

# Die Kommunikation in einem Tunnel absichern

*Im Notfall muss die Kommunikation in einem Straßentunnel ausnahmslos funktionieren. Mit spezieller Messtechnik lassen sich Funkkanäle überwachen und die Spektren analysieren.*

HOLGER SCHWARZ UND THOMAS JUNGSMANN \*

**D**ebatten um die Sicherheit in Straßentunneln wecken bei vielen bis heute dunkle Erinnerungen an zwei einschneidende Ereignisse. Im Jahr 1999 das verheerende Feuer im Mont Blanc und die Brandkatastrophe im Schweizer Gotthardt-Tunnel keine zwei Jahre danach. Sie markieren die Wendepunkte in der Sicherheitstechnologie jener Röhren. Zu ihren Schlüsselfaktoren zählen seither neben Fortschritten im Brandschutz spezielle Kommunikationskanäle, auf die sich Einsatzkräfte in solchen Notfällen blind verlassen müssen. Mithilfe von Messsystem-Anwendungen gelingt es heute, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit aller sicherheitsrelevanten Funksysteme effizient zu überwachen und somit ohne viel Aufwand zuverlässig sicherzustellen.

In einem Tunnel muss die Kommunikation generell sichergestellt sein. Dabei ist das vorrangigste Ziel der Personenschutz. Gemäß EG-Tunnelrichtlinie, die die EU-Kommission 2004 als Folge schwerer Brandunfälle in einigen Straßentunneln der Alpenländer verabschiedete, sollen nicht nur Ereignisse vermieden, sondern verstärkt die Sicherheit von Personen in den Vordergrund gestellt werden. Sollte sich beispielsweise an irgendeiner Stelle ein Unfall ereignet haben, müssen alle Passagiere in den Fahrzeugen über ein geeignetes Medium darüber informiert werden.

Unter die Kategorie Kommunikationseinrichtungen in Tunneln fallen funktechnische

Anlagen, die videotechnische Überwachung sowie Notrufstationen und Lautsprecheranlagen. Darüber hinaus ist der Empfang von mindestens einem UKW-Rundfunksender mit Verkehrsinformationsdienst in einem Tunnel Vorschrift. Dazu gehören RDS, das bedeutet Radio Data System, bzw. RDS-TMC, Traffic Message Channel. Die entsprechende Frequenz muss dem Fahrer bei Einfahrt in einen Tunnel ab einer Länge von 400 m über ein gut lesbares Schild angezeigt werden. Um die Kommunikation zwischen der Tunnelwarte und Einsatzkräften wie der Polizei, Ambulanzen oder Feuerwehren sicherzustellen, sind gemäß EG-Tunnelrichtlinie ungefähr acht verschiedene Funkkanäle vorzusehen. Dazu zählen die Frequenzbereiche für die betriebliche

Straßenunterhaltung (AM/SM) im 2-Meter-Band von 144 bis 146 MHz sowie jeweils ein Kanal für die Polizei im 2-Meter- und im 4-Meter-Band von 68 bis 87,5 MHz. Und dasselbe noch einmal für Feuerwehr und Rettungsdienst. Das 4-Meter-Band wird dabei vom Betriebsfunk, auch „nicht öffentlicher mobiler Landfunk“, und dem BOS-Funk (für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) genutzt.

## Mit einem Messsystem lassen sich Funkkanäle überwachen

Für anspruchsvolle Sicherheitsmessungen wie die des Tunnelfunks und weiterer Funksysteme auf speziellen Strecken hat die Firma Willtron Technologies die Software DTS-3000



**Sicherheit im Straßentunnel:** Mit einer speziellen Messsystem-Lösung lässt sich unter anderem die Funktionsfähigkeit des Tunnelfunks für Einsatzkräfte in Notfällen effizient überprüfen und sicherstellen.



\* **Holger Schwarz**  
... arbeitet als Produkt Marketing Manager bei Narda Safety Test Solutions in Pfullingen.



**Thomas Jungmann**  
... ist Redakteur und Inhaber der Texterei Jungmann in Wangen/Allgäu.

Bild: Willtron Technologies



**Bild 1:** Der IDA2 (Interference and Direction Analyzer) von Narda wird über Ethernet und RJ45-Steckverbinder mit dem DTS-3000 verbunden.

entwickelt. Die Abkürzung steht für Drive Test System. Damit gestaltet der österreichische Spezialist für Netzwerke und Kommunikationssysteme das Monitoring von Kanälen wie UKW, Betriebsfunk, TETRA und Mobilfunk, WLAN und WiMAX effizient, einfach, verlässlich und sicher. TETRA ist für Einsatzkräfte ein unverzichtbares Kommunikationsmedium im Tunnel. Und Willtron deckt mit seiner Software die entsprechenden Coverage-Messungen ab. Alles, was das Programm neben einer Lokalisierungsunterstützung wie einem Mikrowellen-Weggeber zur kompletten intelli-



Bilder: Pixabay



# Professioneller 3D-Druck

Umfangreiche Materialarten  
Metalle, Kunststoffe, Keramik

Schnelle Fertigung auf  
industriellem Niveau

Einfache Versand -  
auf Wunsch Express-Lieferung

Rechnungsstellung  
von Conrad Electronic

Weitere Infos:

[conrad.biz/3d-druckservice](http://conrad.biz/3d-druckservice)

**CONRAD**  
Business Supplies



Bild: Willtron Technologies

**Bild 2:** Beim BTS-3000 von Willtron werden die Signale vom Narda IDA2 erfasst, während der Messtechniker die zugehörigen Messpositionen über einen Gebäudeplan am Tablet antippt. Damit werden die Position und die zugehörige Feldstärke gemeinsam gespeichert.

genten Messsystem-Lösung noch benötigt, sind ein schneller Messempfänger sowie ein Windows-Laptop/-Notebook respektive ein Windows-Tablet.

### Den passenden Messempfänger finden

In der Frage des für die Drivetests in Tunneln erforderlichen schnellen Messempfängers haben sich die Österreicher für eine Kooperation mit Narda Safety Test Solutions entschieden. Der IDA2, Interference and Direction Analyzer, wird über Ethernet und RJ45-Steckverbinder angeschlossen (Bild 1). In Referenzanwendungen hat der tragbare Signalanalysator bereits gezeigt, dass er die geforderte Schnelligkeit mitbringt. Das Gerät detektiert, analysiert und lokalisiert Funksignale und Funkstörer zwischen 9 kHz und 6 GHz und ist sehr schnell: sowohl in der Messwertaufnahme als auch in der Weitergabe. Im Rahmen eines DTS-Projekts in Straßentunneln musste der Betreiber bislang achtmal den Tunnel befahren, eine Fahrt pro Kanal. Mit dem IDA2 genügt eine Fahrt, auf der das Instrument alle acht Kanäle gleichzeitig erfasst. Die acht Kanäle, die der IDA2 simultan erfassen kann, gehen auf ein konkretes DTS-Projekt in Wien zurück, bei dem es um das simultane Monitoring von acht UKW-Kanälen ging. Theoretisch kann der IDA2 bis zu 500 verschiedene gleichzeitig messen.

Der Analyzer verfügt über eine gewisse Eigenintelligenz, da er eine spezielle Vorverarbeitung vornimmt. Die acht interessanten Kanäle im Tunnel müssen nicht jedes Mal einzeln abgefragt werden. Man kann dem IDA2 eine Kanaltabelle mit auf den Weg geben. Er misst acht zuvor programmierte Kanäle parallel und gibt die acht Messergebnisse aus der Tabelle schnell aus. Gesonderte Abfragen nach den Pegeln jedes einzelnen Kanals erübrigen sich. Eine weitere Besonderheit des

Messgerätes: Treten bei den Messwerten Ungereimtheiten auf, dann lässt sich in der Frequenz nach dem Fehler suchen, das Problem lokalisieren und beheben. Dabei spielt die Übertragungstechnik keine Rolle. Der Pegel wird im Frequenzbereich erfasst und es können UKW und TETRA genauso gemessen werden wie Mobilfunk. Und das bei mehreren Übertragungstechniken parallel. Nun könnte man annehmen, dass es im Grunde völlig ausreicht, während der Fahrt durch Straßentunnel lediglich die Feldstärke über die Wegstrecke zu messen. Denn diese Logik stimmt so weit: Wenn kein Signal vorhanden ist, ist keine Kommunikation möglich. Doch der Um-



Bild: Willtron Technologies

**Bild 3:** Bei Anwendungen in U-Bahntunneln operiert das DTS-3000 mit einem an der Fahrzeugfront angebrachten Radarsensor als Weggeber bei 24 GHz.

kehrschluss, dass der Sachverständige, der mit dem IDA2 starke Pegel erfasst, auf eine intakte Kommunikation schließen kann, stimmt so nicht. Denn selbst wenn er viel Pegel registriert, kann das Signal durch Reflexionen bis zur Unkenntlichkeit verzerrt sein. In diesem Fall ist für Empfänger keine Kommunikation möglich. Dementsprechend muss das System die erfassten digitalen Daten genau untersuchen. Die aufgezeichneten Werte werden automatisch demoduliert und ausgewertet. Somit gibt es bei FM-Radio nicht nur die Kanal-Leistungsmessung, sondern auch optional die „RDS BLER“-Messung (Block Error Ratio). Und analog dazu bei TETRA die TETRA MER (Message Erasure Rate). Damit erfasst das System nicht nur die Signalstärke, sondern auch Parameter wie die Signalqualität, die über die gesamte Strecke empfangen wird. Über Anwendungen in Straßen- oder U-Bahntunneln (Bild 2) hinaus, in denen das System beispielsweise mit einem Radar als Weggeber bei 24 GHz operiert, misst es auch im Freien und zusätzlich mit GPS-Empfänger oder in Gebäuden mit Gebäudeplan im Tablet. Es erfasst die elektrische Feldstärke bis 6 GHz, was letztendlich vom verwendeten Messempfänger abhängt. Ferner wird das sogenannte Lee-Kriterium erfüllt bzw. übertroffen. Mehr als 50 Einzelmessungen innerhalb von 40 Wellenlängen ( $\text{distance} = 40 \text{ wavelength} = 40 c/f$ ), abhängig vom gewählten Frequenzbereich, wurden durchgeführt. Das Lee-Kriterium besagt, dass die definierte Mindestanzahl an Messwerten erfasst werden muss, um einen Kanal überhaupt fachgerecht als funktionsfähig einzustufen. Sind alle Ergebnisse jedes einzelnen definierten Kanals innerhalb eines DTS-Projekts erfasst, können diese zur abschließenden Dokumentation wahlweise im PDF- oder CSV-Format exportiert werden.

### Feldstärken im Inneren von Bauwerken messen

BTS-3000 (Building Test System) ist dabei die zweite Software-Version, die Feldstärken im Inneren von Bauwerken analysiert. Beispiele sind Parkhäuser und Tiefgaragen. Auch hier müssen Feuerwehr, Notarzt und Polizei kommunizieren und erreichbar sein. Wenn Sensoren nicht mehr in der Lage sind, Daten zur Positionsbestimmung zu übermitteln, da im Inneren kein Empfang möglich ist, legt der Messtechniker mithilfe eines Gebäudeplans auf seinem Tablet fest, wo er sich gerade befindet und Messwerte erfasst (Bild 3). Die Signale werden gemessen, die jeweiligen Messpositionen am Tablet angetippt und mit den zugehörigen Feldstärken gespeichert. // HEH

Narda Safety Test Solutions