

Herzlich Willkommen

zum Vortrag

Digitaler Bündelfunk der BOS

Kurze Vorstellung

Name: Erwin Schneider,
Elektrotechniker, jetzt Pensionist.

Afu: DG 2 NEL, seit 1990 Lizenz

BOS - Funk: 23 Jahre für Landkreis Nbg.-Land tätig,
Funksachbearbeiter u. Funkausbilder, Betreuung eines
analogen Funkverkehrskreises mit 2 Relaisfunkstellen
mit Alarmierungsstelle bei der PI Lauf.
1980 BOS-Sprechfunkzeugnis erworben;
2000 bis 2003 in Projektgruppe Digitalfunk i. Bay. StMI tätig.

Thema:

DIGITALER BÜNDELFUNK der BOS

BOS: Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

polizeiliche: Polizei, Kriminalpolizei, Justiz,
Bundespolizei, Bundesgrenzschutz, Zoll.

nicht polizeiliche: Feuerwehren, THW, Rettungsdienst,
Berg- u. Wasserwacht, Kat.-Schutz.

BÜNDELFUNK

- ▶ Bündelfunk ist der Überbegriff für verschiedene Standards von Funksystemen mit Kanalbündelung.
Der Begriff ist im deutschsprachigen Raum als Synonym für Professionellen Mobilfunk (engl. Professional Mobile Radio, PMR) verbreitet. Bündelfunk ist ähnlich dem GSM-Mobilfunk.
- ▶ Der Vorteil der Kanalbündelung (daher der Name), liegt darin, dass einer geschlossenen Benutzergruppe nicht eine feste Frequenz (ein fester Kanal) zugewiesen werden muss, sondern dass sich mehrere Benutzergruppen ein Bündel von Frequenzen teilen können.
- ▶ Das Netz weist dem Teilnehmer automatisch einen Funkkanal zu.

Geschichte

seit den 70-er Jahren Analogfunk im UKW-Bereich
nur Routinemeldungen, nur Kurztelegramme, in den letzten Jahren
Statusmeldung mit FMS; Veralterte Technik und Ersatzteil-Probleme.

Bei Alarmierung ist kein Sprechfunk möglich,
bei eingeklemmter Sprechaste kein Sprechfunk und
keine Alarmierung möglich!

Nicht abhörsicher, Scannerfreunde konnten alles mithören,
neues System soll her, das national strukturiert sei;
Auch Telekom und Vodafone boten ihr Netz an.
Aus Sicherheitsgründen eigenes Netz für die BOS

Zum Schluss blieben zwei Systeme, Tetrapol oder TETRA

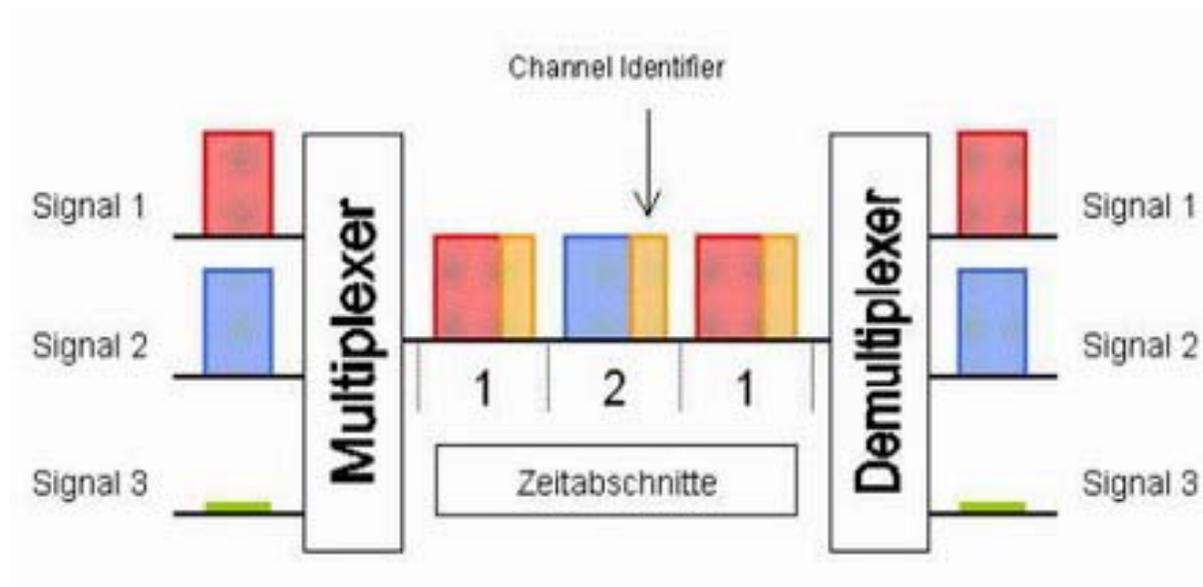
- ▶ TETRA-Bündelfunknetz ist ein zellulares Netz, wie beim Mobilfunk.



Ein landesweites Funknetz für alle BOS.

TETRA

- ▶ Terrestrial Trunked Radio ist ein Standard für digitalen Bündelfunk; TETRA ist ein offener europäischer Standard für digitale Funkssysteme und ist ein Zeitmultiplex-System (TDMA), mit vier Zeitschlitzten von jeweils 14,167 ms

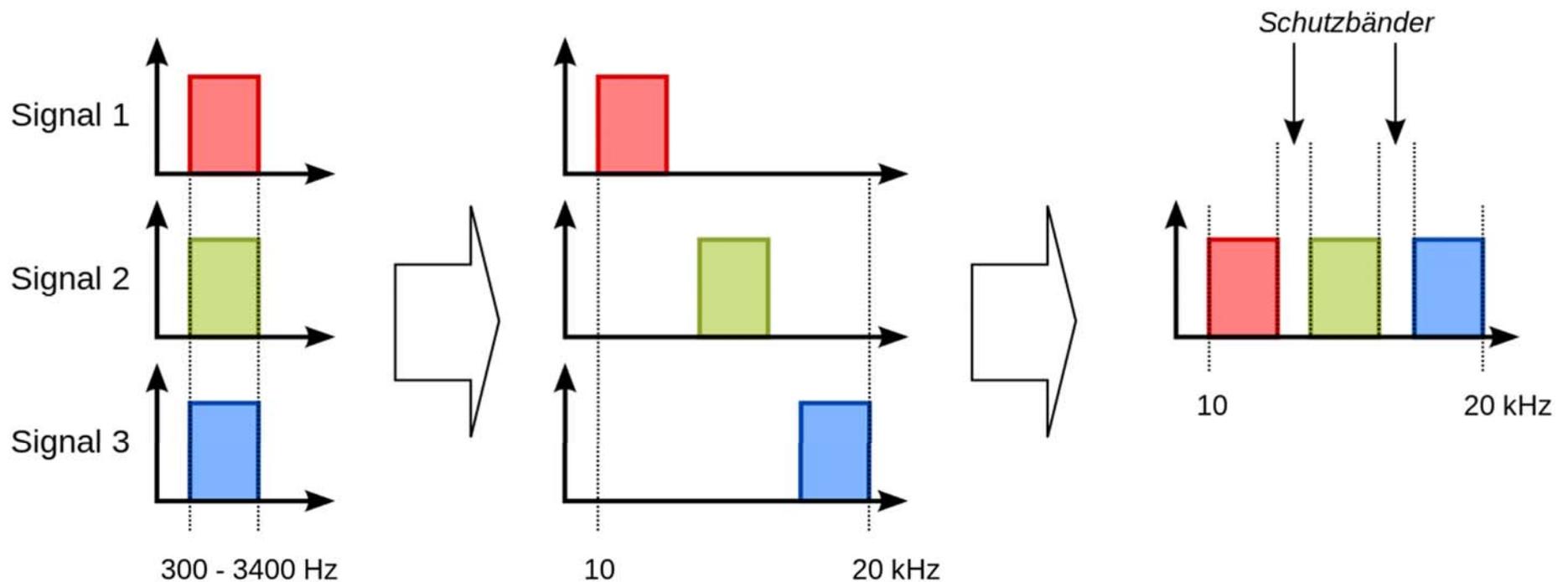


asynchrones Verfahren mit 2 Zeitschlitzten

Quelle: Wikipedia

TETRA

- ▶ TETRA nutzt durch die Aufteilung jedes Kanals in Uplink-/ Downlink-Frequenz, das Frequenzmultiplex-Verfahren FDMA.



schematische Darstellung des Frequenzmultiplex-Verfahren

Quelle: Wikipedia

Somit können pro Frequenz zwei Kanäle in Uplink / Downlink genutzt werden.

Zusammenfassung der Multiplexverfahren

TETRA benutzt die Multiplexverfahren TDMA u. FDMA kombiniert um eine noch höhere Nutzung zu erreichen.

a. **Kanalbündelung mit FDMA**

die Träger sind mehreren unterschiedlichen Frequenzen zugeordnet
es entstehen 2 x zwei Kanäle pro Trägerfrequenz,
2 Uplink-Kanäle und 2 Downlink-Kanäle.

b. **Signalbündelung mit TDMA**

Aufteilung jedes entstandenen Kanals in 4 Zeitschlitz
mehrere Signale (4), werden zeitversetzt übertragen.

Fazit: es können 4 Gruppen über zwei Kanäle,
gleichzeitig und unabhängig voneinander kommunizieren.

TECHNIK

Frequenzökonomie

Wird wesentlich bestimmt durch:

- a. die Bruttodatenrate des Übertragungskanal
- b. den Frequenzwiederholabstand
(Abstand zwischen zwei Basisstationen, die dieselbe Frequenz verwenden).
- c. den Gleichkanalstörabstand zwischen zwei Signalen mit derselben Frequenz von zwei verschiedenen Basisstationen.

TECHNIK

Systemtechnik

- ▶ 2006 wurde Fa. EADS vom BIM mit der Errichtung eines bundesweiten Rumpfnetzes beauftragt, mit Digitalfunk-System TETRA-Technik. Ein Netz das in lokaler Abdeckung, von verschiedenen Anwendern, von allen BOS genutzt werden kann.
- ▶ Eine Untersuchung von CEPT ergab, dass GSM und TETRA dieselbe Kapazität und Frequenzökonomie haben, dass beide nahe am theoretischen Limit arbeiten, das durch die Energie pro Bit und den Störpegel bestimmt wird.

TECHNIK

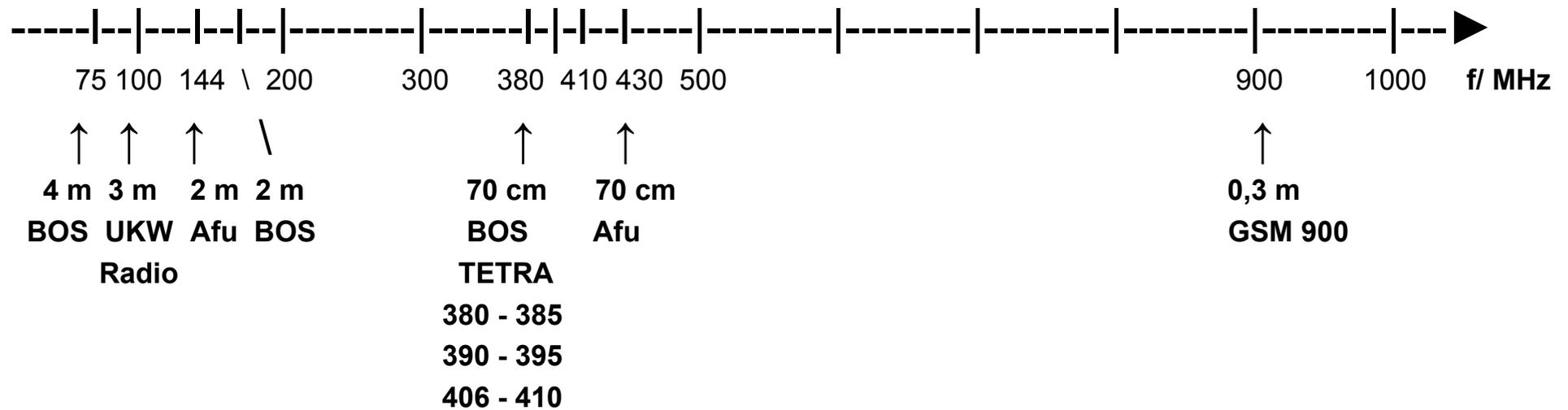
Frequenzbereich

- ▶ Das BOS-Digitalfunknetz arbeitet bei 380 – 385 MHz im Uplink, bei 390 – 395 MHz im Downlink für den TMO Modus.
- ▶ Der Frequenzbereich 406 bis 410 MHz wurde der BDBOS zur ausschließlichen DMO-Nutzung zugewiesen.
- ▶ Somit stehen 156 DMO-Frequenzen und damit auch 156 DMO-Gruppen zur Verfügung.

TECHNIK

Frequenzbereich

BOS-Digitalfunknetz



TECHNIK

Modulation

- ▶ Bei den BOS wird Phasenmodulation $\pi/4$ -DQPSK verwendet, die Bruttobitrate beträgt 36 kBit/s bei einer Bandbreite von 25 kHz. DQPSK arbeitet mit Phasenwechsel der Trägerfrequenz.
- ▶ Ein Zeitschlitz einer Phasenmodulierten Trägerfrequenz kann Nettobitraten von 2,4 bis 7,2 kBit/s zur Verfügung stellen. Sprache wird in einem Kanal mit 7,2 kBit/s übertragen.

TECHNIK

Phasenmodulation DQPSK

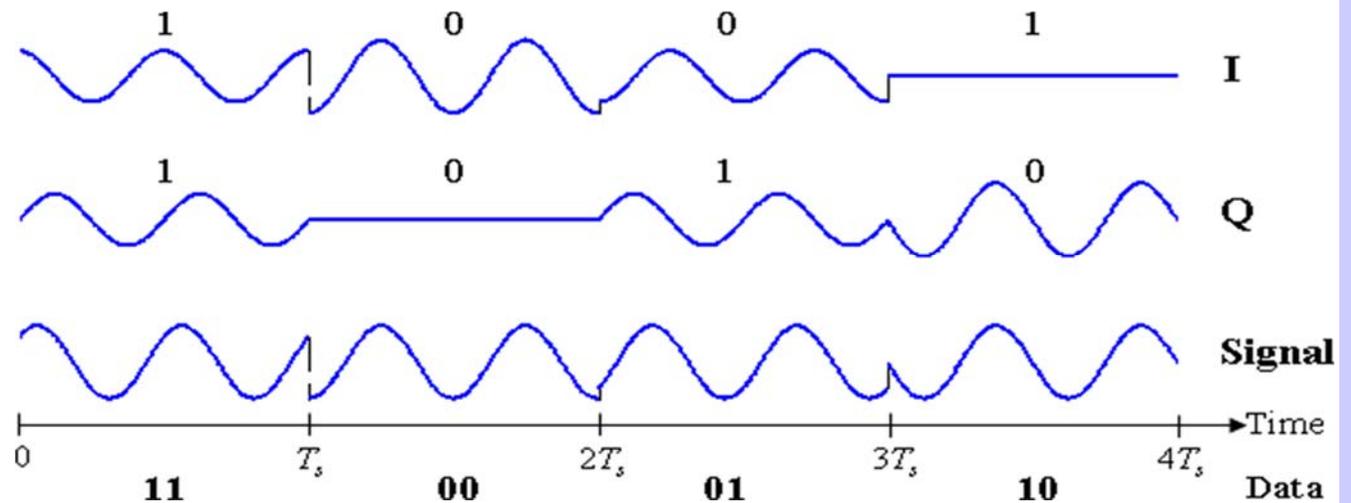
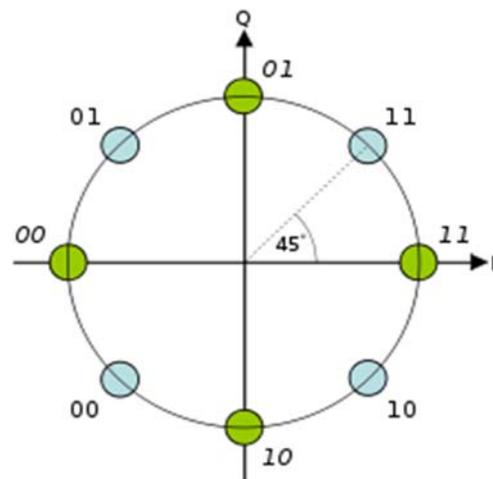
Ist eine Form der Phasenumtastung (PSK).

- ▶ Mit QPSK können pro Symbol zwei Bits übertragen werden, dadurch verdoppelt sich die Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Bandbreite. Die Amplitude trägt keine Information, sondern ausschließlich die Phase. Davon leitet sich auch der Name dieser Modulationstechnik ab.
- ▶ Als Träger werden zwei sinusförmige Signale derselben Frequenz verwendet, von denen eines um 90° phasenverschoben (Kosinussignal) ist. Das QPSK-Signal ist also die Addition zweier PSK-Signale. Das Empfangsverfahren funktioniert umgekehrt.

TECHNIK

Phasenmodulation DQPSK

Eine wesentliche Erweiterung von QPSK ist die $\pi/4$ -QPSK Variante: Dabei wird, unabhängig von den Nutzdaten, nach jedem Sendesymbol ein zusätzlicher Phasensprung von $\pi/4$ (45°) vorgenommen mit wechselnder Richtung. Dadurch ergeben sich zwei wechselnde Konstellationsdiagramme wie in untenstehender Abbildung durch die zwei Farben dargestellt.



BETRIEBSARTEN

► TMO Trunked Mode Operation

a. Gegensprechen (Duplex-Betrieb),

Zwei Teilnehmer sprechen miteinander wie im Telefonnetz. Übertragung benötigt für jeden Teilnehmer einen Zeitschlitz dabei wird die Sprache zeitlich so komprimiert, dass eine kontinuierliche Zweiwegkommunikation über zwei versetzte Zeitschlitz auf derselben Frequenz möglich ist.

b. Bedingtes Gegensprechen

alle Teilnehmer sprechen miteinander wie gewohnt untereinander, mit drücken der Sprechaste beginnt die Übertragung; Übertragung benötigt nur einen Zeitschlitz.

BETRIEBSARTEN

► **DMO** Direct Mode Operation

Direktmodus bzw. Wechselsprechen

zwei oder mehrere Funkgeräte können unabhängig vom Netz und ohne Basisstation miteinander kommunizieren.

Dies kann an zwei Punkten von Interesse sein

- a. Beim Aufbau des Netzes an Orten mit vorhandenem Funkloch
- b. bei Inneneinsätzen in Gebäuden.

DMO-Betrieb benötigt eine relativ lange Aufbauzeit eines Gespräches, es gibt auch keine Information darüber, ob Gegenstelle erreicht wurde.

BETRIEBSARTEN

- ▶ Einzelnes Funkgerät als **Repeater** (Relaisstation),
Gerät kann als Relais die Funkversorgung am Einsatzort sicherstellen
- ▶ Endgerät als **Gateway** verwenden,
ein Fahrzeugfunkgerät sichert bei schlechter Funkversorgung
eine Verbindung zu den Handsprechfunkgeräten im DMO zur
entfernten Basisstation.

KOMMUNIKATIONSFORMEN

▶ **Gruppenkommunikation**

Beim Gruppenruf wird eine Gruppe von Teilnehmern gerufen, mit der ein Teilnehmer kommunizieren möchte.

▶ **Einzelkommunikation**

Beim Einzelruf wird ein bestimmter Teilnehmer gerufen, mit dem ein Teilnehmer kommunizieren möchte.

Einzelruf kann auch eine selektive Adressierung haben, auch der Fünfton-Folgeruf zur Alarmierung ist ein Einzelruf.

SONDERFUNKTIONEN

► Notruffunktion:

Im Digitalfunk verfügen sämtliche Funkgeräte über eine Notruffunktion.

Die Notruffunktion wird durch die Betätigung eines rot gekennzeichneten Notrufknopfes über mehrere Sekunden aktiviert.

Mit Notruf wird ein Ruf mit oberster Priorität abgesetzt.



SONDERFUNKTIONEN

► **Telefonie**

berechtigter Teilnehmer kann sich
in das GSM-Netz einwählen

► **Statusmeldungen**

DS (Kurzdatenübertragung)

Anwendung: FMS-Statusübertragung



Quelle: EADS

AUTHENTIFIZIERUNG

- ▶ Zweck der Authentifizierung:
Eine eindeutige Erkennung des Teilnehmers.
- ▶ Netzzugangsberechtigung: → Anmeldung des Teilnehmers
Teilnehmer erhält O.K. von Basisstation.



VERSCHLÜSSELUNG

- ▶ Bei der Sprach- u. Datenübertragung im TETRA-Standard sind 3 Stufen möglich:
 - a. keine Verschlüsselung
 - b. Verschlüsselung der Funkübertragung
 - c. End- zu Endverschlüsselung aller Nutzerdaten

- ▶ **End- zu Endverschlüsselung**
eine erstmals im deutschen BOS-Digitalfunknetz eingeführte Technik.

Über alle Vermittlungsstellen und Richtfunkstrecken bleibt das Funkgespräch geheim. Es wird erst wieder im Endgerät oder in der Leitstelle entschlüsselt.

DATENÜBERTRAGUNG

- ▶ Zur Datenübertragung im TETRA-Netz können ein bis vier Zeitschlitzze zusammengefasst werden.

Damit ist eine Datenübertragung bis zu 28,8 kBit/s möglich.

In der Praxis werden Datenraten bis 10 kBit/s erreicht.

- ▶ **Nicht viel!** – ist heutzutage nicht mehr zeitgemäß.

Ein neuer Standard TEDS (Enhanced Data Service) von EADS bringt bis zu 300 kBits/s.

Damit können auch visuelle Informationen wie Karten, Digitalbilder oder Videosequenzen übertragen werden.

10.01.2019 15:13:07

Datum/Zeit	Schlagwort	Schleifen	Ort	Straße
09.01.2019 12:34:38	#T2710#klein#allgemein	Schleife 5	Lauf	Pegnitzstraße 15
08.01.2019 18:35:56	#T2911#VU#1 oder 2 PKW, Person eingeklemmt	-	Schönberg	Laifer Straße 15
08.01.2019 05:26:55	#A2111#Gefahrstoff#ausgedehnter Ölschaden	Schleife 1 + 2	-	A9 München > Berlin 349
05.01.2019 13:48:02	#T2719#klein#Straße reinigen	-	Wetzendorf	Karl-Büttner-Ring 11
05.01.2019 13:23:25	#B1110#im Gebäude#Brandgeruch	Schleife 1 + 2	Lauf	Zeulenrodaer Straße 4

Infoboard

09.01.2019 18.01.2019 Jeweils ein
Zumro HK a.
D. gestellt
(61/1)

Temp.	0,9 °C
Luftf.	85 %
Wind	5,8 km/h NO 2 Bft
Böen	4,3 km/h 1 Bft
Regen24h	1,5 l/m ²

Werte Aktualisierung: 10.1.2019 - 15:12

Warnkarte: alle Warnungen
Letzte Aktualisierung: Do, 10. Jan, 15:12 Uhr



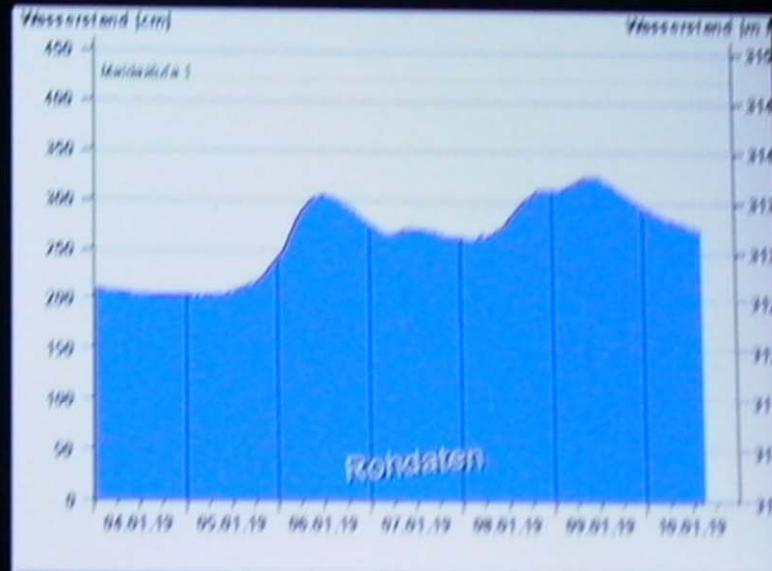
Digitaler Bündelfunk

Leife 5	Lauf	Pegnitzstraße 15
	Schönberg	Lauer Straße 15
Leife 1 + 2		A9 München > Berlin 349
	Wetzendorf	Karl-Büttner-Ring 11
Leife 1 + 2	Lauf	Zeulenrodaer Straße 4

Wind	5,8 km/h NO 2 Bft
Böen	4,3 km/h 1 Bft
Regen24h	1,5 l/m ²

Witter-Analyse: 10.1.2019 - 10.12.

Jeweils ein
Zumro HK a.
D. gestellt
(61/1)



BASISSTATION

- ▶ Basisstation im Bereich des Mobilfunks, ist es eine ortsfeste Land-Funkstelle.

Ohne Basisstation keine Betriebsart TMO, (Up- u. Downlink-Kanal).

- ▶ Im Landkreis Nbg.-Land sind z. Zt. 14 Basisstationen für den BOS-Bereich im Betrieb.

Die Basisstation Ludwigshöhe, ist die am weitesten ausgebaute Basisstation mit 8 Frequenzen, also 16 Kanälen .

- ▶ Die Basisstationen sind an die Leitstelle direkt angebunden.

Digitaler Bündelfunk



Digitaler Bündelfunk



LEITSTELLE

- ▶ Für den Landkreis Nbg.-Land ist die Leitstelle Nürnberg zuständig, nimmt alle Notrufe entgegen, von Tel. **112** und Brandmeldeanlagen. Nimmt Alarmierung für Rettungs- Feuerwehr- und THW Kräften vor. Sie hat z. Zt. 6 ständige Arbeitsplätze und koordiniert die Einsätze, ist auf 26 Arbeitsplätze kurzfristig erweiterbar, z. B. bei Großeinsätzen.
- ▶ Jeder Arbeitsplatz verfügt über Sprachaufzeichnung und 3 Monitore, bei Adresseingabe eines Brandes, Unfalls, Schadenfalls, erscheint sofort eine Karte vom Schadens-Ort, am zweiten Monitor erscheinen mögliche Schwerpunkte und Gefahren sowie die in der Nähe stationierten Sonder-Geräte und mögliche weitere Einsatzkräfte zur Nachalarmierung, usw, usw. Eine Direktleitung zum Polizeipräsidium Mittelfranken sorgt für schnellen Informations-Austausch.

ALARMIERUNG der Einsatzkräfte

- ▶ Die Alarmierung der Freiwilligen Einsatzkräfte ist im TETRA-Netz z. Zt noch nicht realisiert.

Da im TETRA-Netz alle Teilnehmer eingeloggt bzw. angemeldet sein müssen, können nur Pager mit Rückmeldung zum Einsatz kommen. Solche Geräte gibt es, eine Realisierung ist aber noch nicht möglich. Weiterhin müsste für jede BOS-Einheit ein Alarmierungskanal vorgehalten werden.

- ▶ Die Alarmierung über Pager und Sirenen wird deshalb nach wie vor, analog im 4m-Band durchgeführt.
Andere Bundesländer verwenden teilweise eine digitale Alarmierung, im 2m-Band mit dem POCSAG-Protokoll.

REALISIERUNG

- ▶ Das digitale Netz wurde bis 2012 bzw. 2016 realisiert und teils Inbetrieb genommen, im Nbg.-Land seit April 2018.
- ▶ Der Kostenrahmen von 4,5 Milliarden Euro konnte eingehalten werden.
- ▶ Eine verträgliche Migration vom analogen zum digitalen Funk,
→ es wird mit einer 10-jährigen Übergangsfrist gerechnet.
- ▶ Im März 2017 waren bundesweit 4540 Basisstationen in Betrieb und 709.000 Benutzer im Netz registriert.
- ▶ 99% der Fläche der Bundesrepublik Deutschland sind funkversorgt und das verschlüsselt und abhörsicher – bisher!

Zum Schluß

- ▶ Digitaler Bündelfunk der BOS zeichnet sich gegenüber dem Analogfunk dadurch aus, dass er verschlüsselt und damit relativ abhörsicher ist.

Es können Gruppen- und Einzel- Gespräche geführt werden, er ist bundesweit einheitlich, als europäischer offener Standard, mit Sonderfunktionen wie Datenübertragung, Telefonie und Notruffunktion und ist sehr viel effizienter beim Frequenzbedarf als der Analogfunk.

- ▶ Diskussion und Fragen!

Danke für Ihr Interesse.