

# Übungssache

## Messmethoden für Tetra-Versorgungen und den Richtfunk-Backhaul

Jan Steuer, Lars Neumann,  
Stephan Plaspohl

Funkversorgungsmessungen, insbesondere dann, wenn ein Versorgungsgebiet im Betrieb geprüft werden soll, sind sehr aufwendig. Gleiches gilt für Line-of-Sight-Prüfungen für Backhaul-Richtfunkstrecken, erst recht, wenn zunächst die grundsätzliche Machbarkeit geprüft werden soll und Standortinfrastrukturen wie der geplante Mast noch nicht verfügbar sind. Der Beitrag stellt zwei neue Lösungsansätze für diese Aufgaben vor.

Im Rahmen von Planungsaufträgen von digitalen Bündelfunksystemen nach dem Tetra-Standard sind immer wieder Funkversorgungsmessungen durchzuführen. Hierzu wird oft eine Basisstation mit einer Testfrequenz am gewünschten Standort „in die Luft gebracht“ und dann gemessen. In normalen Umgebungen können hierzu bewährte Messsysteme wie Motorola Scout verwendet werden, bei denen anhand von GPS-Daten die Versorgung direkt auf Karten mitgezeichnet wird. Der Aufwand potenziert sich, wenn in Atex-Umgebungen gemessen werden soll, da dann typische Mess-Tools aufgrund der verwendeten Steckverbinder zwischen Laptop und Messendgeräten ausfallen bzw. das Messsystem über keine Atex-Zertifizierung verfügt. Dann müssen die Messdaten oft aufwendig von Hand aufgezeichnet werden.

Daher wurde überlegt, ein Messsystem zu entwickeln, bei dem die Daten anderswo zentral aufgezeichnet werden und auf die Verwendung der Schnittstelle am zur Messung verwendeten Funkgerät verzichtet werden kann. Da einige Endgerätehersteller ihre Messdaten per SDS (Short Data Service) verschicken können, wurde eine Auswertesoftware entwickelt, die SDS aus einem Tetra-Empfängerendgerät ausliest und auswertet. Die Messdaten werden dann für das Einlesen in eine GIS-Software aufgearbeitet und können auf einer beliebigen Karte dargestellt werden. Die AirtIT-Systems, der IT-Dienstleister des Flughafens Hannover, stellte freundlicherweise zum Entwickeln und Testen



Bild 1: Messergebnisse für die Feldstärke einer Zelle (grün – gute Versorgung, rot – schlechte Versorgung)

einer derartigen Applikation ihr Tetra-Netz und einige Funkgeräte zur Verfügung.

### Test der Flächenversorgung im laufenden Betrieb

Die AirtIT nutzt die Software, um regelmäßig die Versorgung auf dem Flughafengelände in Hannover zu überprüfen. Im Gegenzug für die Unterstützung bei der Entwicklung wertet Dok Systeme diese Daten aus und erstellt mit der Auswertungssoftware die Versorgungskarten. Die AirtIT-Funkabteilung ist so in der Lage, ihre Outdoor-Versorgung laufend zu prüfen und zu dokumentieren, ohne permanent mit einem speziellen Messsystem das Versorgungsgebiet abfahren zu müssen. Im Grunde könnte jedes Endgerät im System für die Versorgungstests genutzt werden. Wird das Funkgerät auf einem Fahrzeug, das ohnehin viel auf dem gesamten Gelände unterwegs ist, entsprechend programmiert, erhält man eine Prüfung der Funkversorgung ohne zusätzlichen Aufwand. Die Ergebnisse werden farblich im Kartenmaterial dargestellt. So kann einfach und effektiv festgestellt werden, ob sich in der Versorgung Veränderungen ergeben haben. Da die Endgeräte auch die Werte der Nachbarzellen monitorieren, können

Dr.-Ing. Jan Steuer berät als geschäftsführender Gesellschafter der Dok Systeme Ingenieurgesellschaft für Kommunikationssysteme mbH, Garbsen, Behörden sowie Industrie- bzw. Dienstleistungsunternehmen, Lars Neumann und Stephan Plaspohl sind angestellte Berater der Dok Systeme GmbH für Tetra-Lösungen und BOS-Digitalfunk

in diesem Fall mit einer Messfahrt die Werte aller drei auf dem Flughafengelände in Betrieb befindlichen Basisstationen aufgenommen werden. Diese lassen sich dann einzeln darstellen, oder es kann der jeweils beste Wert angezeigt werden. *Bild 1* zeigt die Ergebnisse der Messfahrt einer Zelle. Des Weiteren kann eine Darstellung generiert werden, aus der hervorgeht, wo die Geräte sich in welche Zelle einbuchten. *Bild 2* vermittelt einen Eindruck von der Auswertesoftware.

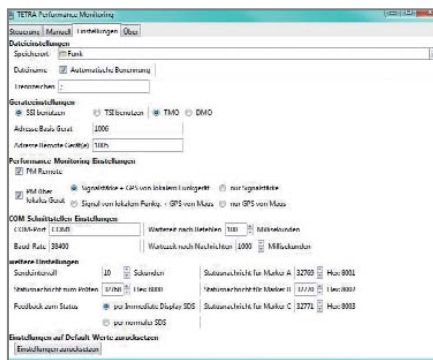


Bild 2: Auswertesoftware

Für die Inhouse-Versorgung können über entsprechend programmierte Softkeys aus dem Endgerät, Marker verschickt und über das Mess-Tool mit dem entsprechenden Rx-Wert aufgezeichnet werden. Weil das GPS-Signal im Inhouse-Bereich nicht zur Verfügung steht, müssen diese Marker auf eine Karte aufgetragen und können dann mit den aufgenommenen Werten grafisch dargestellt werden. Dieses Verfahren muss zwar von qualifiziertem Personal durchgeführt werden, erleichtert aber die Messung des Inhouse-Bereichs und kann regelmäßig mit einer festgelegten Route und ohne großen Aufwand wiederholt werden.

In den Tests hat es sich gezeigt, dass diese Messmethode und die Auswertesoftware sehr gut geeignet sind, Flächenversorgungen im laufenden Betrieb ohne Nutzung von teurem Zusatz-Equipment einzusetzen, wie es z.B. für die typischen Versorgungstests der Mobilfunk-Carrier von den einschlägigen Zeitschriften eingesetzt wird. Diese professionellen Messungen sind sicher für Abnahmemessungen oder für große Flächentests besser geeignet. Soll aber im Atex-Um-

feld gemessen werden, scheitert dieser Ansatz mit Messfahrzeugen gänzlich. Darüber hinaus können Nutzer in der Fläche ohne großen Aufwand das Netz quasi en passant testen, insbesondere dann, wenn andere Messmittel einfach zu aufwendig sind. Ein weiterer interessanter Anwendungsfall dürfte die regelmäßige Prüfung der Versorgung des BOS-Digitalfunknetzes (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) sein.

### Verschiedene Versorgungsaufträge

Der BOS-Digitalfunk ist geprägt von einem flächendeckenden Versorgungsauftrag. Dies führt häufig zu Mastneubauten auch in ländlichen, teilweise schwer erreichbaren Gegenden oder auch zur Mitnutzung vorhandener exponierter Standorte. In einigen Bundesländern erfolgt die Vernetzung der Tetra-Basisstationen über Richtfunkstrecken, da die Neuverlegung von Datenkabeln zum Standort teilweise zu exorbitanten Kosten führt. Die Planung dieser Strecken erfolgt in einem mehrstufigen Prozess, der letztlich auch die Genehmigung der Ringstrukturen durch die BDBOS (Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) beinhaltet.

Für die Überprüfung der Eignung von Strecken für Richtfunk sind regelmäßig Geländeschnitte (Prüfung des Höhenprofils) zur Feststellung einer freien Fresnelzone notwendig. Die Fresnelzone ist ein Bereich zwischen Sender und Empfänger, der frei von Hindernissen sein muss, um eine optimale Übertragung zu gewährleisten. Sie hat auf der direkten Verbindung zwischen Sender und Empfänger die Form einer Zigarre (Rotationsellipsoid). Im zweiten Schritt muss insbesondere bei nicht eindeutigen Ergebnissen z.B. durch möglicherweise einwachsende

Vegetation oder Windräder die Sichtverbindung (Line of Sight – LoS) geprüft werden. Hierzu war es bisher notwendig, entweder den Mast zu besteigen oder insbesondere bei noch nicht vorhandenem Mast einen Hubsteiger zu verwenden. Dieser ist – speziell bei 50 m hohen Masten – ein sehr großes Gerät, das nicht mehr ohne Weiteres im Gelände aufgestellt werden kann und daher mit entsprechend hohen Kosten verbunden ist.

### Line-of-Sight-Tests mit zivilen „Drohnen“

Vor diesem Hintergrund wurde zur Vereinfachung derartiger Tests durch die Dok Systeme GmbH folgender Ansatz für LoS-Tests geprüft: Seit einiger Zeit sind Quadcopter (bis hin zu Octocoptern) – sogenannte Drohnen – am deutschen Markt verfügbar, mit denen auch professionelle Kameras in beachtliche Höhen transportiert werden können. Die Kosten für professionelle Drohnen liegen in der Größenordnung eines Kleinwagens. Kleinere Drohnen hingegen mit einfachen HD-Kameras und Festbrennweite gibt es schon für rund 300 €. Zur Verifikation der Eignung wurden zunächst Tests von einem Hochhaus durchgeführt, um zu prüfen, ob die Auflösung von marktüblichen Spiegelreflexkameras ausreichend ist. Damit konnte eine Machbarkeit zumindest

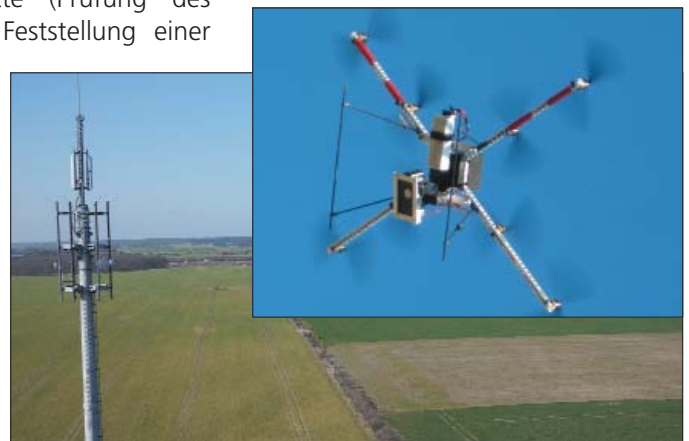


Bild 3: Beispiel eines Quadcopters mit acht Motoren zur Aufnahme z.B. einer Basisstation

für Entfernungen von bis zu 10 km nachgewiesen werden. Action-HD-Kameras mit Festbrennweite erwiesen sich aufgrund der schlechteren Objek-

tive als eher ungeeignet; für einen ersten Rundumblick sind sie allerdings geeignet, sofern die Funkreichweite ausreichend ist und die Wetterverhältnisse stimmen (*Bild 3*).

Mit einer professionellen Drohne wurden nun die ersten vielversprechenden Tests durchgeführt. Vorausgegangen war eine umfassende Marktanalyse. Auch der Einsatz eines Camcorders wurde getestet; er erwies sich jedoch als ungeeignet.

Ein wesentliches Feature bei dieser Anwendung ist die Übertragung der gewonnenen Bilddaten zum Boden, um sie direkt auswerten zu können. Weitere Auswahlkriterien sind:

• Akkulaufzeit der Drohne;

• Windempfindlichkeit;

• Kamera;

• Gyroskop;

• Kompass und GPS-Koordinaten mit Anzeige am Boden;

• direkte Übertragung der Bilder an den Piloten zur Kontrolle;

• Tragfähigkeit der Drohne;

• Nachbearbeitungsmöglichkeit mit hohen Auflösungen und Einblendung der Richtung.

Um die Sichtbarkeit der Gegenstelle zu verbessern, können handelsübliche, mit Helium gefüllte Ballons mit einem Durchmesser von ca. 1 m eingesetzt werden (*Bild 4*).

Für die Durchführung der Messung wird eine Genehmigung für Luftaufnahmen benötigt. Da zusätzlich auch Erfahrungen für die Steuerung des Fluggeräts und die richtige Wahl und Einstellung der Kamera benötigt werden, bieten mittlerweile auch Fotografen ihre Dienstleistungen an. Dennoch bleiben die Kenntnisse zu den notwendigen Ergebnissen für die Richtfunkplanung sowie die richtige Ausrüstung wichtige Faktoren, wenn die Ergebnisse von Nutzen sein sollen.



*Bild 4: Ballon im Test als Gegenstelle*

## **Zusammenfassung**

Durch die vorgestellten Messmethoden lassen sich Messungen der Tetra-Grundversorgung vereinfachen, insbesondere, wenn diese permanent benötigt werden. Durch den Einsatz von Quadrocoptern ist es gelungen, LoS-Tests zumindest in einem Entfernungsbereich von 7 bis 10 km durchzuführen, ohne einen Hubsteiger nutzen zu müssen. Dort, wo allerdings das menschliche Auge auch mit Ferngläsern versagt, kann selbst die Kamera am Quadrocopter nichts mehr ausrichten. In diesen Fällen sind Zwischenwerte auf der Strecke notwendig. In Summe wird viel Übung benötigt. (bk)