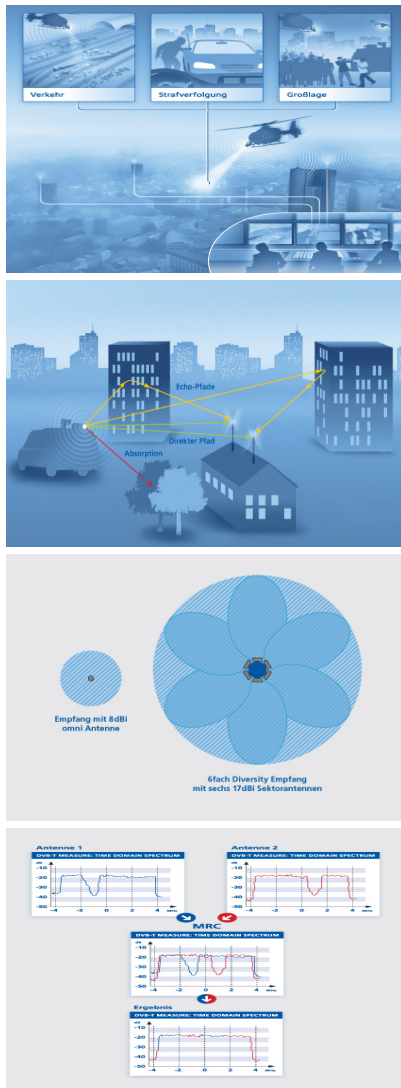


Im Einsatz – im Thema.

POLIZEI PRAXIS

HOCHAUFLÖSENDE DRAHTLOSE VIDEOÜBERTRAGUNG UNTERSTÜTZT DEUTSCHE LANDES- UND BUNDESPOLIZEIEN



Seit vielen Jahren wird die drahtlose Videoübertragung erfolgreich eingesetzt, um Polizeikräfte in zahlreichen Anwendungen bei ihren Aufgaben zu unterstützen. Die Einsatzmöglichkeiten in der offenen und verdeckten Ermittlung sind dabei nahezu unbegrenzt. Dabei werden die Videobilder einer Kamera über einen Sender vom Ort des Geschehens per Funk zu einem oder mehreren Empfangsstandorten gesendet, um sie auszuwerten. Im Gegensatz zu einem Aufzeichnungsverfahren in der Kamera selbst, steht hierbei der „live“-Aspekt, als wesentliche Abgrenzung, im Vordergrund. Welche Art von Kamera zum Einsatz kommt, spielt für die Übertragung keine Rolle. Es kann eine stabilisierte Kamera an einem Hubschrauber sein, eine Kamera die in oder an einem Fahrzeug montiert ist oder auch eine Schulterkamera, wie sie beim Fernsehen genutzt wird.

Die Erfolge der Bildübertragung sind messbar und aus der Polizeiroutine nicht mehr wegzudenken. Viele Erfolge in der Ermittlung oder Deeskalation sind nur durch den Einsatz der drahtlosen Bildübertragung möglich gewesen.

30.11.2009 In der föderalen Struktur der Bundesrepublik ist die Zusammenarbeit der einzelnen Kräfte der Landespolizeien und der Bundespolizei bei Großveranstaltungen wie z. B. dem G8- Gipfel oder einer NATO-Tagung eine technische Herausforderung. Diese gestaltet sich noch schwieriger, wenn eine internationale Zusammenarbeit erforderlich ist, bei grenzüberschreitenden Einsätzen oder Amtshilfe. Hierbei helfen aber international definierte Standards wie z. B. der DVB-T-Standard. Wenn ausschließlich Geräte genutzt werden, die diesen Standards genügen, dann kann eine Kooperation herstellerunabhängig erfolgen.

Die Technologie entwickelt sich jedoch ständig weiter. Vor etwa zehn Jahren, mit der Einführung des digitalen Übertragungsverfahrens, ergab sich ein großer Sprung in der Detailfülle und Robustheit der Übertragung. Der Unterschied in der Bildqualität war hierbei vergleichbar mit dem Wechsel von VHSVideokassetten zur DVD. Diese Entwicklung ist weitestgehend abgeschlossen.

Für die Übertragung der Videosignale wird fast ausschließlich der DVB-T-Standard oder herstellerspezifische Abwandlungen davon genutzt. Der Standard steht unter der Kontrolle der ETSI (European Telecom Standardisation Institute) und wird ständig weiterentwickelt. ETSI ist zuständig für die europäische Normung im Bereich Telekommunikation. Zusammen mit CENELEC (Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung) und CEN (Europäisches Komitee für Normung) bildet ETSI das europäische System für technische Normen.

Alle Geräte von Herstellern, die sich an diesen Standard halten, sind untereinander austauschbar und kompatibel. Diesen Vorteil verliert der Anwender komplett, wenn er einen Hersteller wählt, der von diesem Standard abweicht. Über DVB-T werden seit sechs bis zehn Jahren Fernsehprogramme digital, terrestrisch (ohne Satellit oder Kabel) an die Haushalte verteilt.

Die gleiche Technik lässt sich in lizenzierten Frequenzbereichen für die Videoübertragung zu Polizeizwecken nutzen. Der DVB T-Standard arbeitet mit einer COFDM- (Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)Modulation. Das Grundprinzip dieses Verfahrens liegt darin, die zu übertragende Information auf sehr viele einzelne Träger zu verteilen. In einem Kanal mit einer Bandbreite von sechs bis acht MHz sind 2.000 oder sogar 8.000 einzelne Träger verteilt. Dadurch wird dieses Übertragungsverfahren sehr robust gegenüber Mehrwegeausbreitungen (siehe Diagramm).

Dieses ist besonders dann wichtig, wo keine Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger besteht. Wenn das gleiche Signal über zwei verschiedene Wege (direkt oder über eine Reflexion an einem Gebäude) zur Empfangsantenne gelangt, bewirkt der minimale zeitliche Unterschied in der Laufzeit der Signale eine destruktive Überlagerung, sprich eine Auslöschung bei einzelnen Frequenzen (oder Trägern). Auch wenn die Information dann verloren ist, kann sie durch aufwändige Fehlerkorrektur(redundante Übertragung) wieder rekonstruiert werden. Bei Standardanwendungen werden hierbei bis zu 70 Prozent der verfügbaren Datenrate für den Fehlerschutz und die Fehlerkorrektur verwendet.

In der digitalen Übertragung der Signale kann selbst ein einzelnes falsches Bit, das nicht korrigiert werden kann, zu einer deutlich sichtbaren Bildstörung oder gar einem Abriss der Videoübertragung führen. Mit dem COFDM-Übertragungsverfahren lassen sich mit einem Fahrzeug Entfernungen von fünf bis zehn km überbrücken. Die Bilder eines Hubschraubers werden bis zu 150 km weit übertragen. Ebenso kann die Technologie in Gebäuden eingesetzt werden mit guten Ergebnissen. Die Übertragung der Signale geschieht dabei verschlüsselt nach dem AES-Verfahren.

Damit wird sichergestellt, dass die Signale nicht unberechtigt empfangen und decodiert werden können. Der bekannteste Vertreter der Ableger des DVB-T-Standards, der im Polizeiumfeld eingesetzt wird, ist die sogenannte Schmalbandtechnik. Mit diesem Verfahren wird eine deutlich reduzierte Bandbreite genutzt. Es hat auf den ersten Blick den Vorteil, dass mehr Videosignale parallel in einem zugewiesenen und streng reglementierten Frequenzspektrum genutzt werden können. Die Bandbreite bei der Schmalbandtechnik beträgt 2,5 MHz gegenüber 6 MHz eines DVB-T-Kanals. Die übertragene Bildqualität und der verfügbare Fehlerschutz gehen jedoch direkt mit der genutzten Bandbreite des Signals einher. Für die Schmalbandtechnik muss das Signal dadurch deutlich stärker komprimiert werden. Damit geht die Auflösung im Video verloren und das Bild ist deutlich ärmer an Details (vgl. Internet-Videoplattformen wie YouTube). Die erzielte Video-Qualität ist dann vergleichbar mit einer analogen Videoübertragung.

Dabei arbeiten zwei oder sechs Antennen räumlich voneinander getrennt zusammen. Der Diversity-Empfang ist ein bekanntes Verfahren, um Veränderungen in den Übertragungseigenschaften auszugleichen. Bereits die analoge Übertragungstechnik setzte dieses ein. Dabei wurde permanent die Feldstärke an den einzelnen Empfangs-Antennen gemessen und jeweils nur das stärkste Signal ausgewertet. Mit dem Wechsel zu DVB-T hat sich auch bei der Verwendung von mehreren Antennen eine deutliche Verbesserung ergeben, die die Funkübertragung deutlich zuverlässiger macht.

Es wird das sogenannte MRC (Maximum Ratio Combining) Diversity eingesetzt, dessen Prinzip recht einfach ist. Jede Antenne ist mit einem eigenen Demodulator verbunden und jeder Eingang beginnt mit dem Demodulationsvorgang. Sobald die einzelnen Träger (2.000 oder 8.000) pro Eingang separiert sind, werden sie pro Träger phasen- und amplitudenrichtig addiert. Das Gesamtergebnis wird dann weiter demoduliert, d. h. alle empfangene Energie von allen Antennen wird für den nachfolgenden Prozess verwendet. Damit füllt Antenne 1 die fehlende Information von Antenne 2 auf und umgekehrt. Dieses ist natürlich ein statistischer Prozess, aber die Ergebnisse sprechen für sich. In den hier besprochenen Anwendungen bewegen sich die Kamera oder die Empfangsseite.

Damit können sich die Umgebungsbedingungen und damit die Funkverhältnisse von einem Moment zum anderen ändern. Nur mit dem Einsatz von mehr als einer Antenne (Diversity) kann eine störungsfreie Übertragung gewährleistet werden. Als vor Jahren die Einführung des digitalen Bildfunks bei den deutschen Behörden begann, wurde häufig nur eine Empfangsantenne montiert. Viele dieser Anlagen haben inzwischen ein Upgrade auf mindestens eine zweite Antenne erfahren.

Für stationäre Empfangsstandorte (z. B. auf Fernsehtürmen) werden bis zu sechs Antennen gleichzeitig genutzt. Die Antennen werden dazu in Sektoren um den Turm montiert und bilden so eine leistungsfähige Antennengruppe, um eine 360°-Abdeckung zu erzielen. Mit solchen Hochgewinn-Anlagen kann das Signal aus einem Hubschrauber aus einer Entfernung von 150 km Entfernung noch in DVD-Qualität empfangen werden. Die Signale, die von der Kamera kommen, haben eine sehr hohe Datenrate, die nur komprimiert übertragen werden kann. Daher wird, wie bei der DVD, eine Komprimierung basierend auf dem MPEG-Standard vorgenommen.

Es handelt sich um eine verlustbehaftete Komprimierung, d. h. es gehen Informationen verloren. Ziel der Komprimierung ist es, lediglich die Daten zu entfernen, die für das Auge des Betrachters entbehrlich sind. Dieses wird mit dem MPEG2 und seit jüngster Zeit auch mit dem H.264 Standard erreicht. Grundprinzip all dieser Verfahren ist es, den Inhalt des Bildes zu analysieren und ähnliche Bildbereiche zusammenzufassen. Wenn sich z. B. eine große blaue Fläche im Bild befindet (Himmel), dann muss diese nicht Bildpunkt für Bildpunkt übertragen werden.

Es reicht aus, die Information blau und die Grenzen dieses Bereiches zu übertragen. Aber wie mit jedem Komprimierungsverfahren gibt es mathematische Begrenzungen, die nicht unterschritten werden dürfen. Je stärker komprimiert wird, desto mehr Details gehen verloren (Schmalbandtechnik). In der Schmalbandtechnik besteht ein Autokennzeichen nur noch aus farbigen Klötzchen, die eine polizeiliche Auswertung erschweren oder unmöglich machen.

Bisher wurden nur Videosignale betrachtet. Der DVB-T-Standard definiert daneben aber genauso die Übertragung von Audio und Daten, die zeitgleich mit dem Videosignal übertragen werden. Damit können neben Sprachsignalen auch z. B. Positionsangaben (GPS-Daten) eines Hubschraubers mitübertragen werden. Die Vermischung (Zusammenfassung aller Signale in eine Sequenz von Datenpaketen) dieser verschiedenen Ströme ist ebenso vollständig im Standard definiert.

Die hochauflösenden (HD) Kameras, die seit einigen Jahren verfügbar sind, sind der nächste Schritt. Es besteht mehr und mehr der Bedarf, auch diese Auflösungen drahtlos zu übertragen. Um wieder das Bild aus der Unterhaltungsindustrie aufzugreifen. Der Unterschied in der Bildqualität ist der Wechsel von DVD zur Blu-Ray-Disc. Entweder wird die zusätzliche Auflösung genutzt, um mehr Informationen im Bild zu übertragen (Detailgenauigkeit) oder die Kamera kann in größerer Distanz vom Ort des Geschehens bleiben (digitaler Zoom). Ein typischer und einfach nachzuvollziehender Maßstab ist die Entfernung, aus der ein Kfz-Kennzeichen noch lesbar oder eine Person erkennbar ist. Mit den HD-Auflösungen wird mindestens der doppelte Abstand erreicht.

30.11.2022 Mit dem Wechsel zu Kameras mit hochauflösenden Formaten ergeben sich gleichzeitig viele technische Herausforderungen für die Hersteller. Vergleicht man ein Bild in Standardauflösung (768 x 576 Pixel) mit einem HD-Bild (1.920 x 1.080 Pixel) dann erhält man ungefähr die vierfache Anzahl von Bildpunkten. Bei einer HD Video Übertragung entspricht dies einer Netto-Datenrate von ca. 15 MBit/s im Vergleich zu 4 MBit/s bei einem Format in Standardauflösung (SD). Diese hohe Datenrate muss weiter in dem vorhandenen Funkkanal übertragen werden. Eine Erweiterung ist ausgeschlossen, denn es gibt nicht genug Frequenzen. Wie kostbar die Funkfrequenzen sind, lässt sich aus der Tagespresse entnehmen.

Die Schmalbandtechnik ist für die Übertragung von HD-Signalen in keiner Weise geeignet, da hier Datenraten von nur 2,5 MBit/s erreicht werden können. Um eine Datenrate von 15 MBit/s in den vorhandenen Kanälen zu übertragen, wird das Netto/Brutto-Verhältnis gemäß dem DVB-T-Standard verändert. Bei einer SD Übertragung werden ca. 4 MBit/s für das Videosignal genutzt und ca. 25 MBit/s für die Fehlerkorrektur bei Störungen. Für eine HDÜbertragung werden ca. 15 MBit/s Videodatenrate (netto) benötigt und die verbleibenden 24 MBit/s für die Fehlerkorrektur. Daraus ist ersichtlich, dass weniger Information für eine Fehlerkorrektur verfügbar ist, oder im Umkehrschluss, dass das Signal deutlich stärker am Empfänger ankommen muss und damit es weniger Fehler enthält, um fehlerfrei decodiert zu werden.

Selbst unter Einsatz der neuesten Kompressionsverfahren (H.264) lässt sich dieser Effekt nicht kompensieren. Wenn eine höhere Signalstärke oder -qualität notwendig ist, sinkt die Reichweite der Funkübertragung. Durch mehr Empfangsstellen, die miteinander vernetzt sind, lässt sich dieser Nachteil kompensieren. Der Vorteil bei der Verwendung von Geräten, die nach dem DVB-T-Standard arbeiten, liegt in der Möglichkeit, dass viele Komponenten in dem gesamten Übertragungssystem weiterverwendet werden können. Dieses sichert die bereits getätigten Investitionen für die Geräte und die baulichen Maßnahmen. Auch kann der Wechsel von SD nach HD Schritt für Schritt geschehen, denn die modernen HD-Systeme erlauben auch die Übertragung in Standardauflösung (SD). Wenn keine HD-Übertragung mehr möglich ist, schaltet der Anwender einfach auf die geringere Auflösung um.

Ver mehrt und im Wachstum begriffen ist der Einsatz der drahtlosen Videotechnik in UAS (Unmanned Arial System) oder auch UAV (Unmanned Arial Vehical) oder allgemein Drohnen. Vor allem die kleineren, transportablen UAS werden dazu genutzt, die Lage aus der Luft zu erkunden und die Informationen am Boden zur Verfügung zu stellen. Dieses geschieht in SD- und HD-Auflösung unter der besonderen Randbedingung des Gewichts.

Die Nutzlast dieser kleinen Drohnen ist sehr begrenzt, doch bietet ein Hersteller ein System aus HD-Kamera und Videosender an, dass unter 250 Gramm wiegt. Die rechtlichen Grundlagen für den Betrieb dieser UAS werden zurzeit diskutiert beziehungsweise geschaffen. Es betrifft luftfahrtrechtliche Aspekte, aber auch den Schutz der Persönlichkeitsrechte. Hier ist zu hoffen, dass es zeitnah zu einer Regelung kommt. Diese kurze Zusammenfassung über den technischen Hintergrund zur drahtlosen Videoübertragung und die Zukunftsperspektiven kann die verschiedenen Aspekte nur anreißen.

Für weitergehende Informationen, Fragen oder Diskussionen steht der Autor (rhorn@bms-inc.com) gerne zur Verfügung.

R. Horn

[Alle Artikel dieser Kategorie](#)

30.11.2023

Newsletter

Hochauflösende drahtlose Videoübertragung
unterstützt deutsche Landes- und
Bundespolizeien

Folgen Sie uns!