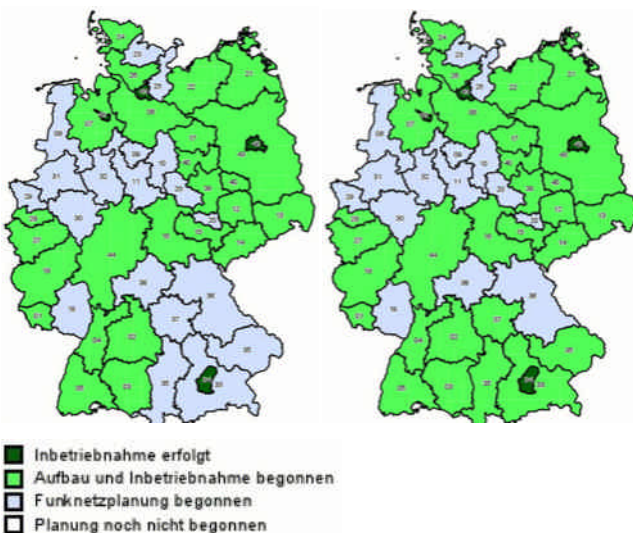


# auf einen blick

## TETRA / BOS - FUNK

TETRA (Terrestrial Trunked Radio) ist ein digitaler Funkstandard, der insbesondere für Behörden mit Sicherheitsaufgaben (Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienste), aber auch für Industrie, ÖPNV, Flughäfen und Militär entwickelt wurde. TETRA soll den alten analogen Funkstandard aus den 50`er Jahren ablösen. Deutschland ist eines der letzten Länder in Europa, das ein neues digitales Behördenfunksystem einführt. Die Wahl fiel auf das TETRA-System, das in den 90er Jahren entwickelt wurde. Unter Technikern gilt es in der Zwischenzeit als veraltet.

**Karten: Entwicklung des TETRA-Ausbaus**  
Stand März und Juni 2010<sup>1</sup>.



### TETRA erhöht die Strahlenbelastung

Der Organisationskanal der TETRA-Basisstationen sendet von jeder installierten Sektoren- oder Stabantenne immer mit voller Leistung, auch wenn keine Gespräche geführt werden. Somit erhöht das neue TETRA-System die Grundlast der Dauerbestrahlung. Für viele Jahre (voraussichtlich 10 Jahre) wird ein Parallelbetrieb zusammen mit dem alten analogen System stattfinden. Das neue System soll jetzt lückenlos errichtet werden und somit auch die noch letzten digital-`funkfreien` Gebiete durchstrahlen. Auf sie ist aber eine steigende Zahl hochgradig elektrosensibler Menschen teils lebensnotwendig angewiesen.

<sup>1</sup>Quelle: www.bdbos.de: Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS).

Am 14.07.2010 meldete das Innenministerium von Baden-Württemberg das in Stuttgart und den angrenzenden vier Kreisen Böblingen, Esslingen, Ludwigsburg und Rems-Murr-Kreis das bisher bundesweit größte einsatzbereite Digitalfunknetz in Betrieb ist.

### Schutzforderungen

Diagnose-Funk unterstützt den Widerstand gegen den Aufbau von TETRA-Masten, die Forderung nach Rückbau bestehender und lehnt den digitalen Systemstandard TETRA grundsätzlich ab. Es muss schnellstmöglich ein unschädlicher Funkstandard für den Behördenfunk entwickelt werden: ungepulste Strahlung, Strahlung nur bei Bedarf, Leistungsregelung, keine Richtfunkstrecken u.a..

Sind aber durch Aufstellung von Masten bereits Fakten geschaffen oder Gemeinderatsbeschlüsse nicht mehr umkehrbar, müssen folgende Forderungen an die Behörden gestellt werden:

- Standortwahl nach dem Minimierungsprinzip, in Wohnungen darf die Strahlenbelastung  $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$  nicht überschreiten (keine Standortwahl ohne Simulation und Worst-Case Szenarien)
- öffentliche Aufklärung und Einbindung der betroffenen Anlieger (Präsentation der Simulationsergebnisse, Begründung der Standortwahl, Alternativenprüfung)
- Minimierungskonzepte für die Systemnutzer (technische Vorsorge an Handfunkgeräten und Fahrzeug-Funkanlagen)
- Aufklärung der Systemnutzer (Vermittlung von Selbstschutzstrategien)
- Umfassender Versicherungsschutz für Standortvermieter und Systembetreiber
- Einrichtung vertraulicher Meldestellen für TETRA-Geschädigte aus den BOS-Diensten

### Gesundheitsgefährdung & Studienlage

Erneut wird eine Technik eingeführt ohne vorherige Prüfung ihrer Unbedenklichkeit. Selbst langjährig ausgewiesene Mobilfunkförderer wie die bis Ende 2009 tätige Forschungsgemeinschaft Funk hat 2007 praktisch ein Moratorium gefordert: „*da ständig neue Technologien (Frequenzbänder, Modulationsarten) genutzt werden, (...) sollten deren mögliche biologische Auswirkungen getestet werden (...), bevor die flächendeckende Einführung erfolgt.*“<sup>2</sup>

Offizielle Stellen geben die Studienlage verfälscht wieder. Beunruhigende Ergebnisse von Erhebungen und die teils dramatischen Fallberichte von System-Nutzern und Anwohnern, wie sie insbesondere aus England umfangreich vorliegen<sup>3</sup>, werden klein geredet.

<sup>2</sup>Lerchl, Jacobs Universität Bremen, Beitrag zum Symposium vom 12.09.2007 in Bonn „15 Jahre FGF“, FGF-Newsletter 4/2007, S24.  
<sup>3</sup><http://www.tetrawatch.net/contact/feedback.php?id=polic>

Erst im Jahr 2013 will das Bundesamt für Strahlenschutz eine abschließende Aussage zum Gesundheitsgefährdungspotenzial des TETRA-Systems vorlegen, dann, wenn alles aufgebaut ist und strahlt<sup>4</sup>.

Eine Literaturübersicht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vom März 2010<sup>5</sup> führt nur eine spezifische TETRA-Studie auf, die kognitive Effekte zeigt<sup>6</sup>. Das BMU führt sonst nur nicht TETRA-spezifische Studien an, die keine Effekte aufzeigen. Die große Bandbreite der Studien, die Effekte zeigen, wird verschwiegen.

Diagnose-Funk veröffentlichte 2010 erstmalig eine übersichtliche Forschungsliste über biologische und potenziell gesundheitsschädliche Effekte hochfrequenter Strahlung unterhalb der amtlichen Grenz- und Richtwerte. Stand Juni 2010 werden dort 108 Studien gelistet: <http://www.mobilfunkstudien.org>

Die Studienergebnisse seit den 70er Jahren sind eindeutig. Extrem niederfrequente und pulsmodierte Hochfrequenzsignale, insbesondere im Bereich zwischen 1 und 100 Hertz, wie sie bei TETRA gleich dreifach vorliegen, können bereits bei sehr niedriger Intensität pathogene, physische und psychische Reaktionsprozesse in biologischen Systemen auslösen: EEG-Veränderungen<sup>7</sup>, Veränderung der Nervenleitgeschwindigkeiten, erhöhter Kalzium-Ionenausfluss aus Gehirnzellen, Verminderung der Apoptose (kontrollierter Zelltod), Öffnung der Bluthirnschranke, Blutverklumpung. Aufgrund dieser Erkenntnisse kommt man zum Schluss, dass ein zwangsläufig krankmachendes System, wie TETRA es darstellt, umgehend gestoppt werden muss.

International höchst renommierte US-Forscher wie Prof. W.R. Adey und S. Bawin, C.F. Blackman, J. L. Schwartz u. a. haben bereits ab den 70 Jahren in international beachteten Versuchen nachgewiesen, dass niederfrequent pulsmodierte Hochfrequenzen bereits bei niedrigsten Strahlenintensitäten zu einem deutlichen Ausstrom von Kalzium-Ionen aus den Hirnzellen führen. Diese Ergebnisse führten u.a. dazu, dass die Strahlenschutzkommission 1992, also vor dem Handyboom, diesen pathologischen Kalzium-Ionenausfluss aus den Zellen, in Intensitätsbereichen hun-

dertausendfach unter den jetzt gültigen Grenzwerten, als wissenschaftlich unstrittig anerkannt hat<sup>8</sup> und dies 1992 im Bundesanzeiger Nr. 43 veröffentlichte. Auch hierzu finden sich keinerlei Hinweise in den verharmlosenden Papieren der BDBOS.

## Was Tetra-Nutzer berichten

In Großbritannien waren die Polizeibeamten von Lancashire die ersten Benutzer des TETRA-Airwave-Systems. Innerhalb von nur neun Monaten, nachdem der TETRA-Bündelfunk in Lancashire eingeführt worden war, häuften sich die Berichte über negative Gesundheitsfolgen. Steve Edward, Vorsitzender der Polizistenvereinigung der Stadt Lancashire, sah sich veranlasst, einen Fragebogen an die Polizeibeamten zu verteilen, um Näheres darüber zu erfahren. Von den 246 Fragebögen, die zurückkamen, berichten 173 über negative Gesundheitsfolgen, ein Beispiel: „Kopfschmerzen und Migräne ungefähr dreimal pro Woche. Bevor ich je ein TETRA-Mobilteil benutzt habe, hatte ich noch nie so schwerwiegende Kopfschmerzen oder Migräne“<sup>9 10</sup>.

## Technik

In Deutschland und Österreich werden die Frequenzen 380-395 MHz für die Mobilteile und 390-395 MHz für die Basisstationen verwendet. Die Sendeleistung von TETRA-Basisstationen liegt bei 0,6-25 W ERP pro Frequenzkanal. Die max. Gesamtsendeleistung pro Sendestation beträgt max. 316 W, für Fahrzeugfunkanlagen max. 31,6 W und für Handsprechgeräte max. 6,3 W<sup>11</sup>.

Die Sendeleistung der Basisstation wird bei TETRA nicht geregelt, so dass der aktive Kanal stets mit voller Leistung sendet, während bei den Mobilgeräten eine Leistungsregelung in sieben Schritten bis hinunter auf minimal ca. 30 mW erfolgt. Die Reichweite einer Sendestation beträgt zwischen 4 bis 5 km in städtischem Gebiet und ca. 14 bis max. 25 km in ländlichem Gebiet. Der minimale Empfangspegel für einwandfreie Funkversorgung im TETRA-Netz soll nach Angaben der BDBOS bei erstaunlich niedrigen 20-32 dBµV/m liegen, (ca. 10-80 µV/m<sup>2</sup>). In Leistungsflussdichte ausgedrückt: 0,000.000.26 bis 0,000.017 µW/m<sup>2</sup>.

Die Fahrzeugsendeanlagen können dazu dienen, eine schlechte Empfangs-Sendequalität der Endgeräte z.B. in entlegenen Orten auszugleichen. Durch ihre höhere Sendeleistung fungieren sie dann temporär als Sendee- und Empfangsanlage für die Handfunkgeräte im direkten Umfeld.

<sup>4</sup> „Aufgrund des hier geschilderten unzureichenden Kenntnisstandes plant das BfS in Zusammenarbeit mit der BDBOS die Durchführung weiterer Forschungsvorhaben.“

[www.bfs.de/de/elektro/hff/papiere.html/tetra.html](http://www.bfs.de/de/elektro/hff/papiere.html/tetra.html)

<sup>5</sup> Prof. Dr. Heidi Danker-Hopfe, Dr.-Ing. Hans Dorn, Literaturübersicht im Rahmen des Projekts: Probandenstudie zur Untersuchung des Einflusses der für TETRA genutzten Signalcharakteristik auf kognitive Funktionen, März 2010

<sup>6</sup> ebenda: S.34, Smith et al. (2005) untersuchte mit TETRA-Signalen solche kognitive Effekte zu denen bereits aus anderen Studien kognitive Effekte mit anderen Frequenzen auftraten.

<sup>7</sup> In der Untersuchung "Individual changes in human EEG caused by 450 MHz microwave modulated at 40 and 70 Hz" (2007) kommen Bachmann et al. Zu dem Ergebnis: "450 MHz microwave exposure modulated at 40 Hz caused statistically significant changes in the EEG time variability (26.7% of subjects) and energy variations (13.3% of subjects). Changes in energy spectral distribution were statistically significant for the whole group. The main trend of changes was the increase in the EEG beta rhythm energy and the effect was more evident at the modulation frequency closer to the physiological EEG rhythms (40 Hz)."

<sup>8</sup> SSK-Papier: <http://www.ssk.de/de/werke/1991/volltext/ssk9109.pdf>

<sup>9</sup> Weitere Infos: <http://www.diagnose-funk.org/technik/tetra/index.php>

<sup>10</sup> Weitergehende Zusammenhänge und ein umfangreicher Fragenkatalog wurden von Barry Trower im sog. „Confidential Report on TETRA“ bereits in 2001 zusammengefasst.

<sup>11</sup> nach der BOS-Funkrichtlinie [Bo1]

## Objektversorgung

Neben der Versorgung in der Fläche werden bei einer Vielzahl von Objekten zusätzliche technische Maßnahmen erforderlich sein, um eine Versorgung im Inneren zu erreichen. Hierbei geht es insbesondere um Gebäude, in denen aufgrund der Größe und Komplexität ein erhöhtes Verkehrsaufkommen erwartet wird (Flughäfen, Messen, Einkaufszentren, Verkehrstunnel, Bahnhöfe, U-Bahnen, Sport- und Versammlungsstätten, Hochhäuser, Tiefgaragen etc.). Dies geschieht:

- über eigene Basisstationen im Objekt
- über Repeater zur Signalverstärkung nach innen (Anbindung über Festnetz oder Luftschnittstelle)
- über eine passive Einkopplung der Freifeldsignale mittels gerichteter Außenantenne und Schlitzkabel
- durch Verstärkung des Freifeldsignals im direkten Gebäudeumfeld durch Fahrzeugfunkgeräte

### Schlitzkabel

Undichtigkeiten im Schirm eines Koaxialkabels ermöglichen eine homogene Funkversorgung entlang des Kabels z.B. in Gebäuden.



## TETRA mehrfach gepulst

- Bei TETRA handelt es sich wie bei den kommerziellen digitalen Mobilfunktechniken um eine gepulste hochfrequente Strahlung. Das Mobilteil pulst im Sendebetrieb mit 17,65 Hz und die Pulsfrequenz der Sendestationen liegt bei 70,6 Hz (Zeitschlitzverfahren, 4 x 17,65 Hz) und bei 0,98 Hz über die sog. Multirahmenfrequenz.
- Die Pulsung von 17,65 Hz liegt im Bereich der Beta-Wellen der Gehirnaktivität (14-35 Hz, Wachzustand, Konzentration mit einem Maximum bei 16 Hz), sowie nahe der 16 Hz-Resonanzfrequenz der Kalziumionen, was insbesondere zu Störungen in der Zellkommunikation führen kann.
- Die Modulation von 70,6 Hertz liegt im Frequenzbereich der elektrischen Aktivität der Muskeln.
- Die 0,98 Hertz Pulsung liegt im Bereich der Herzrate mit 1-4 Hertz.

## Alternativen

DMR (Digital Mobile Radio) stellt eine jüngere Entwicklung von Motorola dar. Sie ist erst in den letzten Jahren zur Anwendungsreife gelangt und – im Gegensatz zu TETRAPOL, dem in Frankreich eingesetzten System der Firma Motorola – international genormt (ETSI-Standard TS 102 361). 2007 wurden die ersten Endgeräte auf der Hannovermesse vorgestellt. Das System kann wie

TETRA neben der Sprachübertragung Kurztext, Status- und Paketdaten übermitteln. Die Kommunikation von Endgerät zu Endgerät ist ohne Netzinfrastruktur möglich. Die Datenübertragungsrate ist niedriger als bei TETRA. Die zurzeit maximalen Datenübertragungsraten liegen effektiv bei 8,8 kB/s gegenüber 28 kB/s bei TETRA und die Abhörsicherheit ist geringer. Die Zielgruppe beim DMR sind hauptsächlich mittlere und kleine Betriebe sowie kommunale Behörden. Ein Vorteil: Es können sowohl analoge als auch digitale Endgeräte parallel in einem System betrieben werden. Der wesentliche Unterschied zu TETRA besteht darin, dass beim DMR ein Mechanismus existiert, bei dem die Basisstation in einen Modus versetzt werden kann, in dem kein Trägersignal gesendet werden muss. Das Trägersignal kann durch eine Signalisierung über die Endgeräte wieder aktiviert werden. Damit entfielen die 24 Stunden Dauerbefehlung durch die Sendeanlagen. Die Anlagen könnten abschalten wenn, z.B. nachts, kein oder nur ab und zu Funkbetrieb stattfindet.

## Leistungsfähigkeit

Unter Technikern gilt das TETRA-System als veraltet, aber von den Behörden wird es immer noch als ausreichend leistungsfähig und als „perfekte Lösung“ eingestuft. Hervorgehoben wird hierbei insbesondere der direkte Funk von Mobilteil zu Mobilteil ohne Basisstation und der Gruppenruf, die Alarmierung mehrerer Nutzer gleichzeitig. Die Leistungsfähigkeit wird vom der BDBOS wie folgt dargestellt:

„(...) TETRA Release 1 (...) mit einer mittleren Übertragungsrate von 3,0 kbit/s (...). Der wesentliche operative Bedarf der BOS in Deutschland an Datendiensten kann hiermit erfüllt werden: die Alarmierung von Einsatzkräften der Feuerwehren, die Fahrzeughalterabfrage bei einer zentralen Datenbank, die Übertragung von Kenndaten von Einsatzkräften mit Atemschutzgeräten wie z.B. die verbleibende Restluft in Pressluftatemflaschen, die Fotoübertragung durch Webcams oder durch ein Funkgerät mit Kamerafunktion oder die allgemeine Übertragung von Daten wie z. B. Fingerabdrücke oder Ermittlungsakten.“<sup>12</sup>

### Immissionsmessung in NRW

Im Auftrag des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums hat das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz die Belastungssituation durch eine BOS-Sendeanlage in Münster untersucht:

<http://www.umwelt.nrw.de/funk/index.php>

Die Immissionsmessung erfolgte im Umfeld einer omnidirektionalen Antenne (Rundstrahler, 20 W ERP) mit nur einem Frequenzkanal. Bereits hierbei wurden der bestehende Grenzwert in einem Abstand von 50 m und 20 m unterhalb der Antennen, bis zu 5 % ausgeschöpft (1,38 V/m = 5.050 µW/m<sup>2</sup>).

Der amtliche Wärme-Grenzwert für die TETRA-Anwendungen liegt bei 27,5 V/m (2.000.000 µW/m<sup>2</sup>).

<sup>12</sup> [www.bdbos.bund.de/nn\\_1056900/SharedDocs/Meldungen/frontal21.html](http://www.bdbos.bund.de/nn_1056900/SharedDocs/Meldungen/frontal21.html)

**In Bezug auf die Datenübertragungsrate sind moderne Handys bis zu 1.000-mal besser als die Handgeräte von TETRA.**

Pro Trägerfrequenz beträgt die Brutto-Datenübertragungsrate 36 kbit/s, das sind bei vier Zeitschlitzten jeweils 9 kbit/s (brutto). Neben den Nutzdaten werden jedoch auch zusätzliche Steuerinformationen übertragen, so dass sich pro Zeitschlitz eine Netto-Datenübertragungsrate von 7,2 kbit/s ergibt, die für die Sprachübertragung ausreichend ist. Zur Datenübertragung ist die Bündelung von vier Zeitschlitzten möglich, was eine maximale Übertragungsrate von 28,8 kbit/s ergibt.

Übertragungsraten Vergleich		
Netzstandard & Datenbeschleuniger		Übertragungsrate Kbit/s (brutto)
TETRA	Netzstandard	9,6
	bei höchster Sicherheitstufe (netto)	2,2
	spätere Ausbaustufe	100,0
GSM	Netzstandard	9,6 / 14,4
	GPRS	53,6
	EDGE	260,0
UMTS	Netzstandard	384,0
	HSDPA & HSDPA+ (Download)	3.600,0
		7.200,0
		14.400,0
LTE	Netzstandard (geplant)	21.000,0
		50.000,0

Die Übertragung von Bildern und Daten mit größerem Volumen dauert entsprechend lange, z.B. in einfacher SVGA-Auflösung (800x600 Pixel) mit ca. 200 kB, somit ca. 7 Sek.. Hochaufgelöste 2 MB Bilder bräuchten dann über eine Minute. Später, mit dem TETRA Release 2 sollen >100 kbit/s möglich sein.

**Kosten**

Das Netz der Basisstationen ohne die Objektversorgung ist mit Gesamtkosten von 4,5 Mrd. € beziffert. Aufgrund der teilweise erheblichen Schwierigkeiten bei der Standorttause werden die Endkosten absehbar höher liegen. Hinzu kommen nochmal 4,5 Mrd. €, die die Kommunen und Gemeinden für die Anschaffung der Endgeräte und die Ausstattung für die Dienstfahrzeuge auszugeben haben.

**Brisanter Widerstand**

Die Verantwortlichen zum Aufbau der TETRA-Netze sind die Landesregierungen. Bei der Aufstellung von TETRA-Masten wird vorrangig auf kommunale Grundstücke oder die bestehende Infrastruktur zurückgegriffen. Neue Standorte sind somit an die politische Legitimation durch die Kommune gekoppelt. Denn der örtliche Gemeinderat muss über Standorte in Sachen Vermietung / Verkauf / Mitnutzung entscheiden und das System auch im Eigeninteresse (lokale Polizeidienststellen, Feuerwehr als zukünftiger Nutzer etc.)

behandeln. Sobald ein umfassender Informationsstand über diese neue Technik vorliegt, formiert sich nicht selten innerhalb kürzester Zeit ein brisanter Widerstand. Gemeinderäte und Bürgerschaft argumentieren nicht gegen ein anonymes Multimilliardenunternehmen, sondern der Staat selbst wird zur Zielscheibe des Protests und kann bei auftretenden Schäden umfassend haftbar gemacht werden.

**Fazit**

Zu sagen „Nichts gelernt aus 15 Jahre Mobilfunkkritik!“ wäre noch harmlos. Wider besseren Wissen wird eine weitere gesundheits- und umweltschädliche und dann auch noch veraltete Technologie in den Markt gedrückt. Die Behörden halten am Ausbau fest weil „*der Roll-Out begonnen hat und so ein komplexes System nicht mal eben neu geplant werden kann.*“

TETRA wird in den weiteren Ausbaustufen zwar noch leistungsfähiger werden, aber grundsätzlich inkompatibel zu biologischen Systemen bleiben und somit eine Gefährdung für Mensch und Umwelt darstellen. Durch größere Signalbandbreite und/oder veränderte Modulationsverfahren und damit neue Pulsanteile in den Signalen könnte es sogar noch toxischer werden, so wie wir es z.B. bei der Einführung der 8,34 Hz Pulsung vom EDGE-Standard bei GSM erfahren haben.

Der Anstieg der „Elektrosensibilität“ wird weiter beschleunigt durch die Erhöhung der Dauer-Strahlenbelastung und durch die Versorgung von Gegenden, die bis jetzt weitestgehend digitalfunkfrei geblieben sind.

Die gesellschaftlichen Folgekosten werden steigen, durch vermindertes Wohlbefinden, sinkende Leistungsfähigkeit und zunehmende Erkrankungen. Ebenso die Wertverluste von Immobilien an Senderstandorten.

Stark betroffen werden, neben den direkten Anwohnern von Sendeanlagen auch die Systemnutzer sein (Polizisten, Feuerwehrleute, Rettungsdienste etc.), die sich über Hand- und Fahrzeugfunkgeräte einer häufigen und hohen Bestrahlung aussetzen.

**Weitere Informationen**

- <http://www.diagnose-funk.org/technik/tetra/index.php>
- <http://www.tetrawatch.net>
- <http://www.bdbos.de>

**Impressum**

Diagnose-Funk e.V., Postfach 15 04 48, 70076 Stuttgart  
Diagnose-Funk, Giblenstraße 3, CH 8049 Zürich  
kontakt@diagnose-funk.org  
www.diagnose-funk.org