen für das Speicherkonzept zur Anwendung. Welches Design das Sinnvollste ist hängt u.a. von der Anzahl der Kameras, dem Netzwerkdesign und dem eingesetzten Managementsystem ab.

### *Hinweis!*

*Der Videospeicher kann im IP-Netz grundsätzlich an jeder Stelle platziert werden, man sollte jedoch entstehende Folgekosten durch logistische Maßnahmen, wie das Entnehmen von Wechselfestplatten zur Beweissicherung, mit in die Überlegungen einbeziehen.*

*Da die Aufzeichnungsdauer datenschutzrechtlich beschränkt wird, ist die Speicherdimensionierung meist auf sich daraus ergebende theoretische Werte dimensioniert. Die zunehmende Angst vor Terroranschlägen hat bereits in der Vergangenheit zu einer stetigen Ausdehnung der maximalen Aufzeichnungsdauer geführt. Dies sollte unbedingt konzeptionell mitberücksichtigt werden, da andernfalls evtl. hohe Zusatzkosten für eine nachträgliche Speichererweiterung anfallen könnten.*

### 1.3 Normen, Gesetze und Standards der Videotechnik

Die Anzahl an Normen, Gesetzen und Standards rund um den Themenkomplex Video, sowie dessen übergeordnetes Gebiet der Sicherheitstechnik ist ausgesprochen umfassend.

Auf die relevantesten Normen, Standards und Gesetze wird im Verlauf des Leitfadens jeweils Bezug genommen. Explizit hervorgehoben werden u.a. die Norm DIN EN 50132-7 (CCTV-Überwachungsanlagen für Sicherungsanwendungen – Teil7: Anwendungsregeln), deren Nachfolgenorm DIN EN 62676-4 (Videoüberwachungsanlagen für Sicherungsanwendungen – Teil4: Anwendungsregeln), der ONVIF-Standard und das Datenschutzgesetz.

Im Anhang des Leitfadens findet sich ergänzend eine Normenübersicht.

Aufgrund des Technologiefortschritts und dem Bedarf nach mehr Videoüberwachung sind die Normen permanenten Neuerungen unterworfen. Aktuelle Ausgaben und Neuerungen sind über den Beuth Verlag ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)) zu recherchieren und beziehen.

#### *Hinweis!*

*Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Leitfadens befindet sich die DIN EN 50132-7, deren Anwendungsregeln erst seit dem 18. Juni 2015 für Videoanlagen durch Errichter bei der Realisierung von Videoprojekten verbindlich einzuhalten sind, in einer Übergangsphase. Sie wurde im Juli 2016 durch die DIN EN 62676-4 abgelöst. Für die DIN EN 50132-7 gilt eine Übergangsfrist bis 13.4.2018.*

#### 1.3.1 DIN EN 50132-7 CCTV-Überwachungsanlagen für Sicherungsanwendungen Teil 7: Anwendungsregeln

Mit Veröffentlichung der Norm DIN EN 50132-7 im April 2013 ist eine praxisbezogene Leitlinie für die Konzeption von professionellen Videoüberwachungsanlagen vorgelegt worden. Seit dem 18. Juni 2015 sind die im Teil 7 der Norm beschriebenen Anwendungsregeln für Videoanlagen durch Errichter bei der Realisierung von Videoprojekten verbindlich einzuhalten.

Die Norm dient bei allen Videoprojekten, ob Migration oder Neugestaltung, als Leitlinie für Konzeption und Planung. Die wesentlichen Inhalte der Norm wurden in die Nachfolgenorm DIN EN 62676-4 übernommen und ergänzt. Obwohl die DIN EN 50132-7 noch bis 2018 in einer Übergangsfrist Gültigkeit besitzt, empfiehlt sich bereits jetzt auf die neue DIN EN 62676-4 als Planungsgrundlage überzugehen.