

# Einfluss der Beleuchtung in der Videoüberwachung

H. Petereins, Berlin

**In einer Videoüberwachungsanlage trägt die Beleuchtung entscheidend dazu bei, wirklichkeitsgetreue Videobilder zu erzielen. Neben der Lichtintensität hat vor allem die spektrale Zusammensetzung des Lichtes entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Aufnahmen. Besonders bei Farbanwendungen bestimmt die Art der Lichtquelle wesentlich das Ergebnis und kann in der Praxis häufig die Ursache für eine verfälschte Farbwiedergabe darstellen. Deshalb ist es wichtig, abhängig von den Innen- oder Außenbedingungen die geeigneten Lichtquellen und leistungsfähige Videotechnik auszuwählen.**

## 1 Beleuchtung als Hauptfaktor

In einer Videoüberwachungsanlage wird die erreichbare Qualität des Videobildes von verschiedenen Faktoren entscheidend bestimmt. Einen wesentlichen Faktor stellt die Beleuchtung dar. Sie ist entscheidend für die wirklichkeitsgetreue Darstellung der Bilder. Dabei hat neben der Intensität des Lichtes vor allem die spektrale Zusammensetzung des Lichtes entscheidenden Einfluss.

Insbesondere bei Farbanwendungen bestimmt die Art der Lichtquelle (Tafel 2) das Ergebnis und führt oft zu einer verfälschten Wiedergabe der Farben. Das beste Licht ist das natürliche Sonnenlicht, aber auch ausgewählte künstliche Lichtquellen für den Innenbereich liefern durch die Weiterentwicklung der CCD (Charge Coupled Device)-Bildaufnehmer zufriedenstellende Ergebnisse.

### 1.1 Beleuchtung im Außenbereich

Als besonders kritisch erweisen sich Tag- und Nachtüberwachungen im Außenbereich. Die Beleuchtungsschwankungen betragen hierbei zwischen 100000 lx am Tag und unter 0,1 lx bis hin zur totalen Dunkelheit in der Nacht. Unter diesen Bedingungen ist eine zusätzliche „künstliche“ Beleuchtung erforderlich. Dabei sind jedoch einige grundlegende Aspekte zu berücksichtigen:

Das menschliche Auge nimmt bei Sonnenlicht Gegenstände in den bekannten Grundfarben wahr. Bei vermindertem Sonnenlicht, z. B. in den Abendstunden, oder bei bestimmten künstlichen Lichtquellen erscheinen dem menschlichen Auge diese Gegenstände in einer anderen Farbtonung. Die Ursache dafür liegt darin, dass die meisten Gegenstände selbst nicht leuchten, sondern das vorhandene – sie anstrahlende Licht – reflektieren.

#### Autor

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

Licht besteht, physikalisch betrachtet, aus elektromagnetischen Wellen. Vom menschlichen Auge werden elektromagnetische Strahlungen zwischen 380 nm und 760 nm wahrgenommen. Unterhalb dieses Bereiches spricht man von ultraviolettem Licht, oberhalb dieses Bereiches von infrarotem Licht.

Jede Farbe wird einer bestimmten Wellenlänge zugeordnet, z. B. Strahlen mit 450 nm als Blau, 520 nm als Grün, 560 nm als Gelb und 620 nm als Rot. Zum menschlichen Auge werden in Abhängigkeit von der Oberfläche und dem Material des Körpers nur Strahlen mit bestimmter Wellenlänge reflektiert.

Etwa die Hälfte des Lichtspektrums der Sonne befindet sich im für das menschliche Auge sichtbaren Bereich, die andere Hälfte liegt im ultravioletten und infraroten Bereich. Die Zusammensetzung des Sonnenlichtes ändert sich im Tagesverlauf – in den Morgenstunden überwiegt der Blauanteil, in den Abendstunden der Rotanteil.

### 1.2 Reaktionsweise der Videokamera

Wie reagiert aber eine Videokamera? Bei einer Videokamera trifft das reflektierte Licht auf ein Objektiv, wird dort gebündelt und z. B. auf einen lichtempfindlichen CCD-Bildaufnehmer projiziert. Die lichtempfindlichen Halbleiterbauelemente des Bildaufnehmers verfügen über eine elektrische Ladung, welche von der Intensität des auftreffenden Lichtes abhängig ist. Mittels einer elektronischen Schaltung werden die Ladungsinformationen des Bildaufnehmers in definierten Zeitintervallen ausgelesen und in ein Videosignal umgewandelt. An das Objektiv, das die einfallenden Lichtstrahlen unverändert passieren lassen soll, werden somit hohe Anforderungen gestellt. Verfälschungen, die bereits im Objektiv auftreten, lassen sich später kaum korrigieren.

### 1.3 Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke ist im Zusammenhang mit Videoüberwachungsanlagen die am häufigsten genannte lichttechnische Größe. Auf diesem Parameter basieren die Empfindlichkeitsangaben der Videokameras (Bilder 1, 2). Auch kann mit dieser Angabe die „Strahlungsleistung“ von künstlichen Lichtquellen an einer beliebigen Stelle eindeutig bewertet werden. Eine Messung der Beleuchtungsstärke erfolgt mit einem Luxmeter.

In Abhängigkeit von der Jahres- und Tageszeit sowie den konkreten Umgebungsbedingungen kann die Beleuchtungsstärke sehr unterschiedlich sein (Beispiele, Tafel 1). Zudem ist bei der rechnerischen Ermittlung dieser Größe zu beachten, dass deren Wert von der Quelle bis zum Ziel nicht linear, sondern quadratisch abnimmt.

**Wichtig:** Bei den in der Praxis anzutreffenden Montagen der Kameras und Scheinwerfer an

Tafel 1 Beispiele

Umgebung/Bedingung	Beleuchtungsstärke
Sonnenlicht im Sommer	100000 lx
Sonnenlicht im Winter	20000 lx
Bewölkung im Sommer	5000–20000 lx
Bewölkung im Winter	1000–2000 lx
Büro	300–700 lx
Verkehrsstraße	5–30 lx
Vollmondnacht	ca. 0,2 lx
Klare Nacht	ca. 0,0003 lx



1 Domekamera mit IR, lichtempfindlich ab 0,1 lx, 470 TV-Linien und stabilem Gehäuse

Tafel 2 Übersicht zur Eignung der Lichtquellen

Lichtquelle	Lebensdauer	Farbkamera	s/w-Kamera	IR-Kamera
Glühlampe	ca. 1000 h	geeignet	geeignet	geeignet
Halogenlampe	ca. 2000 h	geeignet	geeignet	geeignet
Leuchtstofflampe	ca. 10000 h	bedingt	bedingt	nicht relevant
Hochdruck-Metall-Halogen-Dampflampen	ca. 13000 h	geeignet	geeignet	geeignet
Niederdruck-Natrium-Dampflampen	ca. 20000 h	nicht geeignet	geeignet	nicht geeignet
Hochdruck-Natrium-Dampflampen	ca. 15000 h	bedingt	geeignet	nicht geeignet



② IR-Dome-kamera s/w mit 420 TVL, 0,1 lx



④ IR-LED-Scheinwerfer – 940 nm, 294 LEDs, für s/w- und Tag/Nacht-Kameras



③ IR-LED-Scheinwerfer – 850 nm Wellenlänge; Helligkeitssensor reagiert bei 10 lx, für s/w- und Tag/Nacht-Kameras

Fotos: ABUS Security Center

Gebäuden ist weiterhin zu berücksichtigen, dass z. B. bei einer Montagehöhe von 4 m und einem Montagewinkel von etwa 25–30 Grad die Lichtstrahlen, die nicht im rechten Winkel auftreten, in andere, von der Video-

kamera nicht erfasste Bereiche abgelenkt werden. Bei fast allen Scheinwerfern sind die Lichtstrahlen im Zentrum des Lichtkegels am stärksten und nehmen in Richtung Randbereich stark ab.

## PRAXISERFAHRUNGEN

In der Praxis hat sich aus eigener Erfahrung des Autors bewährt:

- Je größer der CCD-Bildaufnehmer, desto empfindlicher ist die Kamera.
- Farbkameras sind bei kritischer Ausleuchtung nur bedingt geeignet. Sie sind im IR-Wellenlängenbereich unempfindlich und können nicht mit IR-Scheinwerfern eingesetzt werden.
- Bei IR-Anwendungen sind besonders infrarotempfindliche Kameras einzusetzen.
- Die Entfernung zum Überwachungsbereich sollte nicht zu groß gewählt werden – ggf. sind zusätzliche Lichtquellen vorzusehen.
- Herstellerangaben bei IR-Kameras und IR-Scheinwerfern sollten kritisch geprüft und die ausgewählten Produkte am konkreten Einsatzort getestet werden, ob sie die angegebenen Parameter auch erfüllen.
- Nur ein dem CCD-Bildaufnehmer entsprechendes Objektiv verwenden.
- Besonders lichtstarke Objektive einsetzen.
- Bei IR-Anwendungen mit einer Wellenlänge über 900 nm infrarotkorrigierte Objektive einsetzen.
- Bei IR-Beleuchtungen bis 900 nm die Einstellung der Schärfe bei Dunkelheit und eingeschalteten Lichtquellen oder mit einem ND-Filter vornehmen
- Bei Außenhautüberwachungen oder Überwachungen im Freiland Objektive mit großem Regelbereich verwenden, um die großen Unterschiede in der Beleuchtungsstärke zwischen 1–100000 lx auszugleichen.
- Bei Nachtanwendungen die teilweise schlechten Lichtstärken bei Zoom-Objektiven bei langen Brennweiten beachten. Hier ist oft der Einsatz zusätzlicher Scheinwerfer erforderlich.
- Bei IR-Beleuchtungen ist ein anderes Reflexionsverhalten vorhanden. Infrarotlicht wird von Rasen, Blättern und grünen Flächen besonders stark reflektiert.
- Beim Einsatz mehrerer Kameras darauf achten, dass der Lichtkegel der Scheinwerfer nicht in die Blickrichtung einer anderen Kamera fällt.
- Scheinwerfer oberhalb oder in ausreichender Entfernung von der Kamera montieren – denn Licht und Wärme eines Scheinwerfers ziehen Insekten an und beeinflussen die Sicht.

### 1.4 Semidiskretes und diskretes Licht

Bei vielen Anwendungen ist die sichtbare Ausleuchtung des zu überwachenden Bereiches nicht erwünscht. Hier kann man nur auf die Verwendung von Lichtquellen mit Anteilen im infraroten Bereich der elektromagnetischen Strahlen zurückgreifen. Von 760 nm bis etwa 900 nm spricht man vom semidiskreten, ab 900 nm vom diskreten Licht.

**Semidiskretes Licht.** Das semidiskrete Licht nimmt das Auge des Menschen mit immer schwächer werdendem Rot wahr.

**Diskretes Licht.** Das diskrete Licht ist für den Menschen unsichtbar. Diese Infrarot (IR)-Lichtstrahlen liegen jedoch im Empfindlichkeitsbereich geeigneter s/w-Kameras. Diese Kameras unterscheidet man in die empfindlichen CCD-Kameras und Kameras, deren Eigenschaften für den Infrarotbereich – bis etwa 950 nm – optimiert sind. CCD-Kameras weisen allgemein eine hohe Empfindlichkeit über den gesamten Spektralbereich auf.

**Infrarotlicht.** Infrarotlicht für Videoüberwachungsanwendungen wird mittels geeigneter Lichtquellen, z. B. Hochdruck-Metall-Halogen-Dampflampen, erzeugt und durch Sperrfilter geleitet, welche die Lichtstrahlen „unsichtbar“ erscheinen lassen. Abhängig vom Filter ist das Licht nur schwach dunkelrot oder überhaupt nicht mehr sichtbar.

**Wichtig:** Zu beachten ist bei solchen Lösungen die entstehende Wärmeentwicklung am Infrarotscheinwerfer durch die Reflexion am Sperrfilter.

# Kompakt und kompetent!

Tafel 3 Übersicht als Anhaltspunkt für die zu erwartenden Bildgrößen

Bildformat	QCIF	CIF	2CIF	4CIF	1,3MP
Bildauflösung (dpi)	176 x 144	352 x 288	704 x 288	704 x 567	1280 x 1024
Bildgröße ohne Kompression in kByte	50	198	396	780	2560
Bildgröße mit Kompression in kByte (Faktor 15-Einzelbild)	3,30	13,20	26,40	51,98	170,67
Bildgröße mit Kompression in kByte (Faktor 60-BewegtBild)	0,83	3,30	6,60	12,99	42,67

Tafel 4 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 herstellereigenspezifische 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)

## 1.5 Infrarotscheinwerfer mit LED

Seit einigen Jahren werden spezielle Infrarotscheinwerfer mit LEDs angeboten. Diese LEDs strahlen herstellungsbedingt mit einer fest definierten Wellenlänge – 830 nm, 850 nm, 950 nm – und einem festen Abstrahlwinkel – 15°, 25°, 40° und 50° (Bilder 3, 4).

Da die Lichtleistung einer LED jedoch begrenzt ist, werden in Infrarotscheinwerfern bis zu mehreren hundert LEDs eingesetzt. LED-Scheinwerfer haben eine Lebenszeit von bis zu 100000 Stunden, wobei jedoch mit zuneh-

mender Betriebsdauer die Strahlungsdauer – nach einigen tausend Betriebsstunden – abnimmt. Trotz dieser Vorzüge von LED-Infrarotscheinwerfern ist ein qualitativ gutes Ergebnis nur durch eine fachgerechte Planung und Installation zu erzielen. Dabei müssen die Strahlungsleistung, der Wellenlängenbereich sowie der Blickwinkel vom Infrarotscheinwerfer genau mit den Parametern der Kamera übereinstimmen und auf diese ausgerichtet sein. Der Autor hat selbst in der Praxis zahlreiche Erfahrungen gesammelt, wovon sich einige besonders bewährt haben (PRAXISERFAHRUNGEN).

Tafel 3 gibt Anhaltspunkte zu den zu erwartenden Bildgrößen und Tafel 4 zu möglichen Komprimierungsverfahren.

## Videoaufzeichnung

### 1. Berechnung des Festplattenspeichers

Anzahl der Bilder =

$$\frac{\text{Speicherkapazität (GByte)} \times 10^6 \times 0,95}{\text{Mittlere Bildgröße (KByte)} \times 1,048}$$

- mit Reduzierung Festplattenkapazität um 5 % für Anwendungen (0,95)
- Umrechnung von Kapazität der Festplatte von Dezimal nach binär (1,048)

### 2. Berechnung der Aufnahmezeit

Aufnahmezeit (Stunden) =

$$\frac{\text{Anzahl der Bilder}}{3600 \times \text{fps} \times \text{Anzahl der Kameras}}$$

- mit fps (fields per second) = Bilder pro Sekunde

## 2 Videoaufzeichnungszeit

Die Videoaufzeichnung erfolgt heute überwiegend mittels digitaler Videorecorder. Oft erfährt aber ein Nutzer erst nach den ersten Tagen nach der Inbetriebnahme, wie lange sein System wirklich aufzeichnet.

Bei analogen Videorecordern war die Aufnahmezeit durch die Bandlänge und bei Langzeitrecordern zusätzlich durch den eingestellten Zeitraffer (time-lapse)-Modus gegeben. So betrug die Aufzeichnungszeit bei einem 180-Minuten-Band und einem auf 96 Stunden eingestellten Time-lapse-Betrieb rund 4 Tage. Bei digitalen Recordern kann die Aufnahmezeit und der erforderliche Festplattenspeicher berechnet werden (**Kasten**).



TIPP

■ Aktuelles Praxiswissen zum Planen, Errichten, Prüfen und Betreiben von Mittelspannungsanlagen

■ Praxisnah erfahren Sie alles zu Erdungsanlagen, brandschutztechnischen Forderungen, fachlichen Voraussetzungen und Berechtigungen der Errichter, Bedingungen der Schaltanlagen oder zum Erarbeiten einer Dokumentation.

■ Immer wiederkehrende Errichtungsfehler werden analysiert und fehlervermeidbare Lösungen genannt. Ausführungen zur praktischen Abnahmetätigkeit runden diesen Band der ep-Bibliothek ab.

■ Unentbehrlich für Planer, Errichter und Betreiber von Mittelspannungsanlagen, Sachverständige, Energieversorger

TIPP: Abonnenten der Fachzeitschrift ELEKTROPRAKTIKER erhalten 10 % Rabatt auf Bücher der ELEKTROPRAKTIKER-BIBLIOTHEK (Bitte bei Bestellung Kunden-Nr. angeben.)

Schmidt/Hempel, Mittelspannungsanlagen, 176 S., 70 Abb., Broschur, Bestell-Nr. 3-341-01528-5, € 39,80

shop  
huss  
HUSS-MEDIEN GmbH  
10400 Berlin  
Direkt-Bestell-Service:  
Tel. 030 42151-325 · Fax 030 42151-468  
E-Mail: bestellung@huss-shop.de  
www.huss-shop.de

Preiserhöhungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten

## Jetzt bestellen!

Ich bestelle zur Lieferung gegen Rechnung zzgl. Versandkosten zu den mir bekannten Geschäftsbedingungen beim huss-shop, HUSS-MEDIEN GmbH, 10400 Berlin

KUNDEN-NR.

(siehe Adressaufkleber oder letzte Warenrechnung)

Expl.	Bestell-Nr.	Titel	€/Stück
	3-341-01528-5	Schmidt, Mittelspannungsanlagen	39,80

Firma/Name, Vorname

Branche/Position/z. Hd.

Telefon/Fax

E-Mail

Straße, Nr./Postfach

Land/PLZ/Ort

Datum/Unterschrift

ep0904