

Koexistenz mehrerer Funksysteme an einem Standort - hier EQDH Herzogenaurach –

V5 07-10-2021 DC1NF

Präambel: Die folgende Betrachtung will die spezielle Anforderung am Funkstandort EDQH, Rettungswache Herzogenaurach, erörtern. **Ziel: Die gemeinsame Benutzung eines Funkmastes mit mehreren Funksystemen bei simultanem Funkbetrieb.**

Ausgangssituation Systeme:

1. **System 1:** 4m Repeater mit Koppelnetzwerk zur lokalen Alarmierung (Funkmeldeempfänger). Weitere Daten nicht bekannt.
2. **System 2:** 70cm: DMR System Single-Frequency-Repeater SFR, aktuelle Frequenz 433.6125 (Simplex) MHz, 5 W Ausgangsleistung, Eingangsempfindlichkeit -114 dBm (nach ETSI), Wert für Blocking unbekannt. Für die emittierte Leistung ergeben sich bei 2 dB Antennengewinn: 39 dBm, 7,9 W ERP oder 9 dBW (BNetzA max.=11,76 dBW)
System 2a:, Option, Erweiterung des digitalen SFR um einen Crossband-Repeater (Analoges FM) zu einem über HF-gekoppelten Hybriden Analog-/ Digitalsystem. Frequenz 144.500/ 144.375 MHz, 5 W Ausgangsleistung, Eingangsempfindlichkeit -120 dBm.
3. **System 3:** 70cm: FM System mit digitaler Modulation VARA, Frequenz 438.100 MHz wie bereits unter DLOROE lizenziert, Simplex, 5 W Ausgangsleistung, Eingangsempfindlichkeit -120 dBm , Wert für Blocking unbekannt, Eingangsfilter PROCOM BR7 70/6-150 mit sechs Kammern. Für die emittierte Leistung ergeben sich bei 2 dB Antennengewinn: 39 dBm, 7,9 W ERP oder 9 dBW (BNetzA max.=11,76 dBW).

Ausgangssituation Mastbelegung:

Erste Ebene, on Top: System 1, 4m Vertikalstrahler, Hersteller und Gewinn unbekannt, Sendeleistung 5 Watt (Schätzung).

Zweite Ebene: Systeme 2 und 3, getrennte Ausleger auf gleicher horizontaler Ebene: Antennen jeweils DIAMOND X30, Länge 1,2m, Gewinn 2m 2 dBd, 70cm 2,5 dBd.

Besondere Problemstellung:

Eingeschränkte Platzverhältnissen bedingen eine **horizontale** Separation der Antennen für die Systeme 2 und 3, bedingt durch den geringen Abstand ergeben sich Isolation von nur 17 bzw. **28 dB** (2m/ 70cm, Reale Messung vor Ort, Werte von Ottmar DC4RB). Bei einer Strahlungsleistung von 7,9 W ERP, entsprechend 5 Watt TX-Out und 2dB Antennengewinn beträgt die Eingangslast am kompromittierten Empfänger bei 2dB Antennengewinn **20mW** bzw. $1 V_{\text{eff}}$ an 50 Ohm bzw. **S9+100 dB!** **Hersteller geben keine Hinweise ab welcher Last das Frontend bleibende Schäden davonträgt. 20 mW** thermische Last mögen dazu nicht ausreichen. Schäden könnten durch höhere Spannungen entstehen, welche durch hochohmige Transformation im Front End hervorgerufen werden, dies gilt im Besonderen für Feldeffekttransistoren.

Lösungsansätze:

1. Blockierung des Sendebetriebs mittels einfacher Maßnahme

Dieser Ansatz geht von folgender Logik aus. System 3 wird durch einen Eingangs-Notch-Filter, Kerbfrequenz abgestimmt auf die konkurrierende Frequenz 433.6125 MHz (die Sendefrequenz von System 2) geschützt durch ca. 70 dB Dämpfung. Um **System 2 bei Sendetrieb von System 3** zu schützen kann folgende Verriegelung zum Einsatz kommen. Bei aktiver 230 V Netzversorgung von System 2 erzeugt ein Steckernetzteil eine Hilfsspannung welche ein Relais aktiviert. Dies unterbricht mit seinem Ruhekontakt die PTT-Leitung von System 3. Ein ungewollter Simultanbetrieb wird damit verhindert.

Vorteil: Geringer schaltungstechnischer Aufwand.

Nachteil: Diese Lösung ist für die Einführungs- und Testphase praktikabel, eine Rückmeldung dass ein „Blockiert-Status“ vorliegt wird dem testenden Funkamateurer von System 3 nicht mitgeteilt. Sollte die Datendienste mit VARA FM in einem realen Notfall genutzt werden ist dies nur **alternativ zu System 2** (Sprache) möglich, die Entscheidung muss zwischen **Sprach- oder Datenkommunikation** getroffen werden. Da im Notfall auch mit Ausfall der Internet-Fernschaltung gerechnet werden muss, wird eine personelle Vor-Ort-Bedienung notwendig. Allerdings kann das Abschalten des Sprachdienstes (DMR 433.6125 MHz), **wenn auch nur temporär, aus einsatztaktischen Gründen unerwünscht sein.**

2. Gesteigerte Isolation durch abgesetzte Antenne für System 3

System 3 erhält eine abgesetzte Antenne mit Eigenschaften wie für System 2. Bei einem, im folgenden Beispiel auf **10m** erweitertem horizontalem Abstand, ergibt sich folgende Situation: Bei einer Strahlungsleistung von 7,9 W ERP, entsprechend 5 Watt TX-Out und 2dB Antennengewinn und einer Antennenentkopplung von 40dB (nach PROCOM) beträgt die Eingangslast am kompromittierten Empfänger bei 2dB Antennengewinn 1,2 mW bzw. 0,25 V_{eff} an 50 Ohm S9+90 dB!

Vorteil: Simultanbetrieb grundsätzlich möglich.

Nachteil: Allerdings sind die Nahpegel in einer Größenordnung, in welcher die Empfangseigenschaften des konkurrierenden Systems, bedingt durch das Großsignal, bereits verschlechtert werden. Ob dies im Realbetrieb zu Störungen an den Station 2 bzw. 3 führt kann erst in der Praxis evaluiert werden. Neben dem Aufwand für die temporäre Errichtung eines zweiten Mastes ist die Einbindung in das Blitzschutzkonzept des Gebäudes zu berücksichtigen.

3. Gesteigerte Isolation für System 2 durch Kerbfilter.

System 2 erhielte in diesem Szenario ein Kerbfilter, vergleichbar der Konfiguration von System 3 (PROCOM BRF 70/6-150 **380 – 470** MHz). Die störende Frequenz 438.100 MHz würde um Werte von bis ca. 70 dB (unbestätigte Annahme) unterdrückt. Damit wäre

eine Koexistenz bei gleichzeitigem Betrieb möglich. Zusätzlich könnte der hohe Pegel, nach Messung bei 393.573 MHz, TETRA TMO Kanal 3742 bei 393.4625 MHz, (Basisstation im Nahfeld) unterdrückt werden. Das in System 3 verwendete Filter mit sechs Kammern kann alternativ entweder auf eine Subsumierung aller sechs Filter auf **eine** Kerbfrequenz abgeglichen werden, Teilbündelung auf eine zweite Störfrequenz ist jedoch auch möglich. Die Kerbtiefe bei Bündelung auf eine Frequenz wird damit zwar vermindert, kann aber durch gemessene bzw. berechnete Pegel bedarfsgerecht „gehäufelt“ werden.

Zur Bestätigung genannter Annahmen sind entsprechende Messungen mit dem PROCOM-Filter notwendig.

Vorteil: Sicherer Simultanbetrieb

Nachteil: Zusätzlicher Filter. Ergebnisse zur Eignung des PROCOM-Filters liegen noch nicht vor.

Zusammenfassung:

Vorbemerkung: Bei einer mittleren Frequenz von 435 MHz und einer gewünschten Antennenentkopplung von z.B. **55 dB** beträgt der Antennenabstand

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| - In der Vertikalen | 1,6 m, der gleiche Mast |
| - In der Horizontalen | 60,0 m , abgesetzter Mast |

Dieses Beispiel zeigt die aktuelle Herausforderung für einen simultanen Betrieb zweier Systeme auf gleichem Band und der gegebenen Antennensituation. Erst durch zusätzliche Filtermaßnahmen wird unter der aktuellen Antennensituation dies ermöglicht, allerdings auch in Grenzen: Sollten die von der BNetzA zugewiesenen Frequenzen für die Systeme 2 und 3 **zu dicht beieinanderliegen, wird auch mit zusätzlichen Filtermaßnahmen eine Grenze erreicht. Zu empfehlen ist deshalb eine möglichst frühe Frequenzplanung und anschließende Vorgespräche/ Abstimmung mit der BNetzA.**

Anmerkungen:

- System 1 wurde wegen fehlender Information in die Betrachtung nicht einbezogen.
- System 2a, Crossband Repeater, nicht betrachtet.