

# Krisen- und risikofest

## Alarmierung mit intelligenten Zusatzfunktionen „über die Luft“ bringt noch mehr Sicherheit und Zuverlässigkeit

Dominik Schweizer

In ihrer Alarmierungsnetz-Infrastruktur der neuesten Generation (ITC 2500) hat Swissphone neue Sicherheits- und Performance-Merkmale wie die patentierte Netzstatusrückmeldung realisiert. Wie die Alarmierung selbst, erfolgt die Netzstatusabfrage über die Luftschnittstelle und ohne die Nutzung der Infrastruktur von Drittanbietern. Dank des effizienten Designs ist eine zuverlässige Alarmierung der Rettungskräfte ohne Geschwindigkeitsabfall der Übertragung stets gewährleistet.

Wie zuverlässig sind unsere Energienetze, und wie wahrscheinlich oder möglich ist der Angriff von Hackern auf Infrastrukturdienste? Diese Fragen wurden in den vergangenen Monaten intensiv diskutiert. Die Betreiber von Alarmierungsnetzen sind von diesen Themen unmittelbar tangiert, denn sie betreffen auch die Verfügbarkeit und Stabilität ihrer Kommunikationskanäle. Und unabhängig davon, wie die Antworten auf die genannten Fragen ausfallen: Die Diskussion schafft einmal mehr ein Bewusstsein darüber, dass Alarmierungsnetze hochredundant und sicher aufgebaut sein müssen, damit es auch in allen erdenklichen und noch so unwahrscheinlichen Krisenfällen möglich ist, jederzeit alle Beteiligten zu alarmieren.

### Ziel: ein von Drittanbietern unabhängiges Alarmierungsnetz

Dabei sollte auch das Risiko ausfallender IP-Netze, Richtfunkzubringer und überhaupt jede mögliche Unterbrechung von Drittinfrastrukturen in Betracht gezogen werden. Am besten und sichersten – so die Überzeugung von Swissphone – ist es deshalb, völlig auf Fremdnetze und -kanäle zu verzichten und den „Blaulichtdiensten“ ein autarkes, hoch zuverlässiges und hoch verfügbares Alarmierungsnetz zur Verfügung zu stellen.

Diesem Prinzip folgend, hat Swissphone die Multimaster-Netzarchitektur entwickelt und patentiert. Die Übermittlung des Signals erfolgt dabei von einem oder mehreren Mastern ringweise über die Luftschnittstelle zu den Slave-Basisstationen, den digitalen Alarmumsetzern (DAU, Bild). Diese Architektur ist äußerst resilient, denn bei einem Ausfall des IP- oder Richtfunkzubringers zu einem oder mehreren Master-DAU können die losgelösten Stationen über die Luft-

schnittstelle erreicht werden (Wide Broadcast, Bild).

Rettungsdienste, die ein Alarmierungsnetz nutzen, das auf dieser Infrastruktur basiert, können somit komplett unabhängig von jeglicher Drittinfrastruktur alarmieren. Zudem ist das Funknetz auf einfache und kostengünstige Weise extrem härter, damit es auch während größerer Krisenfälle wie z.B. einem Blackout zuverlässig funktioniert. Hierbei können Stützbatterien für kürzere, Brennstoffzellen für längere Stromunterbrechungen betriebsbereit angeschlossen werden.

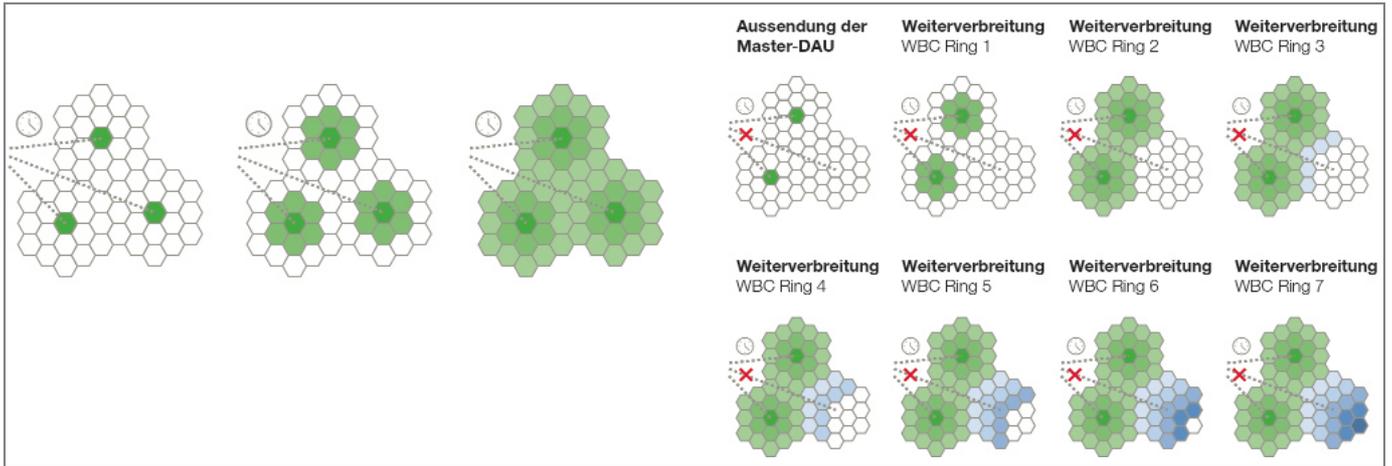
### Voraussetzungen für ein krisenfestes Alarmierungsnetz

Die Anforderungen der Anwender an die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Alarmierungsnetzes gehen aber noch weiter. Gefordert wird immer häufiger auch, dass die Aussendung einer Meldung bei jeder Basisstation im Netz bestätigt werden kann. Außerdem sollen Fehler im Netz bereits vor der Aussendung erkannt und dem Netzcontroller (DAG – digitaler Alarmgeber) zurückgemeldet werden, damit entsprechende Maßnahmen ergriffen werden können. Auch hier folgt Swissphone dem Leitsatz „Alles über die Luft“ und ermöglicht den Anwendern, diese Anforderungen zu erfüllen, ohne auf Drittinfrastruktur wie IP-Zubringer, LTE-Modems usw. zurückzugreifen.

Diese Infrastruktur beinhaltet drei wichtige neue Funktionen, die letztlich die vom Anwender gewünschte Zuverlässigkeit auch in Krisensituationen gewährleisten:

- ausgereifte Systemüberwachung;
- hochleistungsfähige und „schnelle“ Netzstatusrückmeldung;
- Signalpegelmatrix als Voraussetzung für die effiziente Funkkonfiguration solcher Netze.

Dominik Schweizer ist Product Manager Networks bei der Swissphone AG in Samstagern, Schweiz



Multimaster-Netz mit Broadcast-Modus (Normalzustand, links) und Wide-Broadcast-Modus, WBC (Rückfallebene u.a. beim Ausfall des IP- oder Richtfunkzubringers eines Master-DAU, rechts)

### Erste Stufe: zyklische Systemüberwachung

Seit über 15 Jahren ist die Systemüberwachung fester Bestandteil der Alarmierungsnetze von Swissphone. Systemüberwachung bedeutet: Das Netz wird zyklisch über die eigene Luftschnittstelle, d.h. unabhängig von Drittanbietern überwacht. Sobald ein Fehler auftritt, erhält ein Techniker automatisch eine Nachricht per E-Mail, Modbus, SNMP, SMS oder auf den Pager. Das System überwacht und meldet u.a. Sender- und Empfängerfehler, Netzspannung, Controller-Temperatur sowie eine Zustandsänderung der digitalen Ein- und Ausgänge (I/O). Ebenfalls detektiert wird eine Verschiebung der Sendefrequenz (PLL Lock). Die Systemüberwachung wird lediglich protokolliert und führt nicht zu Betriebsänderungen (z.B. zum Wide-Broadcast-Betrieb, siehe Bild).

Die Systemüberwachung erfolgt wahlweise in zwei Kompaktheitsgraden:

- als Abfrage aller Basiswerte;
- als erweiterte Abfrage mit detaillierterer Aufschlüsselung der Zustände und Fehler.

### Zweite Stufe: Netzstatusrückmeldung

Seit Generation 5 (ITC 2500) und somit seit 2017 bietet Swissphone zusätzlich zur Systemüberwachung auch eine Netzstatusrückmeldung an, die sowohl den Betrieb des Alarmierungssystems überwacht als auch selbsttätig Betriebsmodi auslösen kann.

Erkennt das System beispielsweise fehlende Aussendungen, schaltet es automatisch in den Wide-Broadcast-Modus um. In diesem Fall dürfen Slave-DAU auch Transmissionen repetieren, die ursprünglich nicht für sie bestimmt waren.

Wide Broadcast kommt auch dann zum Einsatz, wenn durch den eingangs erwähnten Ausfall des IP- oder Richtfunkzubringers ein oder mehrere Master-DAU nicht angesprochen werden können (siehe Bild).

Die Netzstatusrückmeldung, die, wie eingangs beschrieben, über die eigene Infrastruktur und ohne Einbeziehung von Drittanbietern erfolgt, kann zyklisch ausgeführt werden. Das System kann die zeitlichen Abstände der Netzstatusabfrage aber auch – je nach Füllgrad der Meldungs Warteschlange – dynamisch ausführen.

### Drei Kontroll- und Statusfunktionen in einer Abfrage

Dabei stellt die Netzstatusrückmeldung den Sammelbegriff folgender Informationen dar:

- Aussendekontrolle jedes einzelnen DAU;
- konsolidierter „Gesundheitszustand“ des DAU: dies ist die logische ODER-Verknüpfung aller Parameter der Systemüberwachung (siehe oben); bei negativem Gesundheitszustand kann manuell oder automatisch eine detailliertere Systemüberwachung initiiert werden;
- Prüfung, ob eine dezentrale Alarmanfrage anliegt: nur bei positiver

Prüfung wird der Alarmtext über die Luftschnittstelle an die Leitstelle zurückgegeben; dies verhindert nutzlose Übertragungen.

Dabei kann die Netzstatusrückmeldung von allen DAU im Netz oder selektiv von einzelnen DAU angefordert werden.

### Dezentrale Alarmeinspeisung

Mit den beschriebenen Kontroll- und Statusinformationen der Netzstatusrückmeldung wird eine weitere Neuerung besser verständlich: die dezentrale Einspeisung von Alarmen. Sie ermöglicht das Einspeisen eines Alarms oder einer Nachricht an beliebigen DAU im Netz und deren Übermittlung an die Leitstelle. Die dezentrale Einspeisung dient auch als zusätzliche Rückfallebene für den Fall, dass die Leitstelle ausfällt. In diesem Fall wird dennoch ein bestimmtes Netzseg-

### Für Updates und Logdateien: LTE-Modem

Swissphone-DAU der aktuellen fünften Generation (ITC 2500) verfügen über ein optionales LTE-Modem. Diese Komfortfunktion widerspricht nicht dem Grundsatz der Nutzung eigener Infrastruktur. Das Modem ermöglicht das Aufspielen von Softwareupdates über die Luftschnittstelle und erspart dadurch dem Servicetechniker die Anfahrt zum DAU. Außerdem können auf diese Weise Logdateien abgefragt werden.

ment oder wahlweise sogar das gesamte Netz alarmiert. Außerdem wird das Swissphone-Alarmierungsnetz auf diese Weise zu einem bidirektionalen Netz, das beim Ausfall anderer Kommunikationsnetze zur einfachen Kommunikation zwischen Feuerwehrhäusern, Einsatzzentralen und Leitstellen dienen kann, ohne dabei die Vorteile der Broadcast-Methode zu mindern.

### Dritte Stufe: effiziente Netzoptimierung

Damit ein solches Netz effizient konfiguriert werden kann, bietet die Generation 5 für den Aufbau des Netzes auch eine automatische Abfrage der Signalpegelmatrix. Diese Funktion ermöglicht es, die Empfangsleistung an jeder Station beim sequenziellen Senden jeder einzelnen Station zu messen. Mit der Signalpegelmatrix kann der Funknetzplaner eine Linkbudget-Analyse und eine praxisgerechte Ringplanung durchführen. Auch eine optimierte Segmentkonfiguration sowie die erleichterte Einrichtung der Netzstatusrückmeldung (Rückmeldeszenarien mittels Zeitschlitzzuordnung) sind hiermit möglich. Damit ist das Funknetz zeitnah betriebsfertig und lässt sich auch bei Änderungen jederzeit effizient optimieren. Der Anwender profitiert von sehr kurzen Aussende- und Rückmeldezeiten im Betrieb. Das heißt, es wird schneller alarmiert und die Alarmkapazität steigt. Eine optimale Netzplanung ist Voraussetzung für den fehlerfreien Empfang von Meldungen auf dem Endgerät, ins-

#### Weiteres Sicherheitsmerkmal: HF-Aussendekontrolle

Ein weiteres Sicherheitsmerkmal der von Swissphone entwickelten Luftschnittstelle ist eine zusätzliche Empfängerkarte, die auf der Luftschnittstelle „mithört“, was vom DAU gesendet wurde. Sie liefert eine zuverlässigere Aussendekontrolle im Rahmen der Netzstatusrückmeldung. Der Anwender erhält mit dieser Funktion die Gewissheit, ob die Meldung fehlerfrei, fehlerbehaftet oder gar nicht ausgesendet wurde.

Aussendedauer 1 Rufauftrag inkl. Netzstatusrückmeldung (in s)	0 Ringe Gleichwellennetz; Direktaussendung ohne Verteilung	1 Ring	2 Ringe	3 Ringe	4 Ringe
Standardszenario: 20 Adressen mit Text, Einzelaussendung	177	215	229	243	257
mit BOSKrypt-Verschlüsselung*	230	284	302	320	338
mit DiCal-IDEA-Verschlüsselung	185	230	244	259	273
mit Express-Alarm-Rufbeschleunigung (alle 20 Rufnummern)	16	23	24	25	26
mit DiCal-IDEA und Express-Alarm	16	23	24	25	26

Mit dem patentrechtlich geschützten Express-Alarm-Verfahren lässt sich die Meldung auch über vier Ringe innerhalb 30 s drei Mal aussenden und bestätigen (grün). Andere Verfahren dauern über zehn Mal länger (rot)

#### Berechnungsparameter

auf jeden Rufauftrag erfolgt im Anschluss eine Netzstatusrückmeldung;

20 RICs pro Rufauftrag, 200 Zeichen pro Meldung;

3 Transmissionen pro Rufauftrag;

bei Ringanzahl >0 wird der schnelle Verteiler (4.800 bd) angenommen;

Alarmierungs-Baudrate: 1.200 bd;

Dauer der Netzstatusrückmeldung für Ringanzahl >0: 6 s, für Ringanzahl =0: 0 s;

Overhead DiCAL-IDEA: 40 bit, Overhead BOSKrypt: 392 bit;

Latenz Richtfunkstrecke zwischen PNC und ITC: 500 ms.

\*) BOSKrypt erlaubt max. 180 Zeichen; es wird kalkulatorisch mit 200 Zeichen gerechnet

besondere im Zusammenhang mit der Verschlüsselung. Erleichtert wird diese Funktion dadurch, dass das von Swissphone eingesetzte DiCal-IDEA-Verfahren im Gegensatz zu anderen Verschlüsselungsverfahren daraufhin optimiert ist, möglichst fehlertolerant zu sein (s. a. NET 4/2019, Seite 14).

### Netzsimulation zeigt die Schnelligkeit der Alarmierung

Direkt im Anschluss an die Übertragung einer Nachricht über mehrere Ringe erfolgt die Aussendebestätigung mittels Netzstatusrückmeldung. Diese hat einen Einfluss auf die Alarmkapazität, denn erst nach Erhalt der Netzstatusrückmeldung kann ein neuer Rufauftrag abgearbeitet werden. Die Netzsimulation in der *Tabelle* erläutert, wie schnell eine Aussendung unter Annahme folgender Simulationsparameter erfolgt:

- Anzahl auszusendender Alarme pro Zeiteinheit: hierbei sind auch Notaussendungen des Rückfallbetriebs sowie organisatorisch gewollte Rufwiederholungen und Mehrfachtransmissionen zu berücksichtigen, da sie die Alarmkapazität verringern;
- durchschnittliche und maximale Anzahl von Zeichen pro Meldung;
- Anzahl Ringe;
- Alarmierungs-Baudrate;

- Anzahl zu verwendender RICs (abhängig von Regions- und Organisationsstruktur);
- Verteil-Baudrate: dem Swissphone-Gesamtsystem kommt dabei der schnelle Transport-Layer (4.800 bd) zugute;
- Anwendung von Express-Alarm (von Swissphone patentiertes Verfahren zur Rufbeschleunigung);
- Latenzen der Zubringerstrecken.

### Fazit

Abschließend lässt sich festhalten: Mit der etablierten Funktion der Systemüberwachung und den vergleichsweise neuen Techniken von Netzstatusrückmeldung und Signalpegelmatrix wurden drei Merkmale verwirklicht, die – in Kombination mit dem Verzicht auf die Infrastruktur von Drittanbietern – zu einer sehr hohen Stabilität und Krisenfestigkeit des Alarmierungsnetzes führen. Gut zu wissen für Anwender: Da Swissphone bei der Einführung neuer Funktionen und Techniken großen Wert auf Rückwärtskompatibilität legt, können Rettungsdienste ihre vorhandene Swissphone-Infrastruktur (ab ITC 2000) sanft migrieren (ITC 2500) und die hier beschriebenen neuen Funktionen nutzen. Zahlreiche Rettungsdienste u.a. in Deutschland, Österreich und Frankreich tun dies bereits. (bk)