

Geeignet

PMR-Datenfunklösungen für Smart Grids

Michael Behnke

Die Fernwirktechnik ermöglicht die Überwachung und Steuerung der Verteilernetze, benötigt dafür jedoch zuverlässig funktionierende digitale Kommunikationswege zwischen einer Fernwirkleitzentrale und Fernwirkunterstationen. Grundsätzlich gibt es dafür verschiedene Alternativen – sowohl drahtgebunden als auch drahtlos wie z.B. GSM, GPRS, UMTS, aber auch private, professionelle Funkssysteme. Aber: Kann ein digitales Betriebsfunknetz eine gesetzeskonforme drahtlose Anbindung von Systemen zur Netzsteuerung bei Energieversorgern ermöglichen, also die Übertragung der Netzzustände in Echtzeit und deren Steuerung und Regelung übernehmen? Und welche regulatorischen Rahmenbedingungen sind dabei zu beachten?

Das Energiewirtschaftsgesetz fordert für die Steuerung von Stromversorgungsnetzen in § 11: „Der Betrieb eines sicheren Energieversorgungsnetzes umfasst insbesondere auch einen angemessenen Schutz gegen Bedrohungen für Telekommunikations- und elektronische Datenverarbeitungssysteme, die der Netzsteuerung dienen.“

Rahmenbedingungen

Dazu definiert die Bundesnetzagentur (BNetzA) im IT-Sicherheitskatalog Forderungen u.a. zur Verfügbarkeit der TK- und EDV-Systeme zur Netzsteuerung: Es ist „nachhaltig sicherzustellen, dass der Betrieb der relevanten Telekommunikations- und Datenverarbeitungssysteme ordnungsgemäß erfolgt. Dies bedeutet insbesondere, dass die eingesetzten IKT-Systeme und IKT-gestützten Verfahren und Prozesse zu jedem Zeitpunkt beherrscht werden.“ Im Dokument „Smart Grid und Smart Market“ differenziert die BNetzA zwischen den Anforderungen für diese beiden Segmente: „So ist eine 100%-Verfügbarkeit für die Übertragung von Messdaten aus Messsystemen bei Endkunden nicht erforderlich, wohl aber für die Datenkommunikation im Bereich der Netzbetriebsführung.“ Der Ausschuss für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestags untersuchte 2011 die „Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung“: „Der Sektor ‘Informationstechnik und Telekommunikation’ (IT/TK) wird durch einen Stromausfall massiv beeinträchtigt. Bereits nach kurzer Zeit sind Festnetz- und Mobiltelefonie, die Nutzung des Internets sowie zum Teil auch der Rundfunkempfang nicht mehr möglich.“ Das Empfehlungspapier „Smart Grids in Deutschland“ von BDEW und ZVEI zeigt die Folgen der begrenzten Ver-

fügbarekeit der öffentlichen Netze bei einem Einsatz in der Netzsteuerung auf und benennt gleichzeitig eine Alternative: „Öffentliche Netze wie zum Beispiel GPRS haben den Nachteil, dass bei Netzstörungen im Versorgungssegment befindliche Sendeanlagen nicht zur Verfügung stehen und es damit nicht möglich ist, die Ortsnetzstation zu erreichen. Mit einer EVU-eigenen Kommunikationsinfrastruktur können Ortsnetzstationen und andere Elemente der Verteilnetzstruktur flächendeckend erreicht werden.“ Als notwendige Voraussetzung für eigene Kommunikationssysteme stellt die BNetzA den Betreibern kritischer Infrastrukturen exklusive Frequenzen zur Verfügung. Die aktuellen „Verwaltungsvorschriften für Frequenzuteilungen im nichtöffentlichen mobilen Landfunk“ (VVnömL) präferieren den 2-m-Bereich für den Aufbau von PMR-Funksystemen, jedoch werden aktuell viele Netze auch im 4-m-Bereich aufgebaut oder betrieben.

Fernsteuern und Fernmessen

Auch im deutschen Sprachraum wird in Verbindung mit Fernwirktechnik immer häufiger der Begriff Scada verwendet. Scada steht für „Supervisory Control and Data Acquisition“ und umfasst damit sowohl das Überwachen bzw. Steuern von Prozessen sowie das Messen wichtiger Zustandsgrößen. Fernwirktechnik- bzw. Scada-Einrichtungen bieten standardisierte Schnittstellen, mit deren Hilfe Messwerte abgefragt und Steueranweisungen sicher übertragen werden. Die hierzu am häufigsten für Fernwirkaufgaben verwendeten standardisierten Protokolle sind IEC 60870-5-101 (serielle Kommunikation) und IEC 60870-5-104 (über IP-Netze). Bei beiden Protokollen sind die Nutzdatensätze relativ kurz, selten länger als 60 byte und

Michael Behnke ist Leiter des Produktmanagements der Radiodata GmbH in Berlin

damit gut geeignet, um über ein Schmalbandsystem wie ein DMR-Funknetz übertragen zu werden.

Fernwirken im Verteilernetz

In *Bild 1* ist exemplarisch die Schaltanlage eines Abgangs im Verteilernetz mit ihren Fernwirkpunkten dargestellt. Um Störungen erkennen zu können, müssen Strom und Spannung ständig überwacht werden. In Mittel- und Niederspannungsanlagen mit hohen Strömen ist die Strom- und Spannungsmessung nicht direkt möglich. Man setzt dafür Strom- und Spannungswandler ein, die die Messgrößen in Signale auf niedrigem Potenzial umwandeln. Diese analogen Größen werden digitalisiert und dann mithilfe des Fernwirkprotokolls an die Leitzentrale übertragen. Zusätzlich können dort die im Bild gezeigten Last- und Trennschalter als Fernwirkpunkte ferngesteuert schalten. Die Trennschalter dienen der schnellen Fehlerlokalisierung sowie der Sicherheit des Personals bei Wartungsarbeiten. Dieses fle-

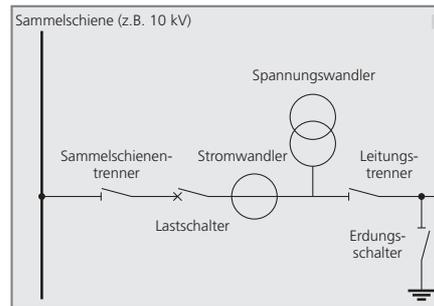


Bild 1: Prinzip der Schaltanlage eines Abgangs im Verteilernetz

xible Konzept ermöglicht es, eine gestörte Verbindung innerhalb eines Verteilernetzes mithilfe der Fernwirktechnik durch die Leitzentrale außer Betrieb zu nehmen, ohne dass andere Verbindungen beeinträchtigt werden. *Bild 2* vermittelt einen Eindruck über Menge und Vielfalt der Fernwirkpunkte eines Verteilernetzes. Neben der Steuerung des Verteilernetzes übernimmt die Fernwirktechnik auch die Übertragung von Messwerten und Steuerbefehlen für die Regelung größerer EEG-Anlagen als einspeisende Komponenten eines Stromversorgungsnetzes. Ein Smart Grid erfordert

also die sichere (und jederzeit verfügbare) Übertragung einer Vielzahl kleiner Datenpakete einer meist dreistelligen Anzahl von Teilnehmern.

Vorteile der Funkübertragung

Das Übertragungsmedium beim Einsatz von Fernwirktechnik wird häufig durch die praktischen Gegebenheiten bestimmt. Sind Drahtwege vorhanden, wird i.d.R. eine drahtgebundene Übertragung vorgezogen. Fehlt diese, kommt aus Kostengründen meist nur noch eine Funkübertragung in Betracht.

Die Nutzung eines digitalen Bündelfunknetzes, z.B. DMR Tier III, bietet hier eine interessante Alternative. Regionale EVU und Stadtwerke nutzen häufig eigene PMR-Netze für den Sprechfunk, um im Regelbetrieb, aber insbesondere auch bei großflächigen Stromausfällen sicher kommunizieren zu können und nicht auf öffentliche Mobilfunknetze angewiesen zu sein. Eigene PMR-Netze bieten normalerweise eine Funkversorgung, die weit-

gehend deckungsgleich ist mit dem Versorgungsgebiet des EVU. Unterbrechungsfreie Stromversorgungen mit Überbrückungszeiten von 12 bis 72 h stellen die Funktionsfähigkeit im Schwarzfall über diesen Zeitraum sicher. Eine redundante Auslegung der

DMR für Smart Grids

Ein Betriebsfunksystem, implementiert nach ETSI-Spezifikation DMR Tier 3, ist für die Datenübertragung prädestiniert. Die ETSI-Spezifikation definiert verschiedene Datenübertragungsmechanismen wie Statusmeldung, SDS, Polling usw. Die Datenübertragung auf Verkehrskanälen (Payload Channels) kann IP-basiert erfolgen.

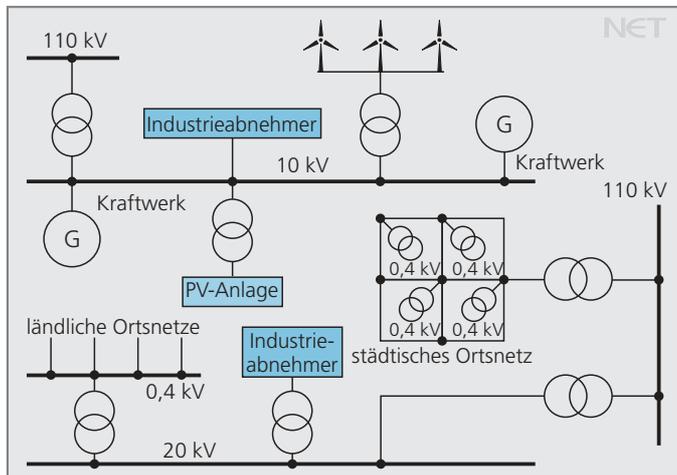


Bild 2: Fernwirkpunkte in einem Verteilernetz

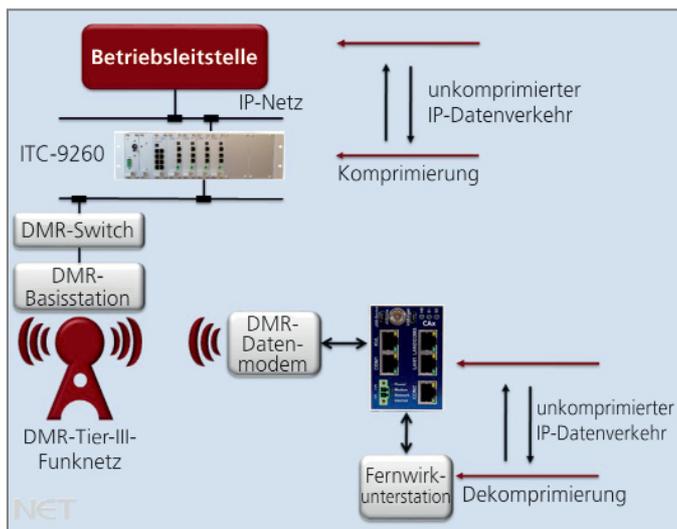


Bild 3: Beispielhafte Implementierung für die Steuerung und Überwachung von Fernwirkstationen über ein DMR-Tier-3-Funksystem

Hard- und Software des Funknetzes erhöht die Verfügbarkeit des Systems weiter.

Bei der Modernisierung analoger PMR-Netze und der dabei stattfindenden Umstellung auf digitale Techniken wie DMR Tier III offenbaren sich Kapazitätsreserven, die neben Sprech- auch Datenfunklösungen ermöglichen. Viele der Anforderungen, die an den Datenfunk gestellt werden, insbesondere die sichere Funkversorgung und die technische Verfügbarkeit, werden bereits aufgrund der Sprechfunkanwendung im digitalen PMR-Netz erfüllt.

Für kurze Spontanmeldungen steht der Organisationskanal TSCC (Trunked Station Control Channel) zur Verfügung, wobei die DMR-Spezifikation zur Erhöhung der Kapazität ausdrücklich die Einrichtung eines zweiten TSCC zulässt. Bei höheren Datendichten verhindern Polling-Verfahren auf einem Payload-Kanal Zugriffskollisionen auf der Luftschnittstelle. Zudem verdoppelt das Zeitmultiplexverfahren TDMA die Kapazität gegenüber analogen Funknetzen auf zwei Kommunikationskanäle pro HF-Träger.

Das Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-104 gewinnt immer mehr an Bedeutung. Jedes Nutzdatenpaket wird dabei in einen IP-Rahmen eingefügt, der jedoch die Menge der zu übertragenden Daten vergrößert. Bei den typischerweise kleinen Datenpaketen führt das zu einer ungünstigen Relation. Der IP-Header (IPv4) addiert mindestens 20 byte, je nach Verwendung von UDP oder TCP kommen noch weitere 8 oder 20 byte dazu. Aufgrund der relativ geringen Datenrate eines DMR-Kanals zwischen 1.600 und

3.200 bit/s je Zeitschlitz (je nach eingestellter Redundanz) stellt die IP-Orientierung eine echte Herausforderung für den PMR-Schmalbandfunk dar.

Für die Übertragung der IEC-Protokolle über ein DMR-Funknetz werden deshalb verschiedene Verfahren zur Verringerung der Last auf der Luftschnittstelle eingesetzt, z.B.:

- Verringerung der Anzahl von Keep-Alive-Telegrammen ohne Nutzinformation;
- Header- und Datenkompression;
- Formatkonvertierung zur Verringerung der Redundanz.

Damit lässt sich eine Verringerung der Last auf der Luftschnittstelle um bis zu 70 % erreichen, so dass auch schmalbandige PMR-Funksysteme eine Vielzahl von Fernwirkstationen steuern und überwachen können. Eine geeignete Implementierung zeigt Bild 3.

Datenschutz und -sicherheit

Neben den Anforderungen an die Verfügbarkeit der Systeme stellt die BNetzA im IT-Sicherheitskatalog auch Forderungen an die Netzsicherheit. Die DMR-Association spezifizierte verschiedene Verschlüsselungsverfahren, von denen mehrere der Technischen Richtlinie 02102-1 des BSI „Kryptographische Verfahren: Empfehlungen und Schlüssellängen“ entsprechen. Damit erfüllen moderne DMR-Systeme auch die Forderungen nach Vertraulichkeit, Integrität und Authentizität.

Fazit

Moderne DMR-Tier-3-Systeme entsprechen den Forderungen des Gesetzgebers nach Verfügbarkeit und Datensicherheit und verfügen mit intelligenten Datenmodems über eine ausreichende Kapazität für die wirtschaftliche und sichere drahtlose Steuerung und Überwachung kritischer Infrastrukturen. Zu empfehlen ist in jedem Einzelfall neben der individuellen Risikoanalyse eine Abschätzung des zu übertragenden Sprach- und Datenvolumens, die Festlegung geeigneter Mechanismen für Datenübertragung und Verschlüsselung sowie die projektspezifische Umsetzung mit einem erfahrenen Partner. (bk)