

# Ein ITCS mit Digitalfunk

## Lösung für die

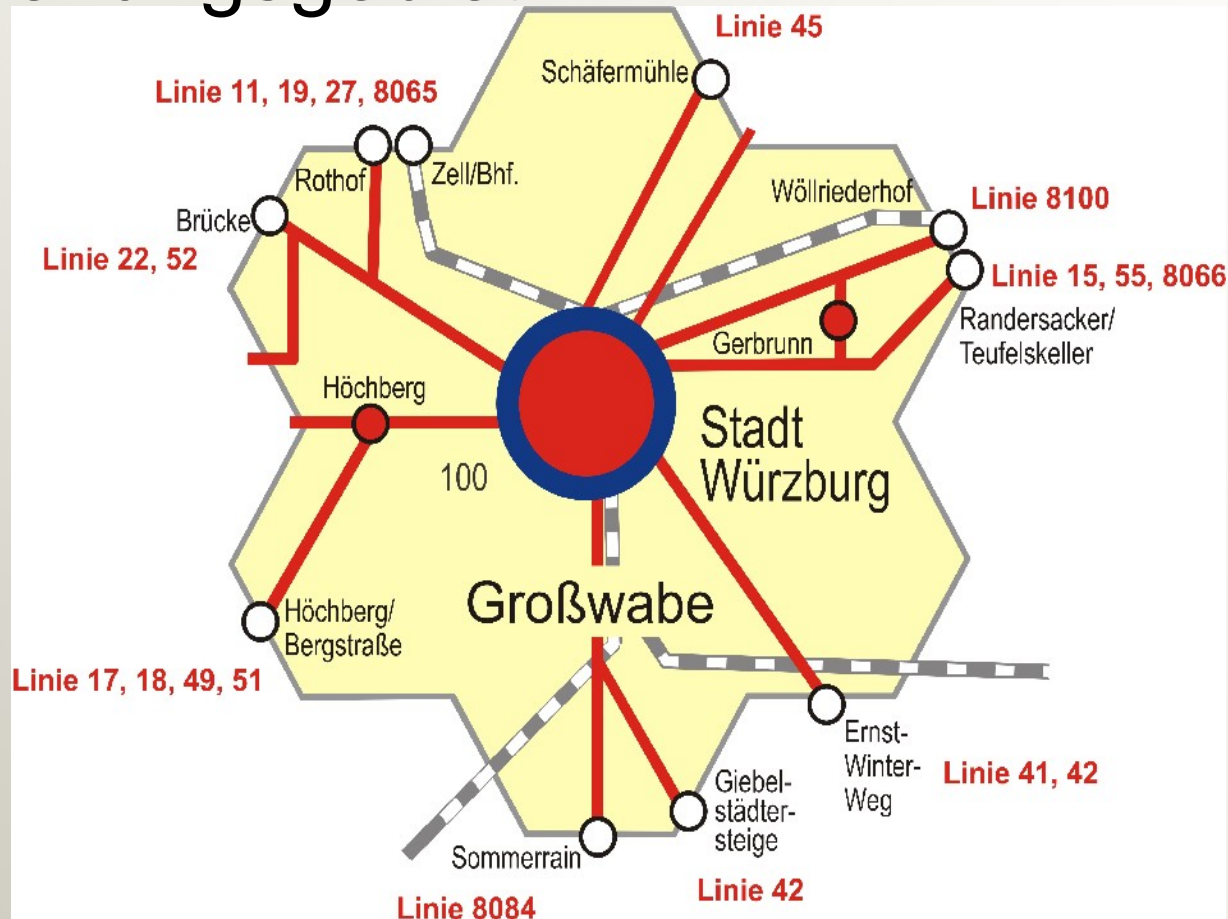
### Würzburger Straßenbahn GmbH

Richard Hofmann  
Fachgebietsleiter Technik

## Inhalt

- Strukturelle Daten der Stadt Würzburg und der WSB
- Ausgangslage und Gesamtprojekt
- Angebotsphase
- Umsetzung
- Projektstand
- Erste Erfahrungen mit TETRA

## Bedienungsgebiet



Einwohner Stadt Würzburg: ca. 130 000 Personen

Einwohner Umland: ca. 125 000 Personen

## Die WSB in Zahlen

- 25 Mio. Fahrgäste auf den Straßenbahnlinien
- 18 Mio. Fahrgäste auf den Omnibuslinien
- 6,6 Millionen Nutzwagenkilometer
- 5 Straßenbahnlinien und 35 Buslinien
- 45 Straßenbahnen und 43 eigene Omnibusse sowie 69 andere Fahrzeugen, die im Auftrag der WSB fahren
- Für die WSB arbeiten derzeit 311 Mitarbeiter (Stand:10/05)

## 3-Ebenen-Modell im Nahverkehrsraum Würzburg:

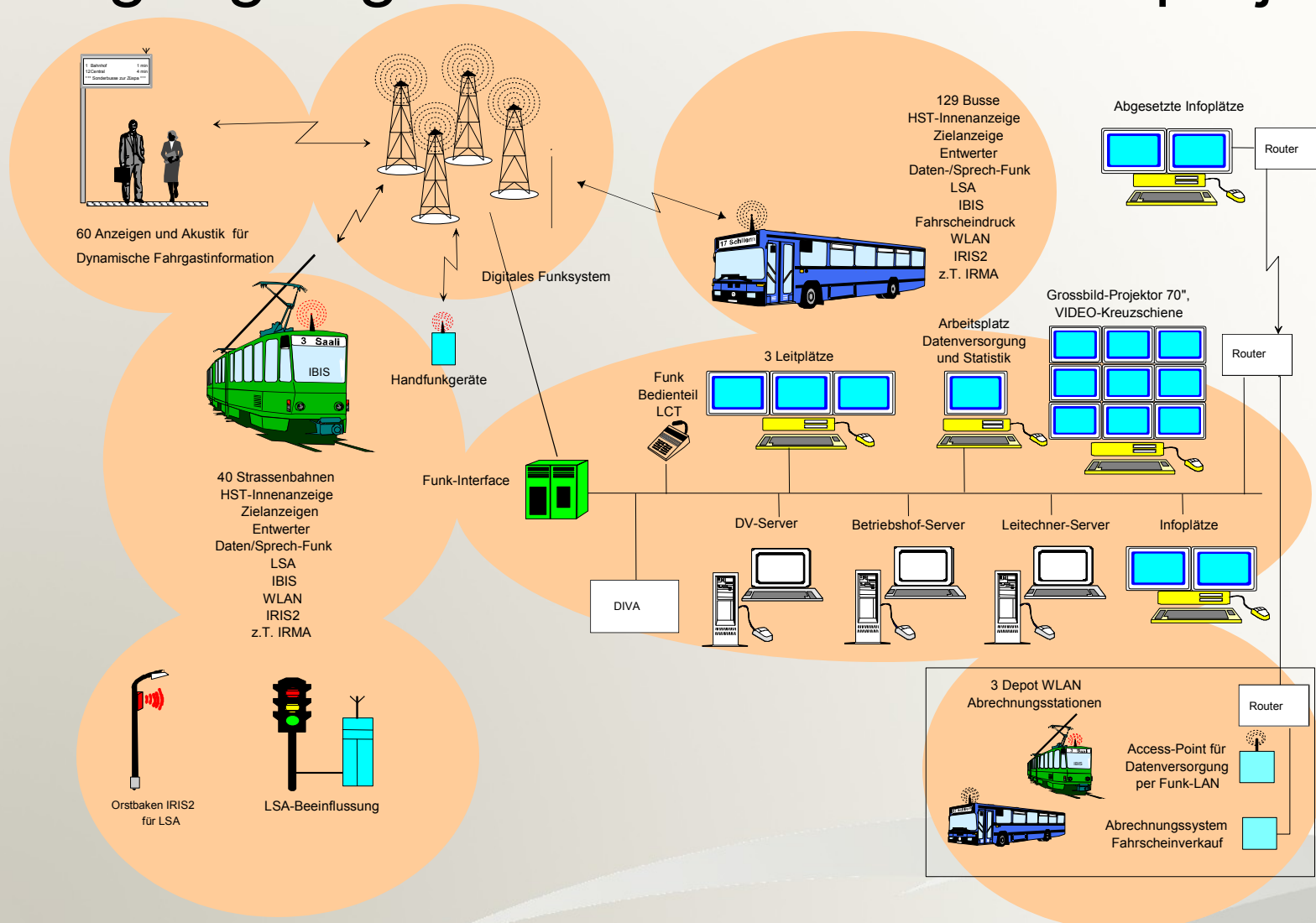


## Ausgangslage für die WSB

- ITCS-Überlegungen ab 1997
- Problematik der **Zuteilung und Verfügbarkeit** von Digitalfunkfrequenzen
- Drohende (und prognostizierte) Gefahr der **Aufkündigung** von Analogfunkfrequenzen
- Verfügbarkeit und **Preisentwicklung** von analoger Technik
- Notwendigkeit einer **zukunftsicheren** Investition

**Grundsatzentscheidung:  
Zuwendungsantrag für ein ITCS mit Digitalfunk!**

## Ausgangslage für die WSB - Gesamtprojekt





## Angebotsphase:

- Judith Site Geospatial Analysis & Project Workflows Streamlining**

Infrastructure Type	Status	Project ID	Location	Length (km)	Width (m)	Area (ha)	Volume (m³)	Weight (kg)	Value (\$)	Notes
Highway	Active	101	Laramie	1.2	12	14.4	144000	144000000	144000000	Major arterial road
Railroad	Inactive	202	Cheyenne	0.8	10	8.0	80000	80000000	80000000	Abandoned line
Waterway	Active	303	Fort Collins	0.5	5	2.5	25000	25000000	25000000	Natural river
Pipeline	Active	404	Denver	0.3	3	0.9	9000	9000000	9000000	Oil pipeline
Bridge	Active	505	Laramie	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Steel bridge
Tunnel	Active	606	Cheyenne	0.2	2	0.4	4000	400000	400000	Concrete tunnel
Dam	Active	707	Fort Collins	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Concrete dam
Levee	Active	808	Denver	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Earth levee
Canal	Active	909	Laramie	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Irrigation canal
Drainage ditch	Active	1010	Cheyenne	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Small ditch
Power line	Active	1111	Fort Collins	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Transmission line
Gas line	Active	1212	Denver	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Gas pipeline
Sewer line	Active	1313	Laramie	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Sewer main
Stormwater pipe	Active	1414	Cheyenne	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Storm sewer
Telecom cable	Active	1515	Fort Collins	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Fiber optic
Water supply line	Active	1616	Denver	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Municipal water
Sanitary sewer	Active	1717	Laramie	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Sanitary sewer
Stormwater pipe	Active	1818	Cheyenne	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Storm sewer
Telecom cable	Active	1919	Fort Collins	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Fiber optic
Water supply line	Active	2020	Denver	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Municipal water
Sanitary sewer	Active	2121	Laramie	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Sanitary sewer
Stormwater pipe	Active	2222	Cheyenne	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Storm sewer
Telecom cable	Active	2323	Fort Collins	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Fiber optic
Water supply line	Active	2424	Denver	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Municipal water
Sanitary sewer	Active	2525	Laramie	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Sanitary sewer
Stormwater pipe	Active	2626	Cheyenne	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Storm sewer
Telecom cable	Active	2727	Fort Collins	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Fiber optic
Water supply line	Active	2828	Denver	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Municipal water
Sanitary sewer	Active	2929	Laramie	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Sanitary sewer
Stormwater pipe	Active	3030	Cheyenne	0.1	1	0.1	1000	100000	100000	Storm sewer

- Auftragnehmer: Siemens VDO als GU
  - RBL- VICOS-LIO, FZG-/DFI- und Depot-Komponenten
  - Integration des Digitalen Bündelfunksystems
- Subunternehmer Funk: Rohde & Schwarz
  - Aufbau und Lieferung eines TETRA-System mit 5 Basisstationen / Mobilgeräte / ...



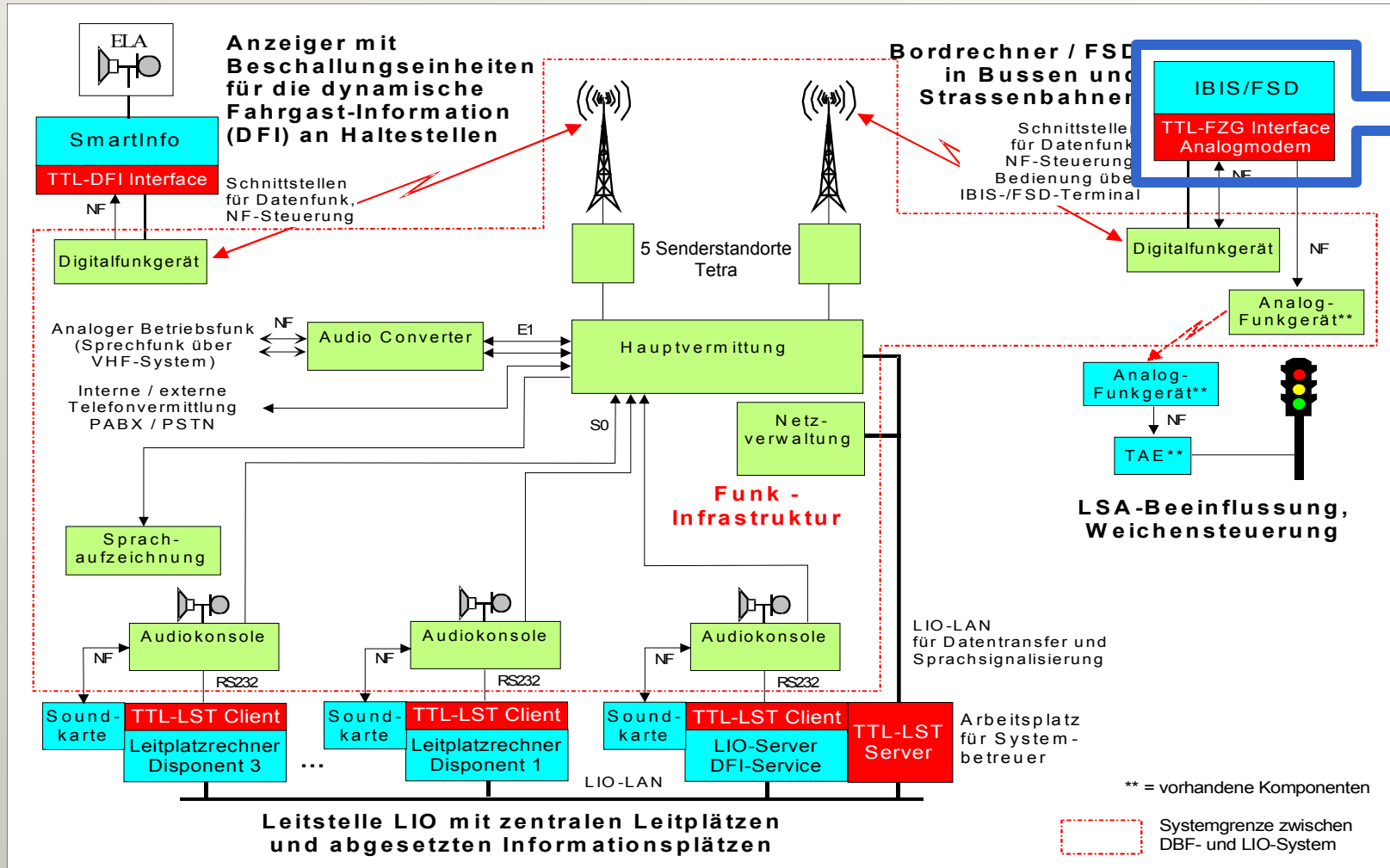
## Umsetzung - Basiskonzepte

Die Umsetzung beruht auf dem bewährten

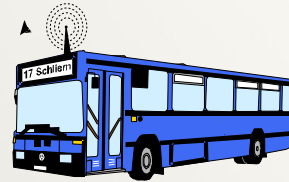
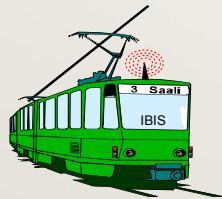
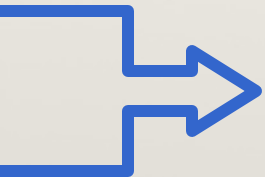
### **RBL-VICOS-LIO mit Digitalfunk** mit den Basiskonzepten

- **Fahrzeugautonomer** Fahrbetrieb mit intelligenten Strategien für z.B. die dynamische Fahrgastinformation und Anschlusskoordination in den dezentralen Komponenten -> durchgängig und konsequent ereignisgesteuert
- Konsequente **Trennung** von Applikation und Kommunikation (TTL)
- **Modulare** und skalierbare Komponenten -> neue, einheitliche Kommunikationsplattform für alle dezentralen Komponenten
- Konsequente **Nutzung von Diensten** der digitalen Bündelfunksysteme
- Bereitstellung von **betriebsübergreifenden** Diensten

## Umsetzung – Gesamtsystemarchitektur



## Umsetzung – Beispiel Fahrzeugplattform



### RBL-Bordrechner:

- Erweiterte RBL-Funktionen
- RBL-Bedienung



### RBL-Bordrechner mit Fahrscheindruck:

- Erweiterte RBL-Funktionen
- RBL-Bedienung
- Verkaufsfunktionen



Digitales Funkmodul

Analoges Funkmodul

FunkLAN (intern)

GPS (intern)

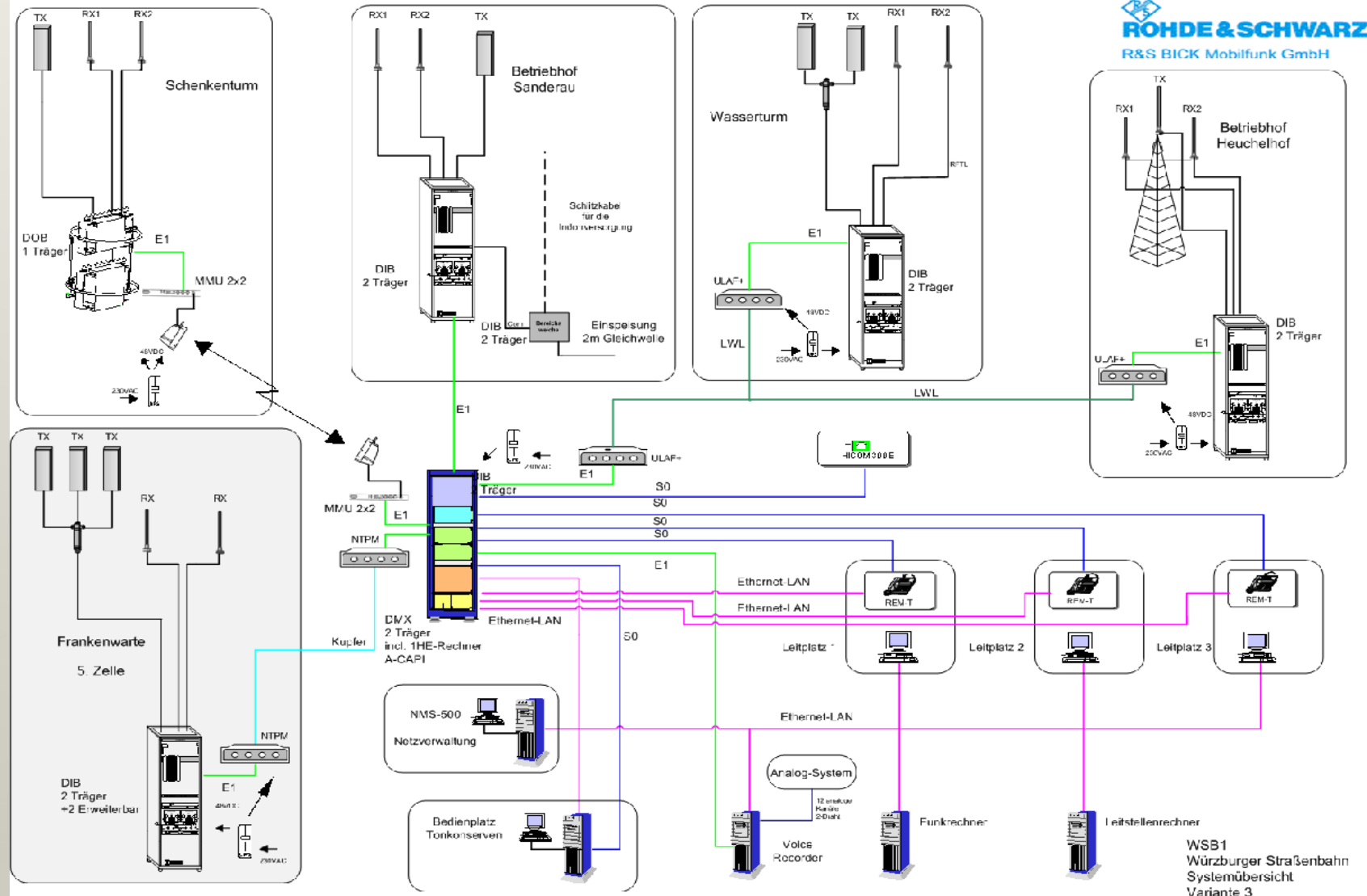
FZG-Schnittstellen



### Eine FZG-Kern-Plattform für Bus und Strassenbahnen:

- Kommunikation (digital / analog / WLAN)
- Transparent Transport Layer (TTL)
- RBL-Basis
  - Ortung
  - Fahrplanlage / Prognosen
  - Datenhaltung
  - Basisstrategien / Ereignissteuerung

## Umsetzung-Digitalfunk





# Würzburger Topographie

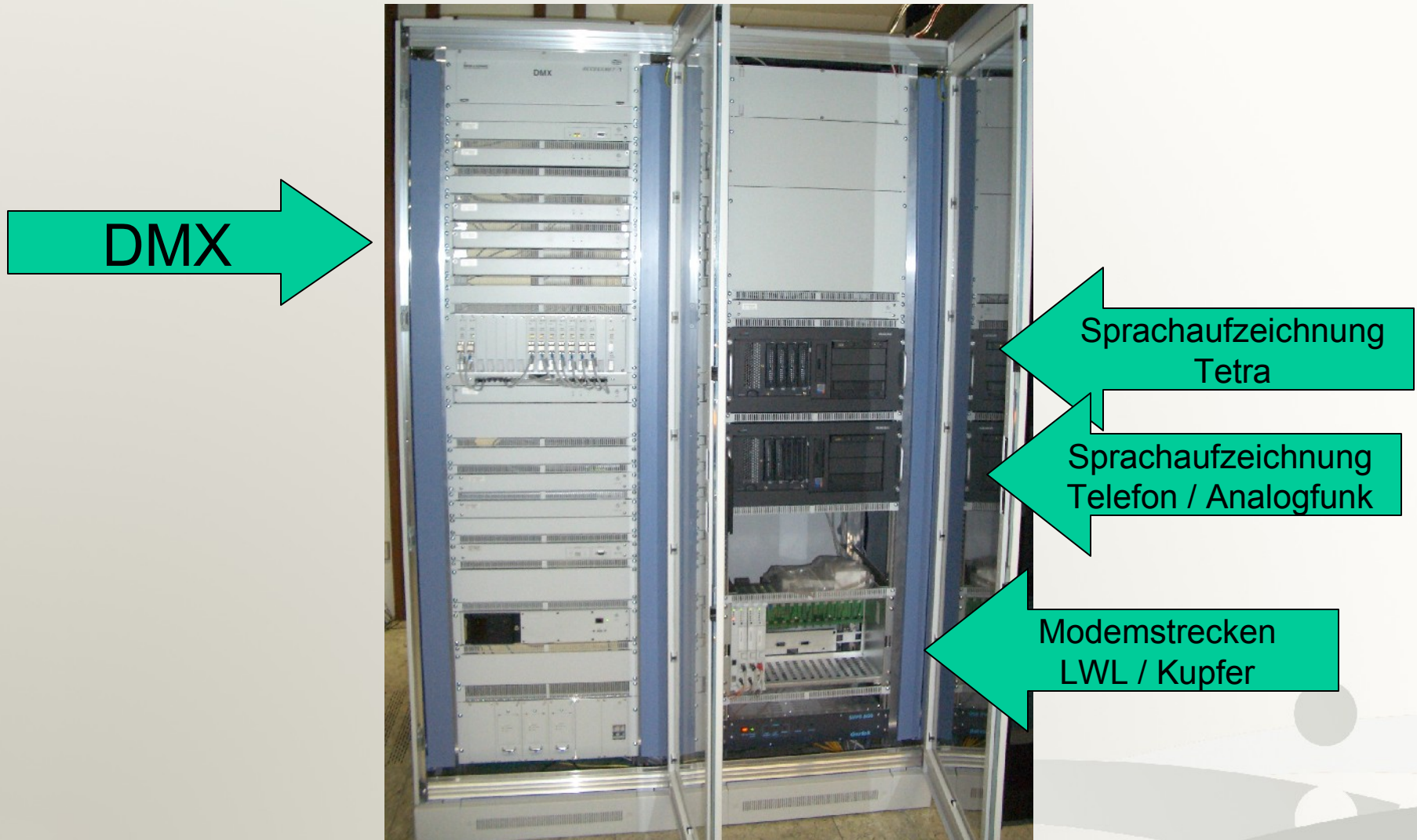


# Würzburger Topographie





## Verwendete Funktechnik







## Technik Sender

Indooranlage  
mit externer  
Spannungsversorgun  
g

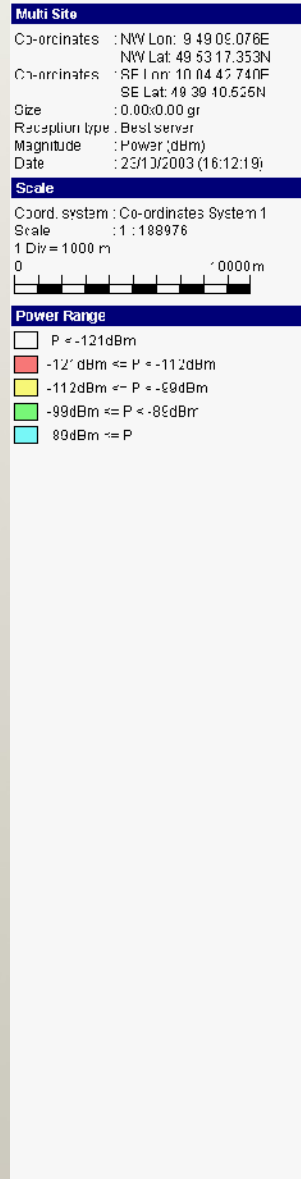


## Technik Sender

Outdooranlage  
mit externer  
Spannungsversorgung



### Multi Site Coverage: Mobile normal (Project: Würzburger Straßenbahn)



Sender-  
standorte  
und  
Coverage

## Verwendete Ausrüstung

Handfunkgeräte 35 Stück im  
Einsatz



Fahrzeugeinbau  
(zur Zeit 45 Fahrzeuge)

IBISplus  
ELA mit Digitaler Sprachansage  
Funkkassette



## Projektstand

Funkinfrastruktur komplett aufgebaut mit 5 Sendern  
seit Dezember 2004.

Momentan 47 Omnibusse mit Bedienung über Bordrechner der  
Fa. Atron im Betrieb.  
Seit Ende Oktober '05 Probebetrieb mit einer umgerüsteten Strab.

Zur Zeit werden weitere Busse und Straßenbahnen ausgerüstet.  
Umbau aller Fahrzeuge bis Ende März 2006.

Im Frühjahr 2006 werden die DFI in Betrieb gehen.

Geplantes Projektende mit Endabnahme im Sommer 2006.

## Erste Erfahrungen mit TETRA

- **Handfunkgeräte:**

- sehr gute Akzeptanz bei den Mitarbeitern
- gute Sprachqualität
- Kommunikation ins Telefonnetz durch Voll Duplex sehr gut
- Werden mit einer Fahrzeughalterung in den Servicefahrzeugen eingesetzt hier gibt es Probleme mit Temperatur

- **Fahrzeugfunkgeräte:**

- Kommunikation zwischen Leitstelle und Fahrzeugen sehr gut
- Standortanzeige des Fahrzeuges im RBL funktioniert
- Linienrufe und dynamische Gruppenrufe müssen noch optimiert werden



## Erste Erfahrungen mit TETRA

- **Allgemeines:**
  - Der Digitalfunk bietet den wesentlichen Vorteil, dass es keine Störungen mehr durch Überreichweiten aus anderen Funksystemen mit gleicher Frequenz gibt
  - Keine störenden Nebengeräusche (Rauschen) beim Sprechfunk
  - Innerhalb des Systems sind Gruppenbildungen möglich für verschiedene Benutzer (Freie Kapazitäten können an Dritte z.B.: Stadtwerke vermietet werden)
  - Einrichtung verschiedenster Benutzerprofile und Berechtigungen



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**