



Institut für Angewandte Systemtechnik
Joanneum Research Forschungsgesellschaft m.b.H

A-8010 Graz, Inffeldgasse 12

Institutsleiter: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Otto Koudelka

In Kooperation mit:



**Institut für Kommunikationsnetze und
Satellitenkommunikation**

der Technischen Universität Graz
A-8010 Graz, Inffeldgasse 12

Vorstand: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Otto Koudelka



Endbericht

DVB-T Feldversuch Graz 2004 Interaktive und mobile Dienste

Autoren:

Dipl.-Ing. Peter Schrotter

Dipl.-Ing. Bruno Josseck

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Otto Koudelka

Dipl.-Ing. Norbert Witternigg

Ing. Max E. Richter

Thomas Prechtl

Auftraggeber:

RTR – Rundfunk und Telekom-Regulierungs GesmbH

Graz, Dezember 2004

Inhalt

1. ARBEITSPAKET 1: AUFBAU DER SENDERINFRASTRUKTUR	3
2. ARBEITSPAKET 2: ADAPTIERUNG DES MESSFAHRZEUGES	5
3. ARBEITSPAKET 3: ANBINDUNG AN DAS INTERNET	7
4. ARBEITSPAKET 4: AUFBAU DES MULTIMEDIA-FAHRZEUGES	10
4.1. Erste Messkampagne mit dem Multimedia-Fahrzeug	10
4.2. Zweiter Multimediawagen	12
5. ARBEITSPAKET 5: MESS- & DEMONSTRATIONSKAMPAGNE	14
5.1. Vorangegangene Messkampagne im Sommer 2003	14
5.2. Messkampagne im Sommer/Herbst 2004	17
5.3. Aufzeichnungssoftware für DVB-T Messungen	19
5.4. Indoor-Messungen im Sommer 2004	32
5.5. Internet-Applikationen	35
6. ARBEITSPAKET 6: AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE	36
6.1. Korrekturwerte-Ermittlung	36
6.2. Versorgungskarte (Coverage Map)	37
6.3. Bewertung der Messergebnisse	39
7. ZUSÄTZLICHE LEISTUNGEN	40
7.1. Technische Einrichtung und Betreuung des Infostandes im Grazer Rathaus	40
7.2. Set-Top-Boxen – Upgrades und Tests	41

1. Arbeitspaket 1: Aufbau der Senderinfrastruktur

Um unabhängig vom operationellen Betrieb Tests durchführen zu können, wurde von der Fa. Harris-Hirschmann ein 200 W DVB-T Sender zu günstigen Konditionen angeschafft und am Institut (IKS) in der Inffeldgasse 12 installiert. Eine Sektor-Antenne der Marke Kathrein (Leihgabe vom ORF) wird als Sendeantenne verwendet. Die Montage des Senders und der Antenne erfolgt durch Institutspersonal auf der Dachplattform des Studienzentrums Inffeldgasse.

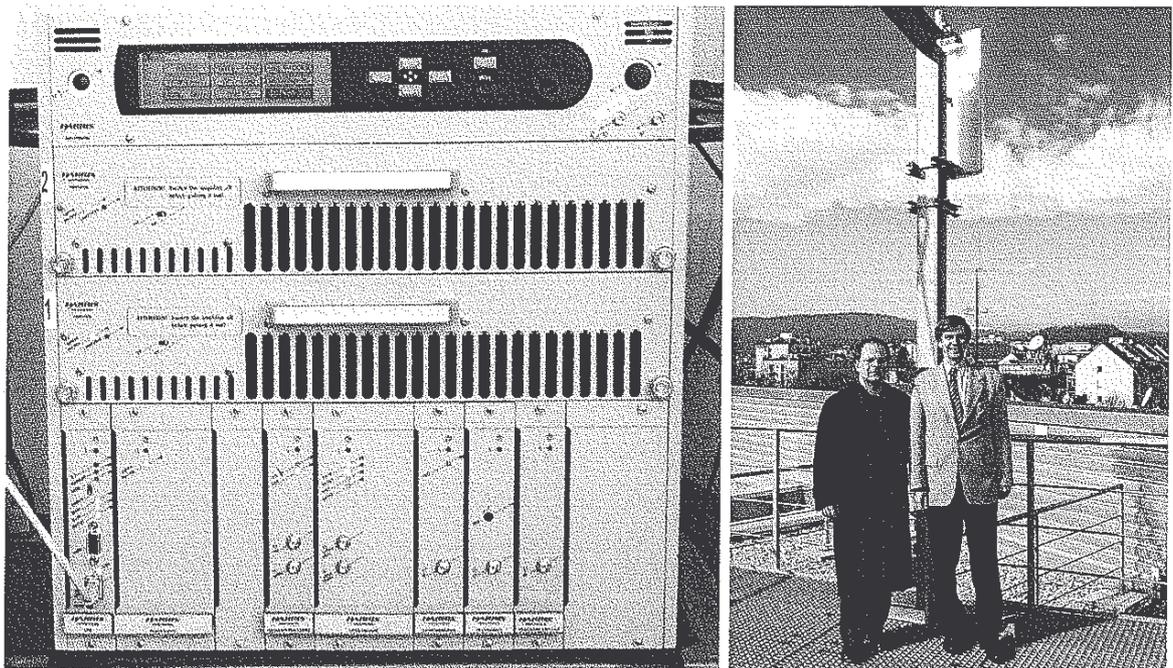


Abb. 1: DVB-T Sender und Sendeantenne am IKS in der Inffeldgasse

Der Sender wird von einem DVB Remultiplexer (Tandberg MX-5210) mit dem Transportstream über eine ASI-Hochgeschwindigkeitsschnittstelle angespeist.

Verschiedene Quellen können für die Testausstrahlungen eingebunden werden. Dies können über Satellit empfangene Programme (TV- und Radio) und lokal erzeugte Liveprogramme sein sowie TU-Eigenproduktionen von DVD oder über andere analoge und digitale Medien zugeführte Signale. Die Programme werden unverschlüsselt ausgestrahlt (FTA – Free To Air) und können mit jedem handelsüblichen DVB-T Empfangsgerät wiedergegeben werden.

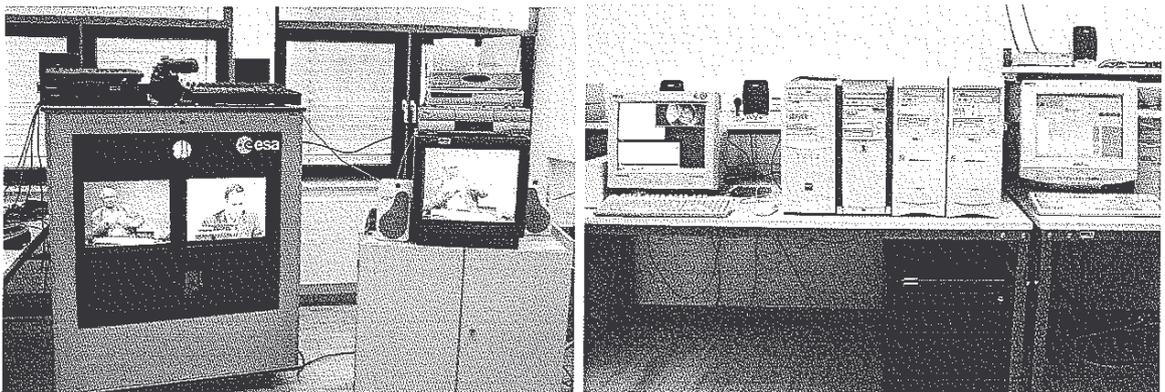


Abb. 2: Test-Studio und Server-Infrastruktur

Es wurde ein einfaches und funktionales Test-Studio eingerichtet, von welchem aus immer wieder Live-Ausstrahlungen für Demonstrationszwecke durchgeführt wurden. Es standen DVD-Player, Video- und Audio-Mischpulte, Studiokameras und Kontrollmonitore zur Verfügung, weiters konnten andere Signalquellen parallel dazu eingebunden werden.

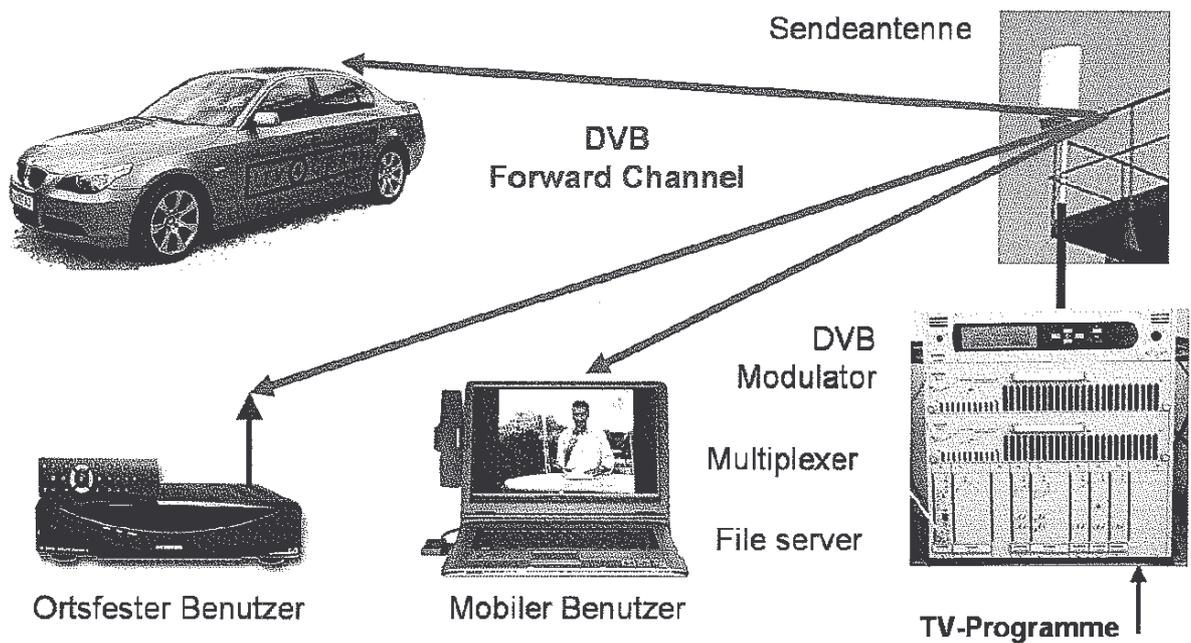


Abb. 3: Konzept der DVB-T Senderinfrastruktur am IKS

Die ausgestrahlten Programme wurden sowohl von stationären Empfängern (Set-Top-Boxen und integrierte Digitale TV-Geräte) als auch von portablen und mobilen Geräten empfangen. Zu den portablen Geräten zählen u.a. Notebooks mit DVB-T Empfangskarten (PCMCIA-Karte von Satelco und Aktivantenne von Kathrein), zu den mobilen Empfangsgeräten zählten in Fahrzeuge eingebaute Set-Top-Boxen (beispielsweise der Diversity-Empfänger von HiTop).

2. Arbeitspaket 2: Adaptierung des Messfahrzeuges



Abb. 4: Das Messfahrzeug der ESA

Der als Leihgabe von der ESA (European Space Agency) bereitgestellte Messbus (Mercedes Vito – siehe obige Abbildung) wurde mit einem speziellen DVB-T-Messsystem (siehe Abbildung unten) ausgestattet und mit der bereits vorhandenen Global-Positioning-System-Infrastruktur verbunden. Eine wesentliche Tätigkeit war die Erstellung eines automatischen Mess- und Aufzeichnungssystems. Ebenfalls wurden die notwendigen Auswerteprogramme erstellt, die auch die Möglichkeit einer geo-codierten graphischen Darstellung der Messergebnisse erlauben.

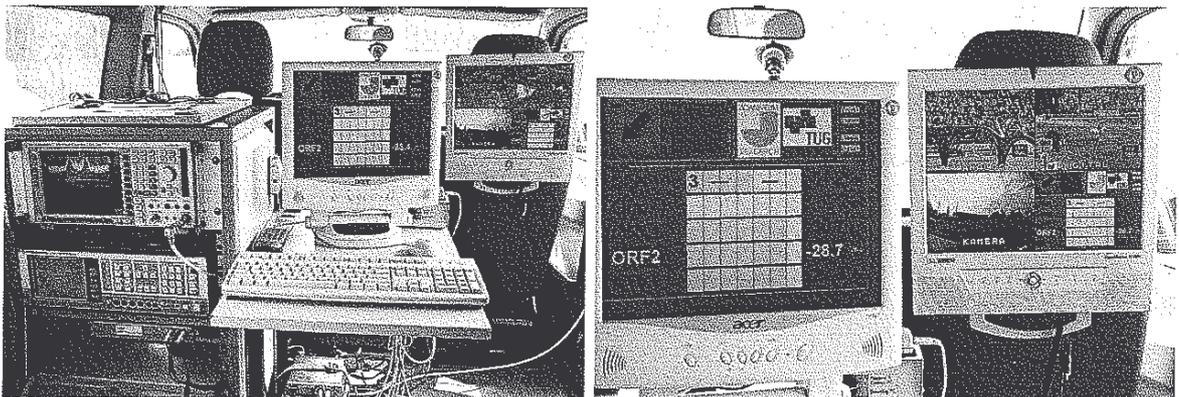


Abb. 5: Equipment im Messfahrzeug mit der Aufzeichnungssoftware

In der rechten Abbildung sieht man die Aufzeichnungssoftware für die Messwerte mit Aufbereitung für ein vierfach geteiltes Videobild. Die Datenaufzeichnungssoftware wurde von Dipl.-Ing. Norbert Witternigg am Institut für Angewandte Systemtechnik (IAS) des Joanneum Research Graz entwickelt.

Als Spectrum Analyzer wurde ein Rohde & Schwarz FSP 3 verwendet, mit diesem wurde neben dem COFDM-Spectrum auch die Kanalleistung (Channel Power) bestimmt. Die Steuerung des Gerätes erfolgte über eine Ethernet-Schnittstelle.

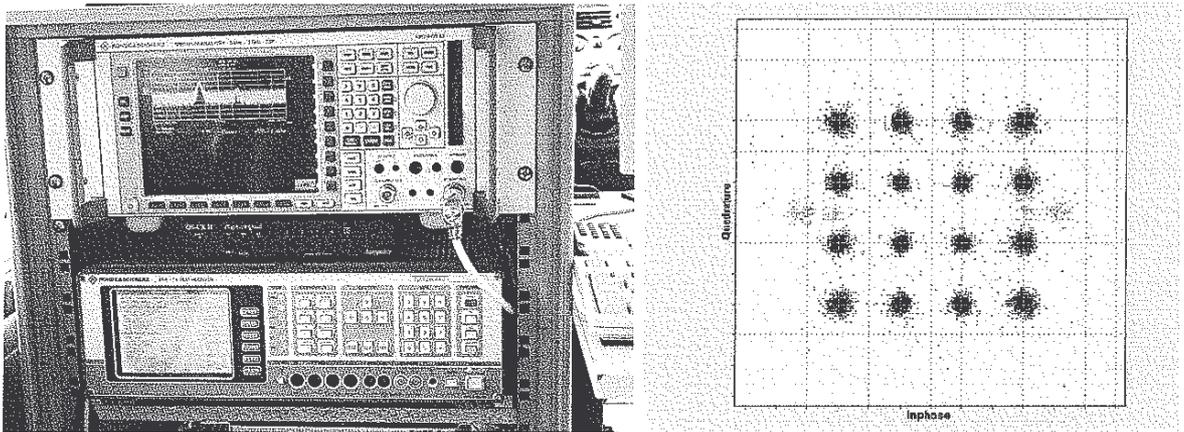


Abb. 6: Spectrum Analyzer und Messem Empfänger sowie Konstellationsdiagramm

Als Messem Empfänger kam ein Rohde & Schwarz EFA 43 zum Einsatz. Dieser gibt neben verschiedenen Bitfehlerraten vor und nach den Fehlerkorrekturstufen auch den Modulationsfehler MER aus. Weiters kann man u.a. Konstellationsdiagramme visualisieren. Das Geräte wurde über eine GPIB/IEEE-Schnittstelle von der Messsoftware ferngesteuert.

In der rechten Abbildung sieht man das Konstellationsdiagramm eines 64 QAM-Signals samt der Referenzträger (hellgrau).

Neben den Messwerten wurde auch der mobile Empfang von analog und digital ausgestrahlten terrestrischen Programmen überprüft, in einer Viertelbilddarstellung gegenübergestellt und aufgezeichnet. Aus diesen Aufzeichnungen wurden DVD-Videos erzeugt, diese zeigen eindrucksvoll die Vorteile des mobilen Digitalempfangers gegenüber der herkömmlichen analogen Technologie.

In der Viertelbilddarstellung sind neben dem Videosignal des Digitalempfangers und des Analogempfangers auch ein Frontkamerabild der Umgebung des Messfahrzeuges sowie die Messwerte visualisiert. Das Frontkamerabild gibt einen guten Eindruck von der Vegetation und der Bebauung des durchfahrenen Abschnittes und hilft bei Rückschlüssen auf schwankende Empfangspegel während der Fahrt. Mehr dazu wird in Kapitel 5.2 erläutert.

3. Arbeitspaket 3: Anbindung an das Internet

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurde eine spezielle Serverinfrastruktur eingerichtet, welche mit dem DVB-Multiplexer einerseits und der Mobilfunkinfrastruktur andererseits verbunden ist (siehe Abb.). Hinsichtlich des Rückkanals wurde ein Kooperationsvertrag mit T-Mobile abgeschlossen. T-Mobile stellte GSM/GPRS sowie UMTS-Endgeräte für die Tests zur Verfügung. Ein wesentlicher Teil der Arbeiten am Institut war die Implementierung der notwendigen Protokolle, insbesondere der Broadcast- sowie Multicast-Protokolle und Anwendungen.

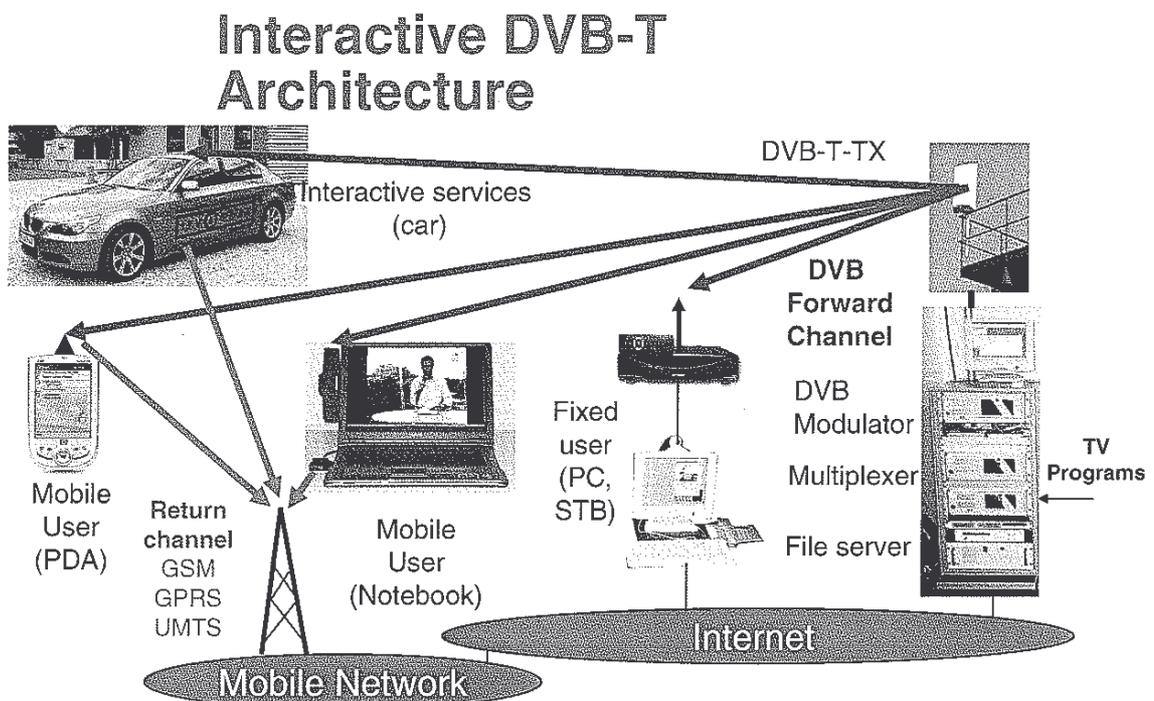


Abb. 7: Blockschaltbild der Architektur

Zur Demonstration der breitbandigen Datenübertragung an mobile Datenendgeräte über einen DVB-T Datendienst wurde ein Demonstrationsfahrzeug ausgerüstet.

Ein Miniatur-PC (Formfaktor Mini-ITX), ein so genannter Car-PC, dient dabei als Internet-Gateway für die Daten, die von einem Notebook oder einem PDA angefordert werden. Dabei stellt der PDA oder Notebook, im weiteren Client genannt, über Wireless LAN eine Verbindung mit dem am Car-PC angeschlossenen Wireless Accesspoint her. Fordert der Client vom Gateway Daten an, z.B. beim Web-Surfen oder beim Aufrufen von Medien über den Windows Media Player, so stellt dieser automatisch eine Verbindung mit dem Netzwerk der DVB-T Sendeeinheit am IKS der TU-Graz her. Diese Verbindung wurde ursprünglich mit einer DFÜ-Verbindung zu einem RAS-Server über ein GSM-Mobiltelefonpaar

hergestellt. Dabei war der anrufende Client eindeutig aufgrund seiner Telefonnummer identifizierbar. Dies ist insofern wichtig, weil die angeforderten Daten vor dem Senden einem bestimmten DVB-T Datenendgerät (datenfähige Settop-Box, PCMCIA- oder PCI-Einsteckkarte) zugeordnet werden müssen, damit diese auch nur von diesem Endgerät empfangen werden können (das ist z.B. wichtig beim Abrufen von eMails über ein Web-Interface). In weiterer Folge wurde die Datenverbindung via GPRS zu einem Internetgateway des Mobilfunkbetreibers hergestellt und über diese Verbindung ein VPN-Tunnel zu einem VPN-Server im Netzwerk der DVB-T Sendeeinheit am IKS der TU-Graz hergestellt. Bei dieser Art der Verbindung kann eine Zuordnung des Anrufers zu einem Datenendgerät nur durch eine eindeutige Benutzername/Passwort - Kombination erfolgen. Zur Verbesserung der Bandbreite bei der Datenanforderung kam in weiterer Folge noch die UMTS-Technik zur Anwendung, die momentan allerdings nur in den städtischen Ballungsgebieten und entlang der Hauptverkehrsverbindungen zur Verfügung steht.

Nun zur Senderseite:

Die über den RAS- bzw. VPN-Server angeforderten Daten müssen über einen Proxy-Server angefordert werden. Das dient zum einen der Sicherheit, da das Netzwerk, in der die Sendeeinheit betrieben wird, dabei wirkungsvoll über eine Firewall vom Internet gegen Angriffe abgeschirmt werden kann, zum anderen dient es der Beschleunigung, da der Prozess der Dateneinflechtung in den MPEG-Datenstrom an sich aufwändig und damit relativ langsam ist.

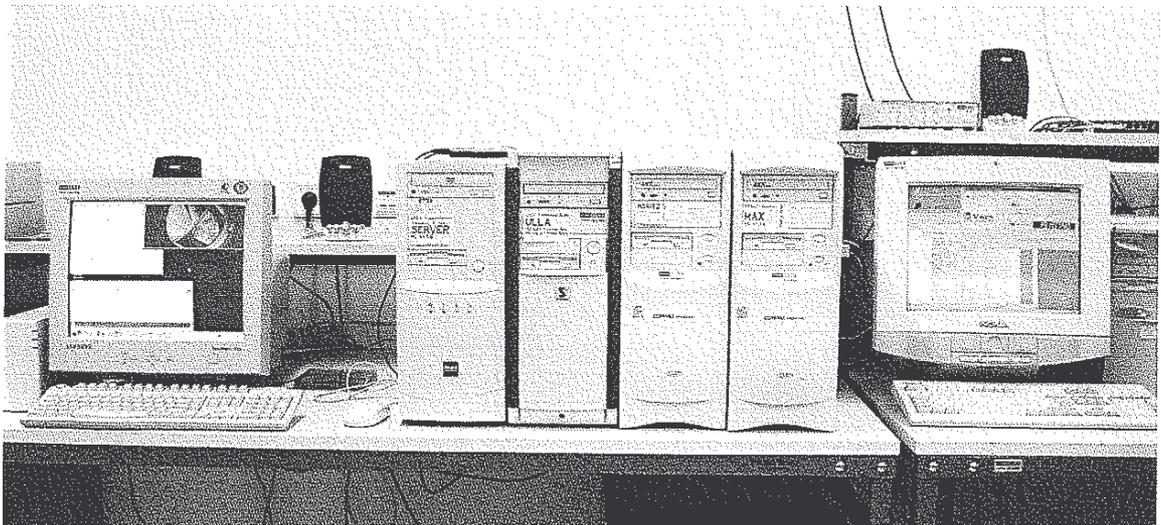


Abb. 8: Server-Infrastruktur

Die am Proxy bereitgestellten Daten werden nun auf einem Router einer bestimmten Ethernet-MAC-Adresse bzw. der damit verbundenen IP-Adresse zugeordnet, die Daten von einem IP-Gateway in einen MPEG2-Datenstrom eingepackt und von einem Multiplexer ins Sendekarussell eingespielt, von wo aus sie über den Sender ausgestrahlt werden.

Das Datenendgerät, das in unserem Fall eine DVB-T PCI Einsteckkarte im Car-PC ist, filtert die für sich bestimmten Daten aus dem Datenstrom heraus und liefert sie über den WLAN-Accesspoint wieder an den anfordernden Client weiter. Dieser verwendet die Daten dann in der jeweiligen Applikation.

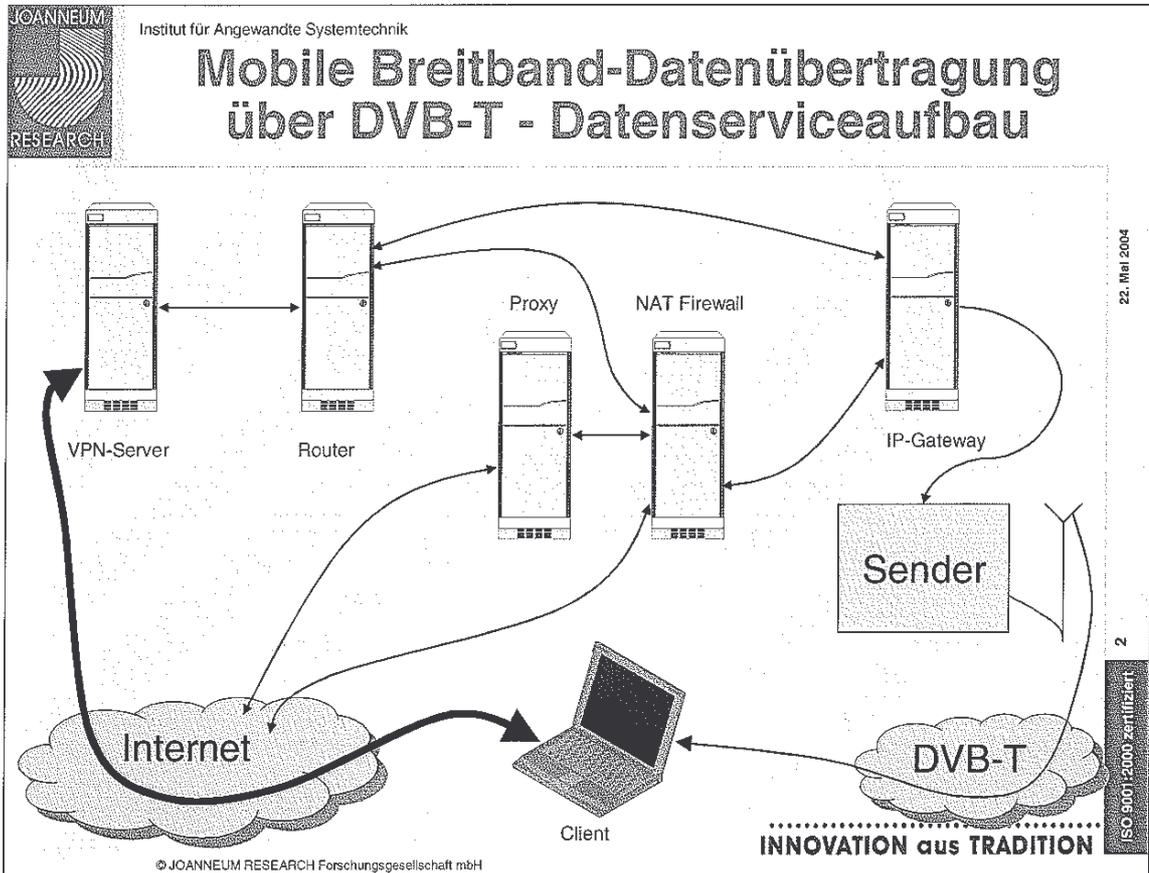


Abb. 9: Prinzipschaltbild der mobilen Breitband-Datenübertragung über DVB-T

Was dabei wichtig ist:

- Die eindeutige Identifizierung des Empfänger-Datenendgerätes bei der Einwahl
- Die Trennung von Datenanforderungen und Datenbeantwortungen ("Split-IP"), da die (breitbandigere) DVB-T Datenverbindung zum Rücksenden der Daten, die DFÜ bzw. GPRS bzw. UMTS-Datenverbindung nur zum Anfordern der Daten verwendet werden soll

4. Arbeitspaket 4: Aufbau des Multimedia-Fahrzeuges

In einem ersten Schritt wurde die notwendige Infrastruktur in das Institutsfahrzeug des IKS (VW Passat, siehe Abbildung unten) integriert.

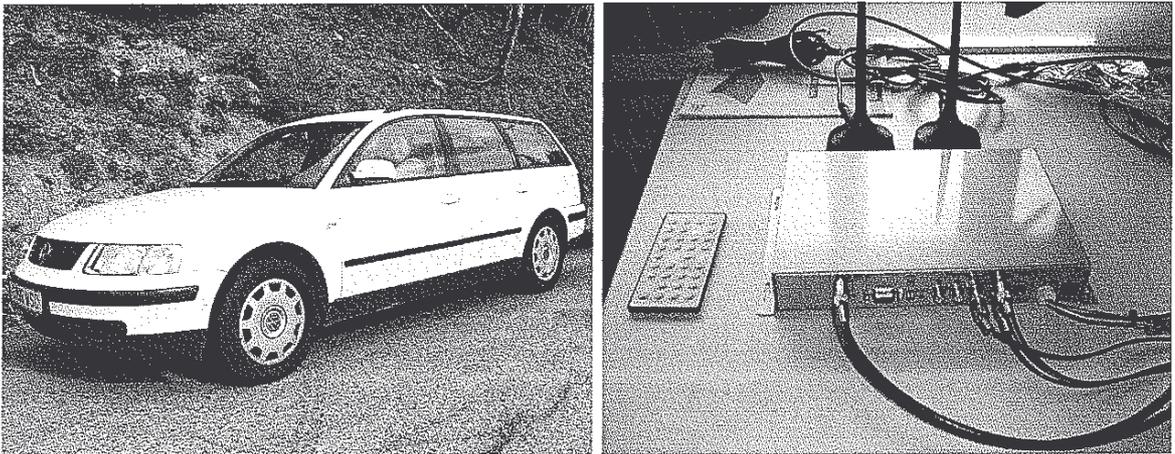


Abb. 10: Passat des IKS als erstes Testfahrzeug und HiTop Diversity-Empfänger

Dieser Schritt umfasste:

- Einbau eines DVB-Diversity-Empfängers mit zwei Magnetfuss-Außenantennen (siehe Abb.)
- Integration des GPRS/UMTS-Systems
- Aufsetzen und Einbau des speziellen Router-PCs mit WLAN-Access-Point
- Test der Verbindung mit externen Notebooks über WLAN-Technologie

4.1. Erste Messkampagne mit dem Multimedia-Fahrzeug

Damit wurden erste Messfahrten unternommen und die mobile Empfangbarkeit der DVB-T Dienste unter Einbeziehung von GPS-Navigationsdaten auf einer Landkarte festgehalten.

Die zugrunde liegende Karte zeigt das theoretische Versorgungsgebiet (Coverage) für Portable Outdoor-Empfang, diese wurde von Herrn Gschiel an der RTR erstellt.

Darüber gelegt sind die Strassenzüge, auf welchen der tatsächliche Empfang von DVB-T Programmen des SFN-Multiplexes Graz farbcodiert eingetragen ist. Grün bedeutet ausgezeichneter Empfang, blau steht für guten Empfang, orange Linienzüge stehen für schlechten Empfang mit kurzfristigen Aussetzern und rot bedeutet kein Empfang mehr.

SFN . . . Single Frequency Network - Gleichwellennetz

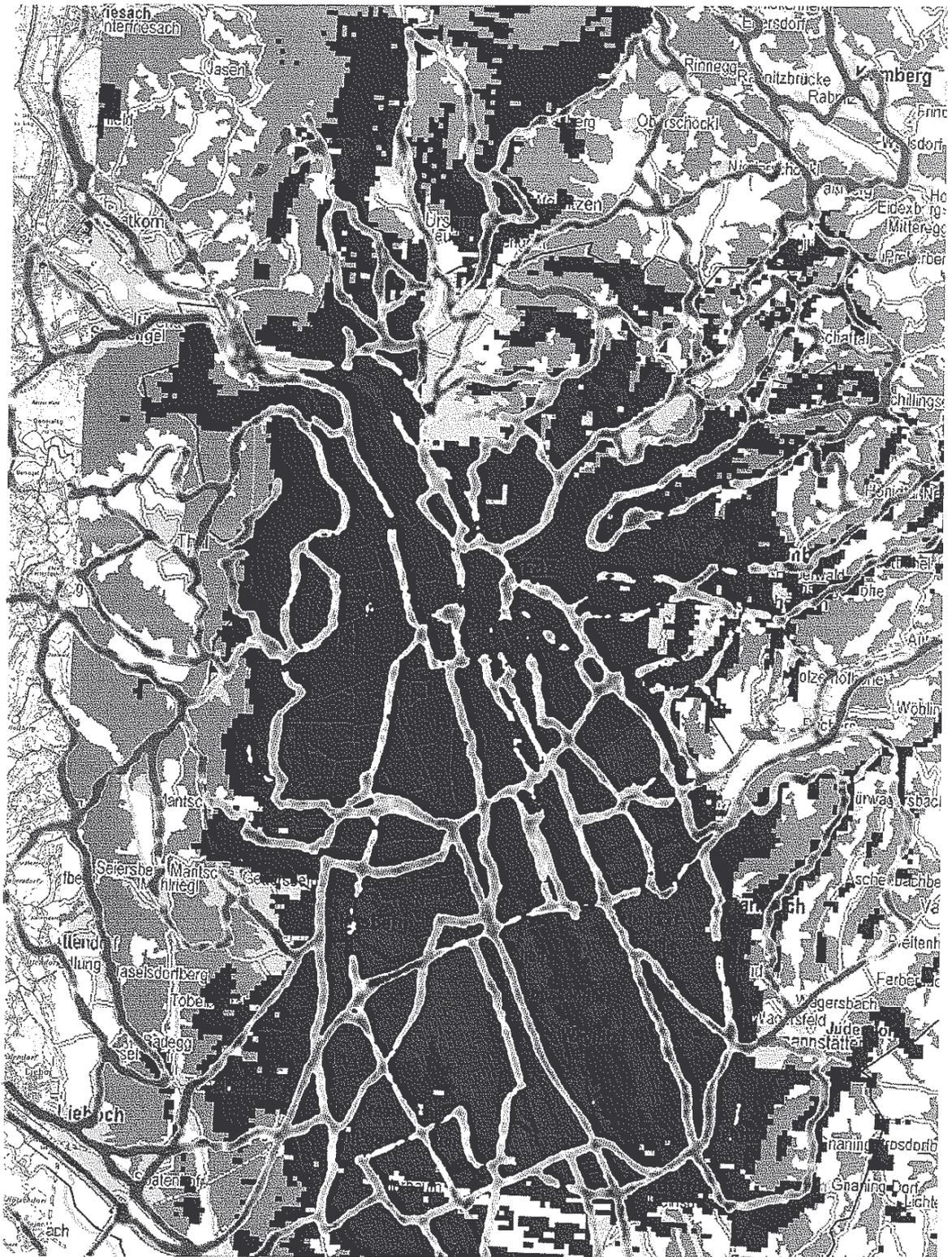


Abb. 11: Erste Messkampagne, Überlagerung der Messung mobiler Empfangbarkeit mit dem theoretischen Modell der RTR für portable outdoor

Die phänomenale Übereinstimmung des theoretischen Modells mit den tatsächlichen Messfahrten (zumindest in diesem Maßstab) hat alle Beteiligten überrascht.

4.2. Zweiter Multimediawagen

Zwischenzeitlich wurde uns von BMW Austria ein Testwagen (BMW Limousine 530 TD) als Demonstrationsfahrzeug für den Pilotversuch DVB-T Graz 2004 zur Verfügung gestellt.

Dieser Wagen hatte neben zahlreichen Serienfeatures noch folgende technische Zusatzausstattungen:

Neben Navigationsystem und analogem Fernsehempfänger war das Fahrzeug auch mit einem ab Werk erhältlichen DVB-T Tuner der Firma FUBA und einem im Dachhimmel eingebauten herunterklappbaren TFT-Monitor mit integriertem DVD-Player ausgestattet. Dieser ermöglicht im Fond sitzenden Passagieren ungetrübten DVB-T und DVD Genuss. Dabei wurde der Ton entweder über Infrarot-Kopfhörer oder das HiFi-System des Autos übertragen. Als Empfangsantennen dienten in die Scheiben integrierte Kombiantennen.

Unsererseits wurde noch ein System realisiert das die Möglichkeit der interaktiven Datenanbindung über eine IP-Verbindung ermöglichte.



Prinzip der mobilen Datenübertragung

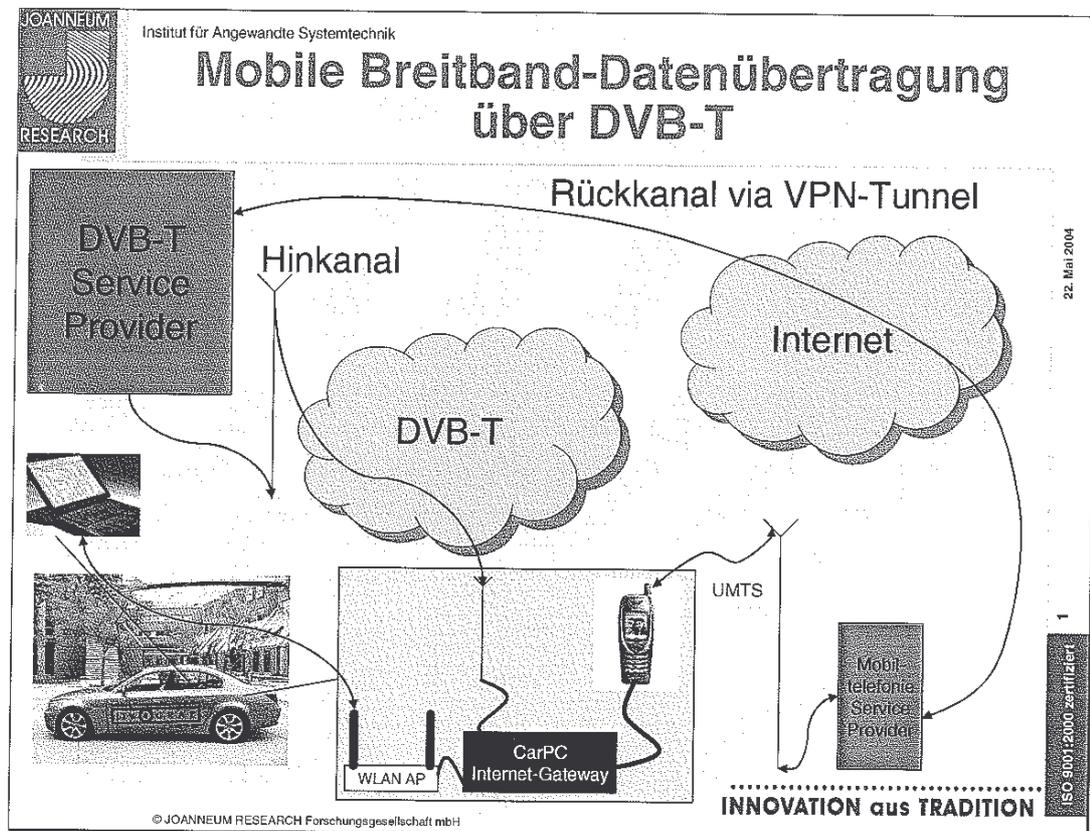


Abb. 12: Blockschaftbild zur mobilen Datenübertragung

Mobiler Datendienst (z.B. Internet)

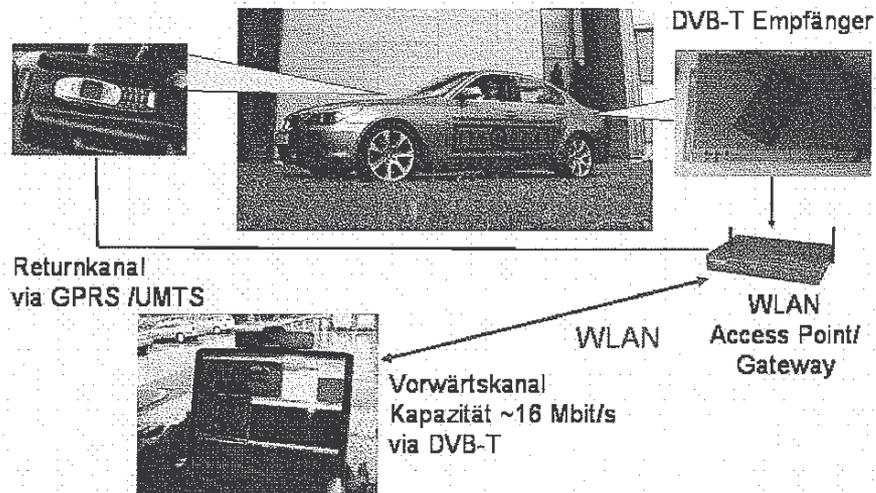


Abb. 13: Detailschaltbild des mobilen Datendienstes im Fahrzeug

Der Benutzer kann mit seinem Notebook oder PDA via WLAN eine Verbindung mit dem CarPC aufbauen, der als Internet-Gateway dient. Fordert das Notebook oder der PDA Daten an so baut der CarPC über ein angeschlossenes UMTS-Mobiltelefon einen VPN-Tunnel zum DVB-T Sender auf. Dort werden die Daten von einem Proxy-Server aus dem Internet geholt und über den DVB-T Datenkanal an die datenfähige Empfangskarte im CarPC gesendet. Von dort werden die Daten an den anfordernden Notebook/PDA über WLAN weitergeleitet. Die Datenanforderung kann statt über UMTS natürlich auch über ein GPRS-Mobiltelefon oder ein Satellitentelefon erfolgen.

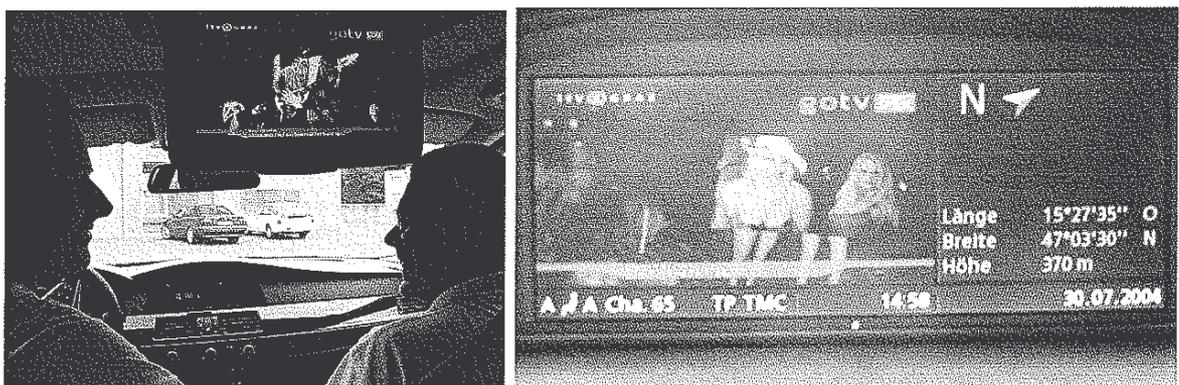


Abb. 14: DVB-T Empfang im Fond und am Armaturenbrett des BMW Testwagens

In der rechten Abbildung sieht man die Multifunktionsanzeige im Armaturenbrett des BMW Testwagens. Man kann das DVB-T Programm **!TV4GRAZ** mit dem Sender **gotv** erkennen. Das Videobild am Armaturenbrett wird während der Fahrt aus Sicherheitsgründen automatisch ausgeblendet.

5. Arbeitspaket 5: Mess- & Demonstrationskampagne

5.1. Vorangegangene Messkampagne im Sommer 2003

Von der deutschen Firma **AdCoCom** wurde im Sommer 2003 ein DVB-T Messgerät **4T2 Mark II** für einige Wochen zur Verfügung gestellt. Damit wurden erste Messungen unseres Forschungssenders durchgeführt.

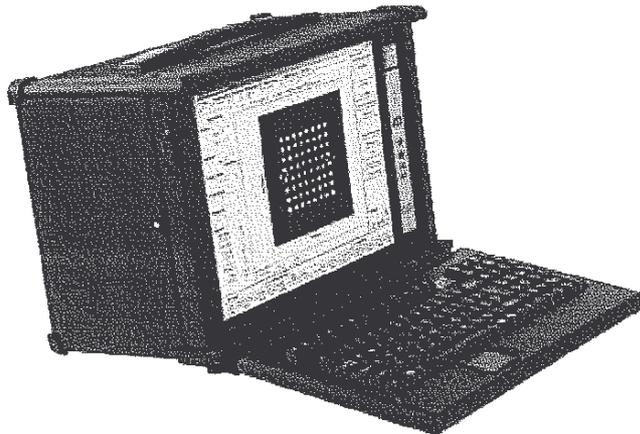


Abbildung 15: Portables DVB-T Test Set AdCoCom 4T2

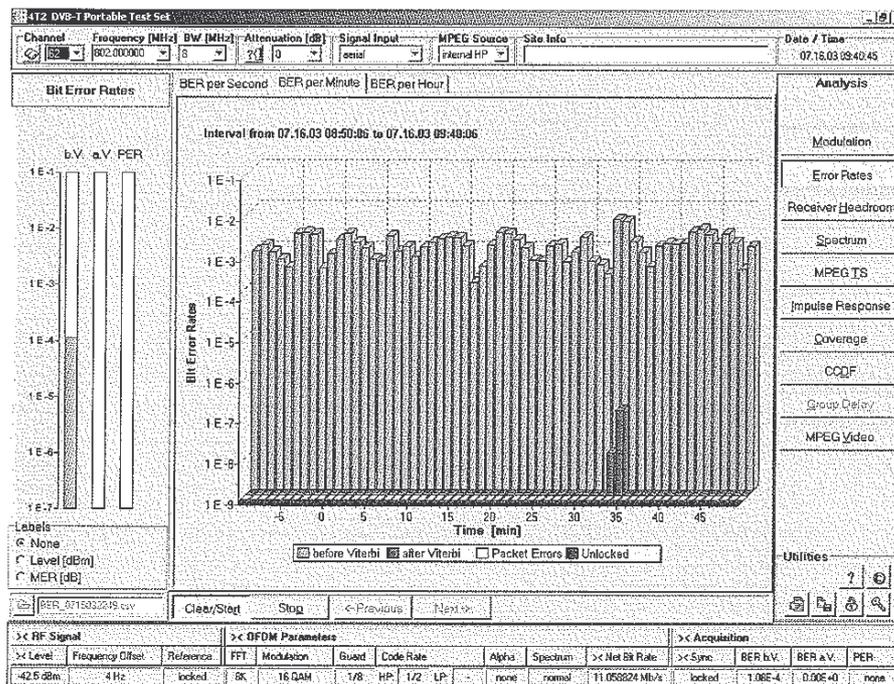


Abbildung 16: Messung der Bitfehlerrate über die Zeit im stationären Messbetrieb (BER pro Minute)

DVB-T Endbericht

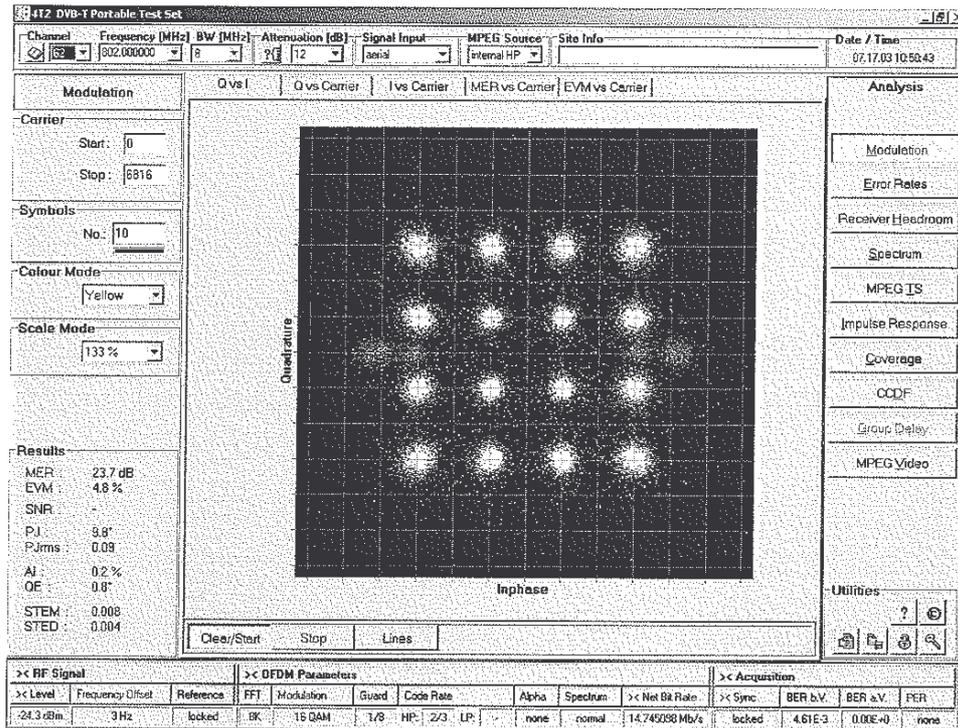


Abbildung 17: Darstellung des Konstellationsdiagramms eines 16 QAM-Signals. Die regulären Symbole des COFDM-Signals sind gelb dargestellt, blau markiert sieht man deutlich die Referenzträger

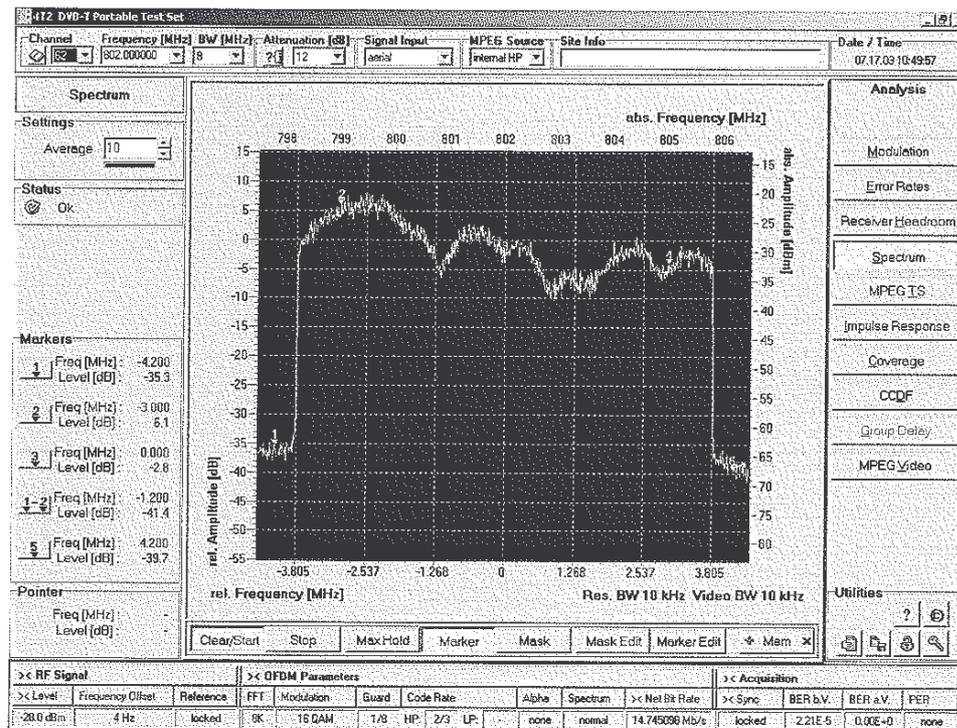


Abbildung 18: Darstellung des Frequenzspektrums eines DVB-T Signals im 8k-Modus, UHF-Band mit Kanalraster von 8 MHz. Die Bandbreite entspricht 7,6 MHz.

DVB-T Endbericht

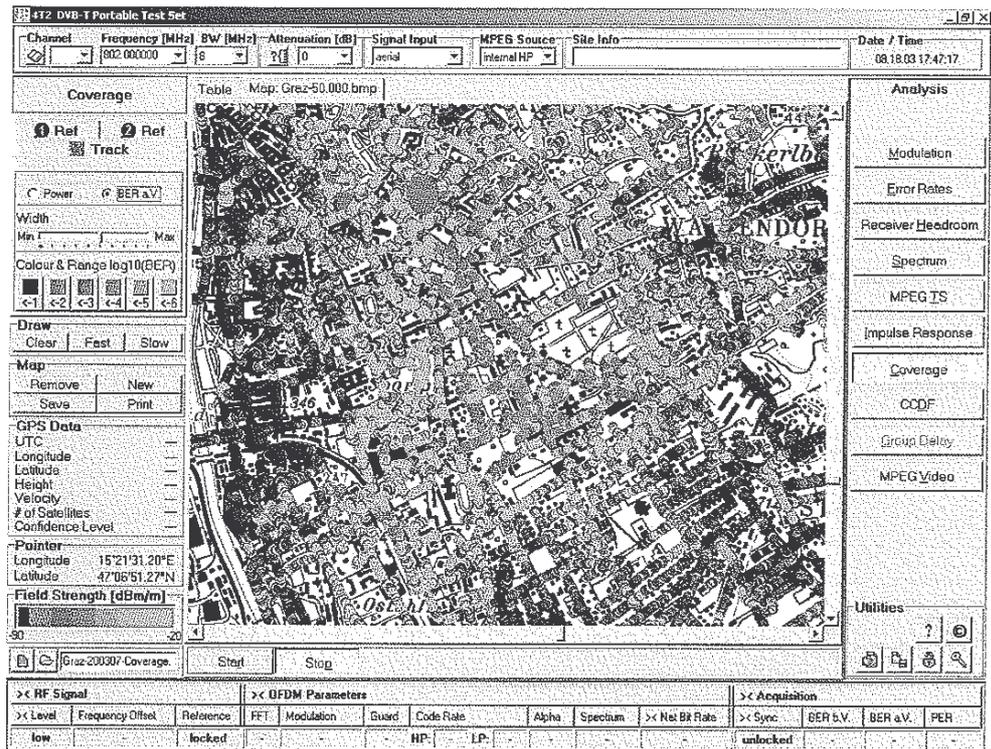


Abbildung 19: BER-Messwerte aufgetragen auf der Versorgungskarte

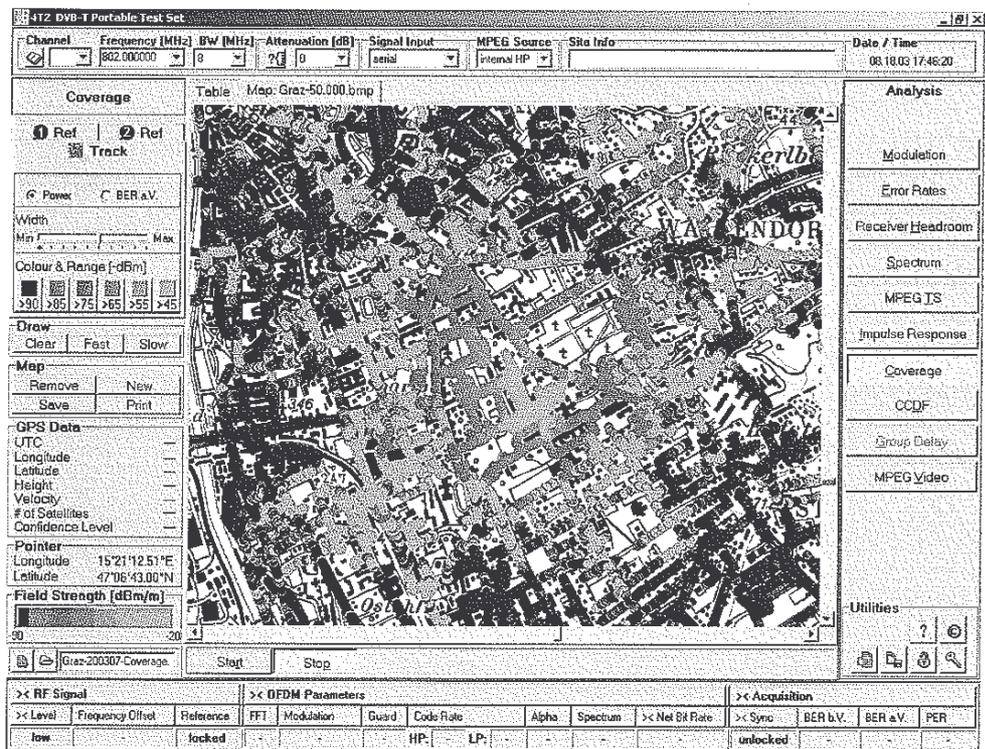


Abbildung 20: Feldstärke-Messwerte aufgetragen auf der Versorgungskarte

5.2. Messkampagne im Sommer/Herbst 2004

Über einen Zeitraum von etwa 3 Monaten wurde mit dem ESA-Messfahrzeug das Versorgungsgebiet Graz systematisch abgefahren, um eine möglichst detaillierte Landkarte mit der zugehörigen Empfangsgüte zu erstellen.

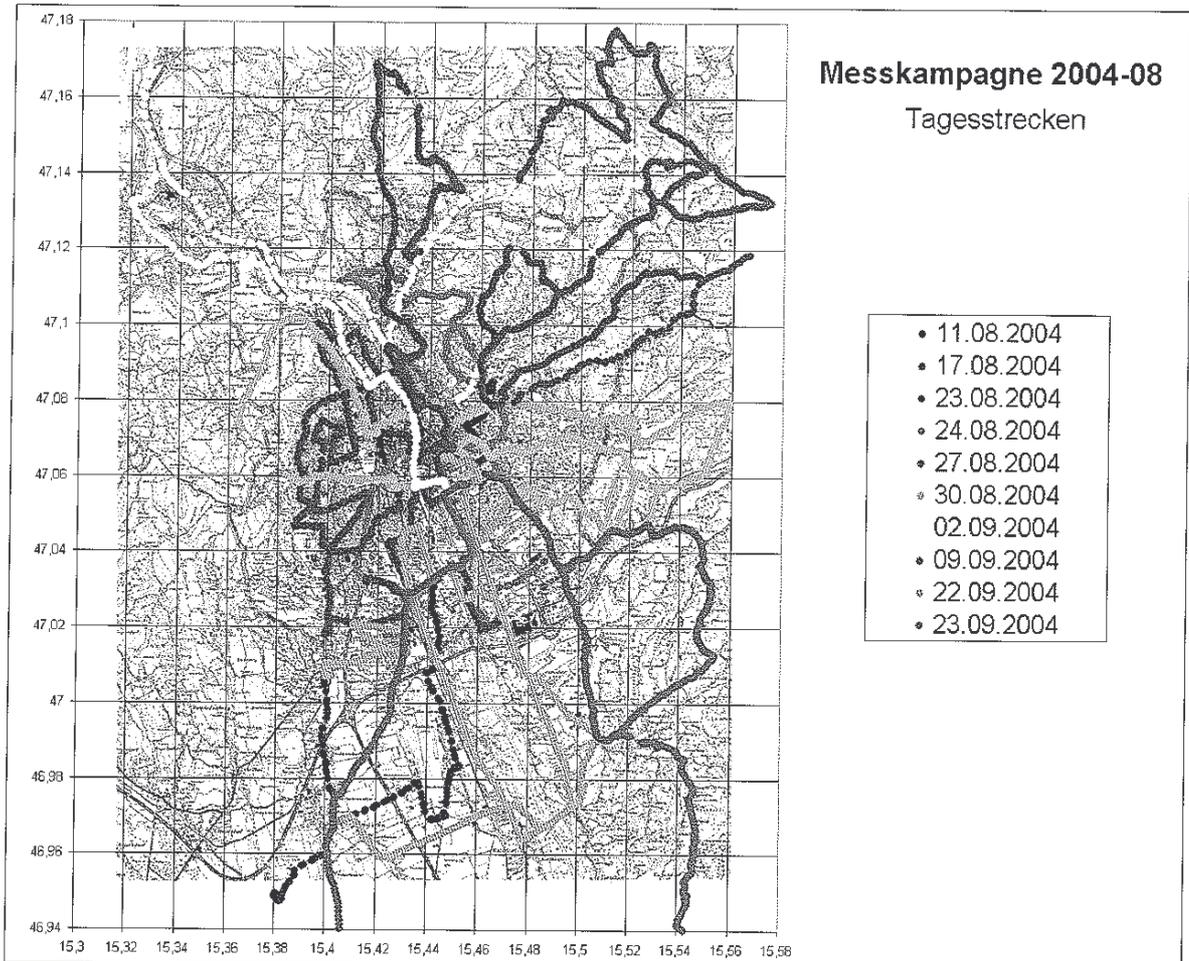


Abb. 21: Tagesrouten der Messkampagne SFN Graz im Sommer/Herbst 2004

Es wurden für die grafische Darstellung der Messwerte mehrere Karten geocodiert und hinter die Graphen gelegt. In der Abbildung 21 sieht man als Hintergrund die Landkarte von Graz mit Umgebung.

DVB-T Endbericht

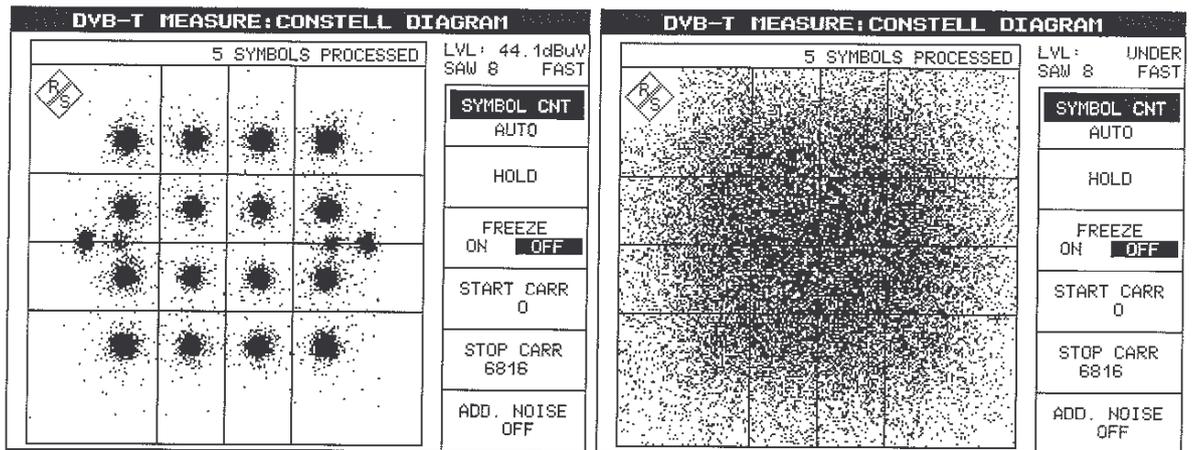
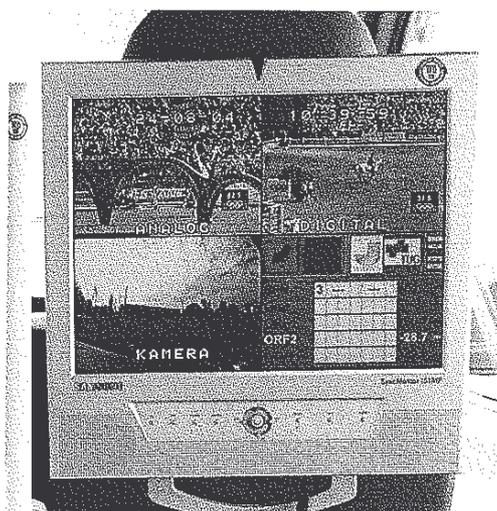


Abb. 22a, b: Konstellationsdiagramm eines sauberen sowie eines verrauschten COFDM-Signals am Messempfänger Rohde & Schwarz EFA 43

Parallel dazu erfolgte der Empfangsvergleich von in Graz analog und digital ausgestrahlten Programmen mit Hilfe entsprechender Empfänger sowie subjektiver Beurteilung der Fernsehempfangsqualität (siehe Abb. 22c).

Weiters werden alle Messwerte aufgezeichnet und anschliessend mit einer Auswertungssoftware, die eigens von Dipl.-Ing. Norbert Witternigg (JR – IAS) entwickelt wurde, analysiert.



DVB-T MEASURE			
SET RF (8MHz)	CHANNEL	ATTEN : 0 dB	
786.00 MHz	60	23.4 dBuV	
FREQUENCY/MER/BER:			CONSTELL DIAGRAM...
FREQUENCY OFFSET	0.061 kHz		
BITRATE OFFSET	0.2 ppm		
MER (RMS)	---		FREQUENCY DOMAIN...
BER BEFORE VIT	---		
BER BEFORE RS	---		
BER AFTER RS	---		
OFDM/CODE RATE:			SPECTRUM/ TIME DOMAIN.
FFT MODE	8K (TPS: 8K)		
GUARD INTERVAL	1/8 (TPS: 1/8)		
ORDER OF QAM	16 (TPS: 16)		OFDM PARA- METERS...
ALPHA	1 NH (TPS: 1 NH)		
CODE RATE	3/4 (TPS: 3/4)		
CELL ID	---		RESET BER
TPS RES (F1-F4)	--,--,--,00		
MPEG TS UNSYNC			ADD. NOISE OFF
SYST OPTIM:FAST SAW:8.0MHz			

Abb. 22c, d: Viertelbildarstellung des Empfangsvergleichs (analog vs. digital), Anzeige diverser DVB-T Messwerte am Messempfänger Rohde & Schwarz EFA 43

5.3. Aufzeichnungssoftware für DVB-T Messungen

Die DVB-T Recorder Software dient der Automatisierung der Messdatenerfassung und der Anzeige von Messwerten bei DVB-T Messfahrten. Dabei werden als Messgeräte ein Spektralanalysator, ein DVB-T Messempfänger, sowie ein GPS Empfänger durch die am Mess- und Kontrollrechner laufende Software zusammengefasst. Da auch analoge Kanäle zum Vergleich mitaufgezeichnet werden, ergibt sich zusätzlich die Notwendigkeit der automatischen Umschaltung der Messcharakteristik, sowie gegebenenfalls die Umschaltung des Antennen-zweiges für vertikale oder horizontale Polarisisation.

Die Geräte werden an ihren jeweils verfügbaren Schnittstellen (LAN-Interface, GPIB Bus, serielle Schnittstelle sowie Digital I/O Schnittstelle angesprochen, siehe Abb. 23).

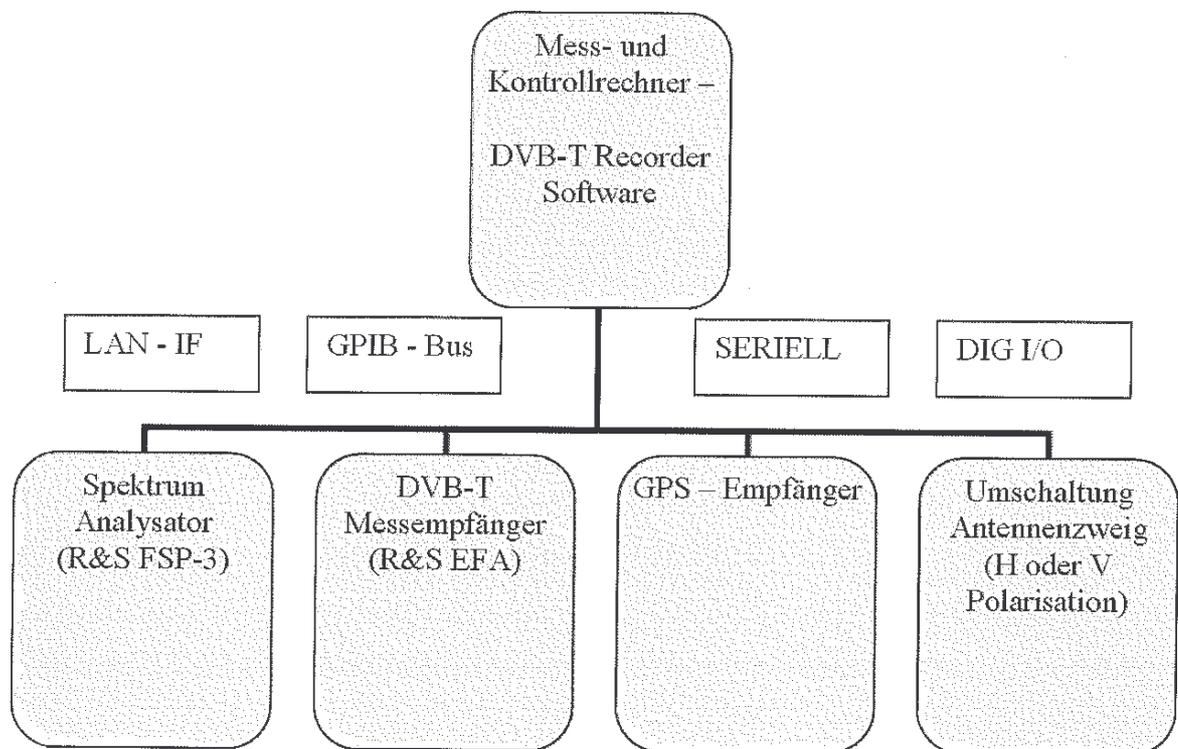


Abb. 23: Die DVB-T Recorder Software und deren gesteuerte Geräte

Die Software ist weitestgehend konfigurierbar, kann aber auch vollkommen automatische Messabläufe durchführen.

In der jetzigen Ausführung können bis zu fünf Messkanäle konfiguriert und im automatischen Messablauf abgefragt werden. Die Einstellungen der Messkanäle sowie die Programmeinstellungen können als Dateien für unterschiedliche Messaufgaben gespeichert und abgerufen werden. Innerhalb des Programms ist die Zuordnung zu den Messgeräten objektorientiert, sodass relativ leicht eine Anpassung an eine andere Gerätekonfiguration durchgeführt werden kann.

DVB-T Endbericht

Die Aufzeichnung der Messdaten erfolgt als kommaseparierte Messreihen, welche in ein übliches Tabellenkalkulationsprogramm importiert werden können.

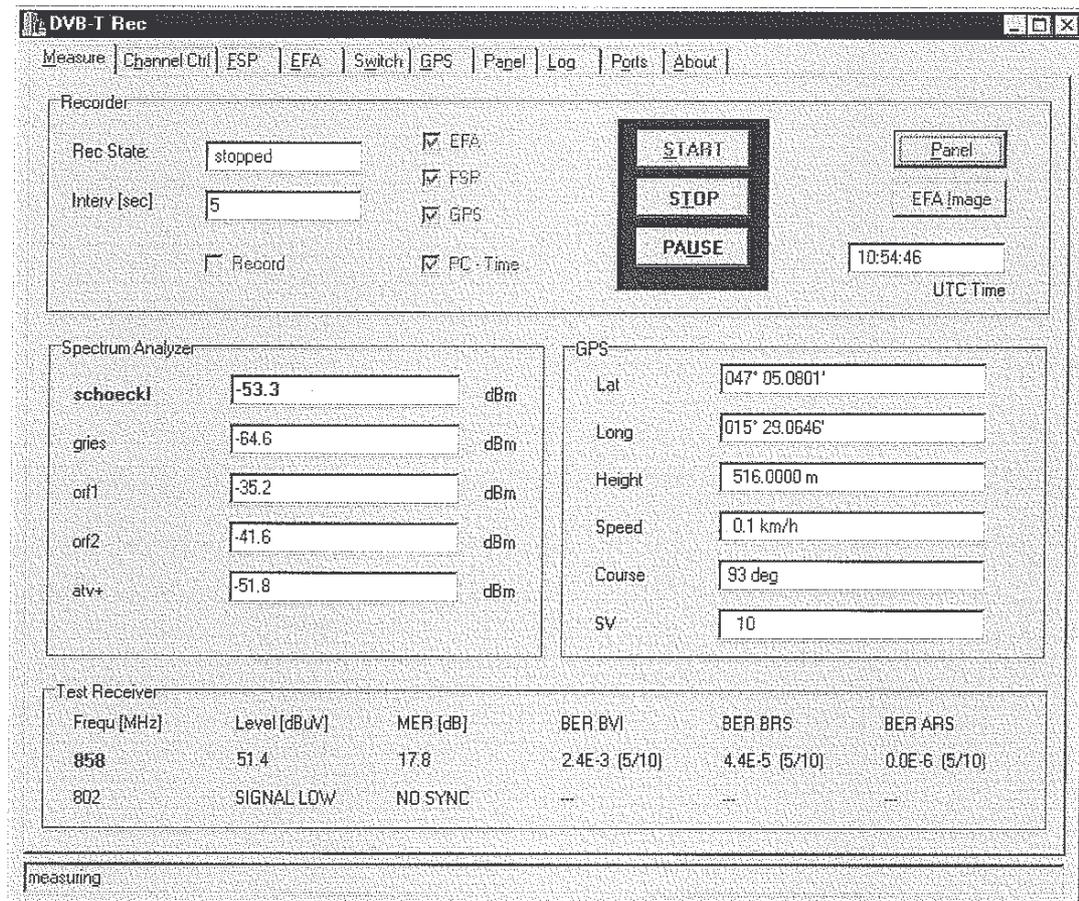


Abb. 24: Bedienfeld 'Measure' der Meßsoftware

'Measure' ist das zentrale zusammengefasste Bedienfeld, welches beim Start des Programmes erscheint. Es ist unterteilt in die Felder:

'Recorder', 'Spectrum Analyzer', 'GPS' und 'Test Receiver'.

'Recorder' dient zur Verwaltung der Anzeige und Aufzeichnungsbetriebsarten. Mittels der Checkboxes 'EFA', 'FSP' und 'GPS' können die einzelnen angeschlossenen Geräte zur Messung aktiviert werden. Bei nicht angewählten Geräten bleiben die Daten des jeweiligen Gerätes unberücksichtigt. Mittels der Checkbox 'PC-Time' kann die PC-Uhr verwendet werden, ansonsten wird die Zeit vom GPS Empfänger verwendet.

'Rec State' zeigt den Aufnahmezustand (stopped / recording), 'Interv' dient zur Eingabe des Aufzeichnungsintervalls in Sekunden, die Checkbox 'Record' muss zur Aufzeichnung der Daten in eine Datei angewählt sein.

Das rot hinterlegte Bedienfeld dient zum Starten / Pausieren / Beenden der Anzeige bzw. Aufzeichnung. Bei Drücken des 'Start' Buttons werden geänderte Werte aus den verschiedenen Eingabefeldern zur aktuellen Messung übernommen. Im Falle der Dateiaufzeichnung erscheint ein Dateialog zur Angabe des Dateinamens und Verzeichnisses. Die Initialisierung der aktivierten Geräte wird

DVB-T Endbericht

automatisch durchgeführt, ein Start der Geräte in den jeweiligen Bedienfeldern ('FSP', 'EFA', 'GPS') ist nicht notwendig.

Mittels des Buttons 'Panel' wird das Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung in den Vordergrund geschaltet.

Mittels des Buttons 'EFA Image' erscheint ein Dateidialog zur Aufzeichnung des aktuellen Schirmbildes vom EFA Messempfänger.

Die zur Messung protokollierte Zeit erscheint im Zeitfeld (UTC).

Im Feld 'Spectrum Analyzer' werden die Messwerte 'Channelpower' in 'dBm' zur jeweiligen Kanalbezeichnung angezeigt. Der gerade gemessene Kanal wird farblich hervorgehoben.

Im Feld 'Test Receiver' erscheinen die aktuellen Messwerte vom EFA Testempfänger als Signalpegel 'Level' in 'dBµV', Modulationsfehlerrate 'MER' in 'dB', Bitfehlerrate nach Viterbi Decoder 'BER BVI' (1), Bitfehlerrate vor Reed Solomon 'BER BRS' (2) und Bitfehlerrate nach Reed Solomon 'BER ARS' (3). Die aktuelle Messfrequenz ist farblich hervorgehoben.

Im Feld 'GPS' erfolgt die Ausgabe der Werte des GPS Empfängers:

Geographische Länge ('Long') und Breite ('Lat'), Höhe über Meeresspiegel ('Height'), Geschwindigkeit über Grund ('Speed'), Richtung ('Course') und Anzahl der sichtbaren Satelliten ('SV').

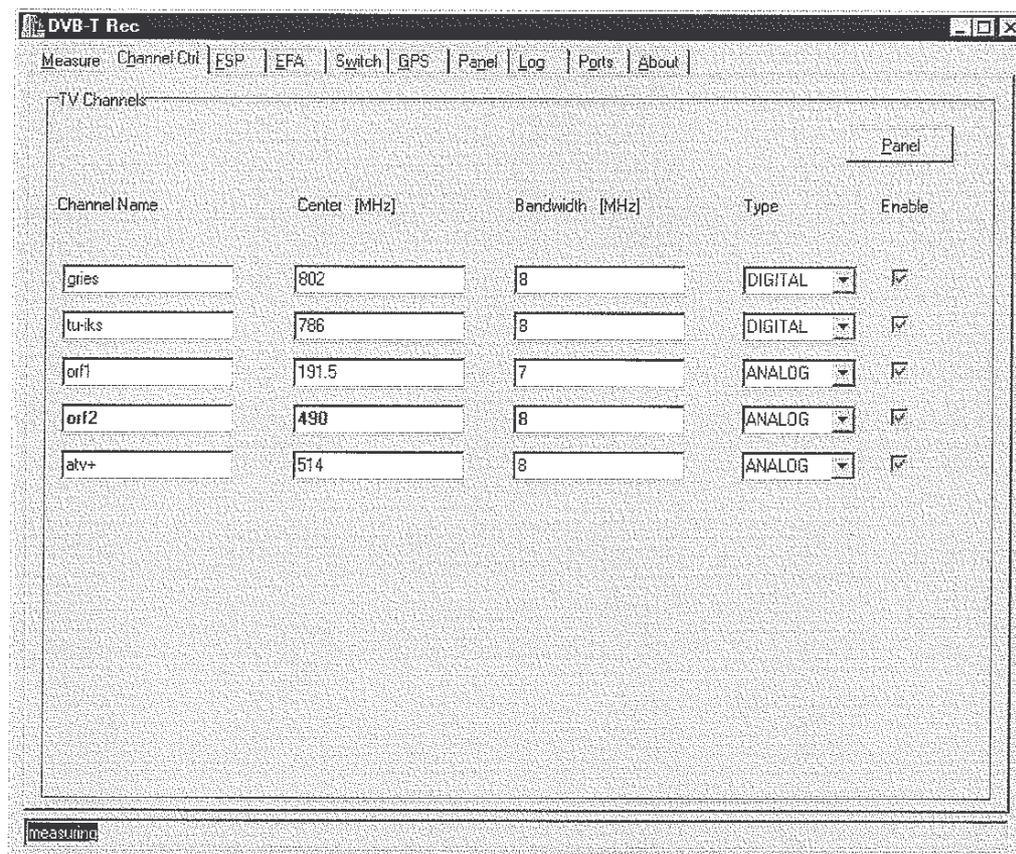


Abb. 25: Bedienfeld 'Channel Ctrl' der Meßsoftware

'Channel Ctrl' dient zur Eingabe der Kanalbezeichnungen ('Channel Name'), Mittenfrequenz ('Center') in 'MHz', Bandbreite ('Bandwidth') in 'MHz', Kanaltyp ('Type') als digital oder analog und Aktivierung ('Enable') des jeweiligen Kanals.

Die Einstellung 'digital' oder 'analog' wirkt sich zudem sowohl auf die Art des verwendeten Detektors beim Spectrum Analyzer als auch auf den Umschaltung des Antennenzweiges aus. Bei Kanaleinstellung 'digital' ist der Detektor 'RMS' und der Antennenzweig 'vertikale Polarisierung' gewählt, bei Kanaleinstellung 'analog' ist der Detektor 'Auto Peak' und der Antennenzweig 'horizontale Polarisierung'.

Der EFA DVB-T Testempfänger ist immer zum vertikalen Antennenzweig geschaltet.

Mittels des Buttons 'Panel' wird das Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung in den Vordergrund geschaltet.

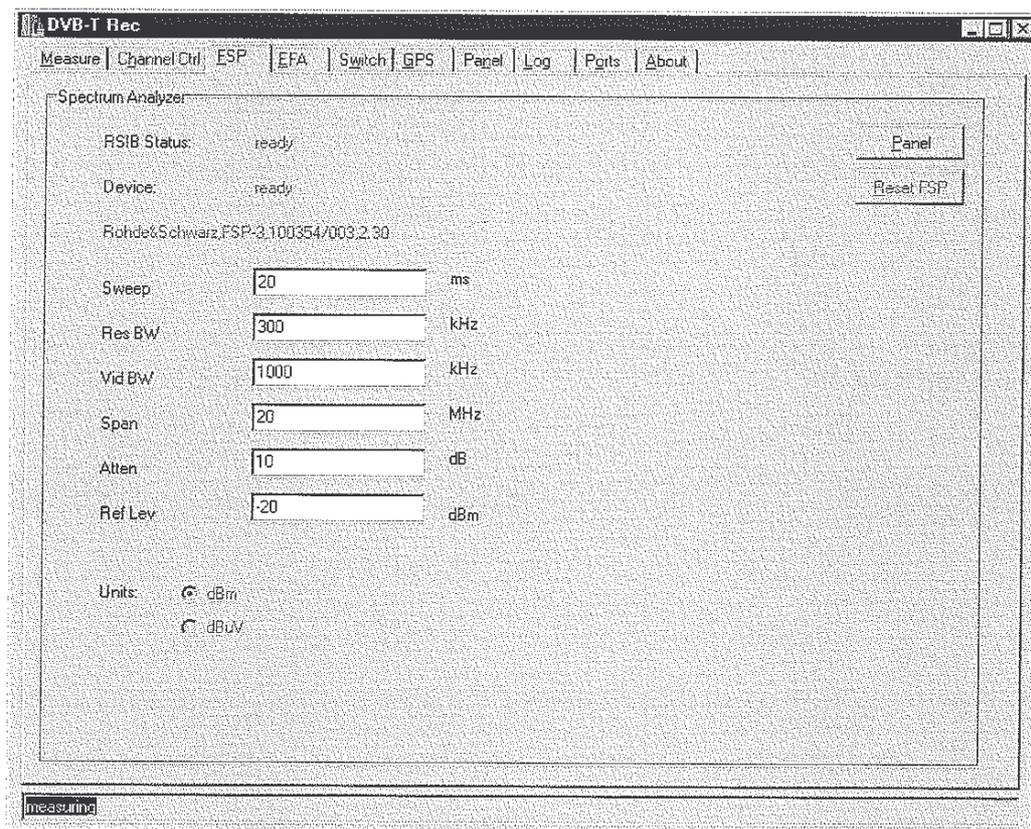


Abb. 26: Bedienfeld 'FSP' der Meßsoftware

'FSP' dient als Bedienfeld zur Eingabe der Meßparameter des Spectrum Analyzers. Der Betriebszustand der LAN-Interfaceverbindung ('RSIB Status'), der Betriebszustand des Messgerätes ('Device'), sowie der am Interface erkannte Namen des Gerätes werden dargestellt.

DVB-T Endbericht

Die Eingabefelder dienen zur Einstellung von Sweep-Time ('Sweep') in 'ms', Resolution Bandwidth ('Res BW') in 'kHz', Video Bandwidth ('Vid BW') in 'kHz', Span ('Span') in 'MHz', Attenuation ('Atten') in 'dB', sowie Reference Level ('Ref Lev') in 'dBm'.

Als Ausgabegröße ('Unit') kann 'dBm' oder 'dbµV' gewählt werden.

Mittels des Buttons 'Panel' wird das Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung in den Vordergrund geschaltet.

Mittels des Buttons 'Reset FSP' kann der Spectrum Analyzer in den Grundzustand gesetzt werden.

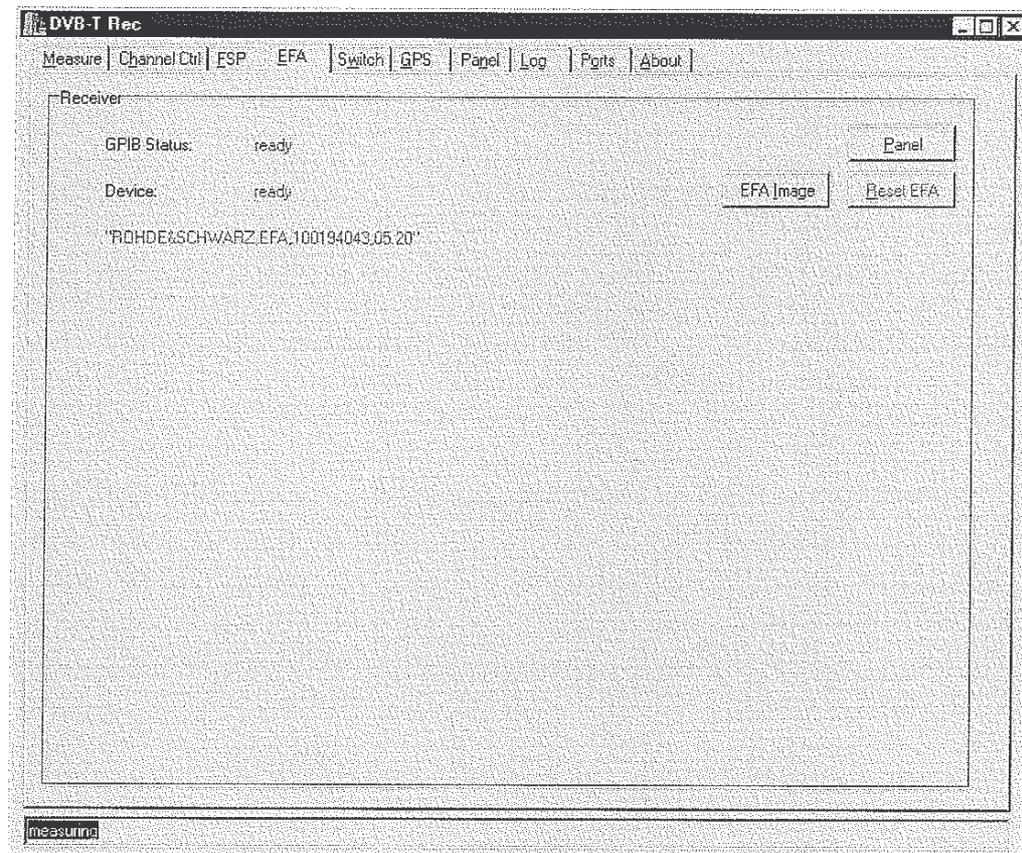


Abb. 27: Bedienfeld 'EFA' der Meßsoftware

'**EFA**' dient als Bedienfeld für den DVB-T Messempfänger EFA.

Der Betriebszustand der GPIB Interfaceverbindung ('GPIB Status'), der Betriebszustand des Messgerätes ('Device'), sowie der am Interface erkannte Namen des Gerätes werden dargestellt.

Mittels des Buttons 'Panel' wird das Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung in den Vordergrund geschaltet.

Mittels des Buttons 'Reset EFA' kann der Messempfänger in den Grundzustand gesetzt werden.

DVB-T Endbericht

Mittels des Buttons 'EFA Image' erscheint ein Dateidialog zur Aufzeichnung des aktuellen Schirmbildes vom EFA Messempfänger.

DVB-T Endbericht

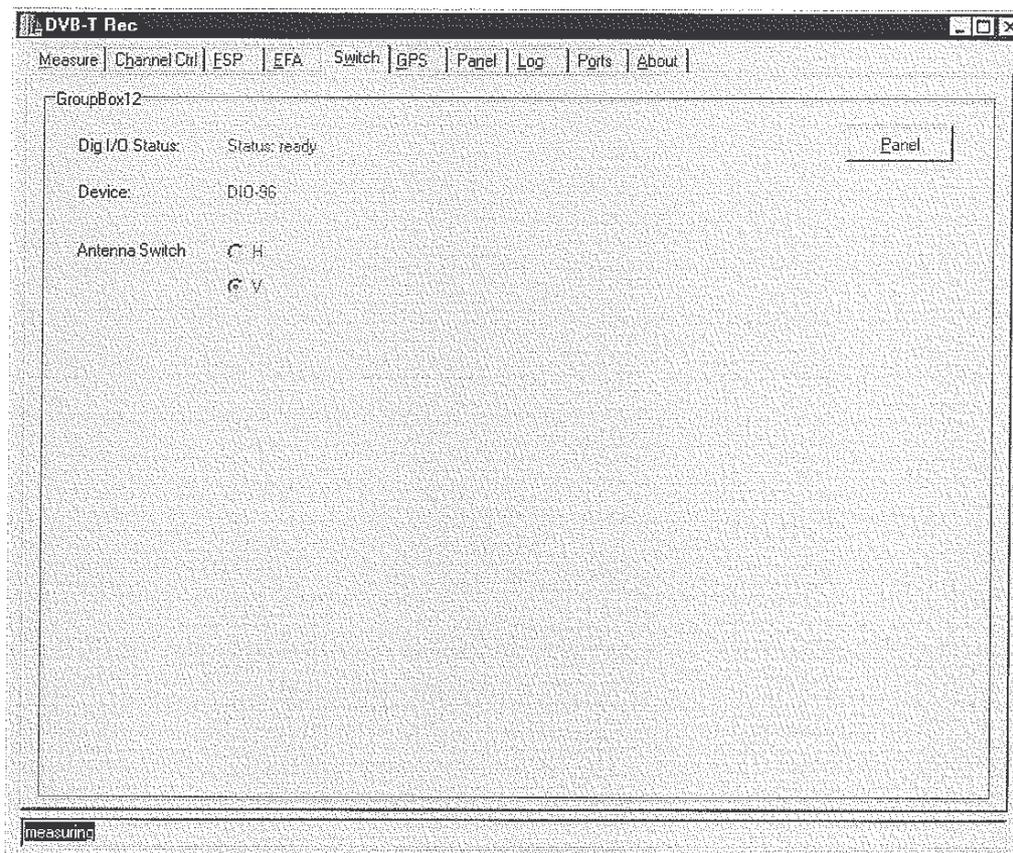


Abb. 28: Bedienfeld 'Switch' der Meßsoftware

'**Switch**' dient als Bedienfeld für die Umschaltung des Antennenzweiges horizontale oder vertikale Polarisation, gesteuert über den digitalen I/O Ausgang.

Der Betriebszustand der Digital I/O Interfaceverbindung ('Dig I/O Status'), sowie der Betriebszustand der Karte ('Device') werden dargestellt.

Im Messbetrieb erfolgt die Umschaltung des Antennenzweiges automatisch, je nach Einstellung der Kanalart ('digital' oder 'analog'). Ist der Messzyklus nicht aktiv, so kann der Antennenzweig zu Testzwecken manuell mittels der Radiobuttons umgeschaltet werden.

Mittels des Buttons 'Panel' wird das Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung in den Vordergrund geschaltet.

DVB-T Endbericht

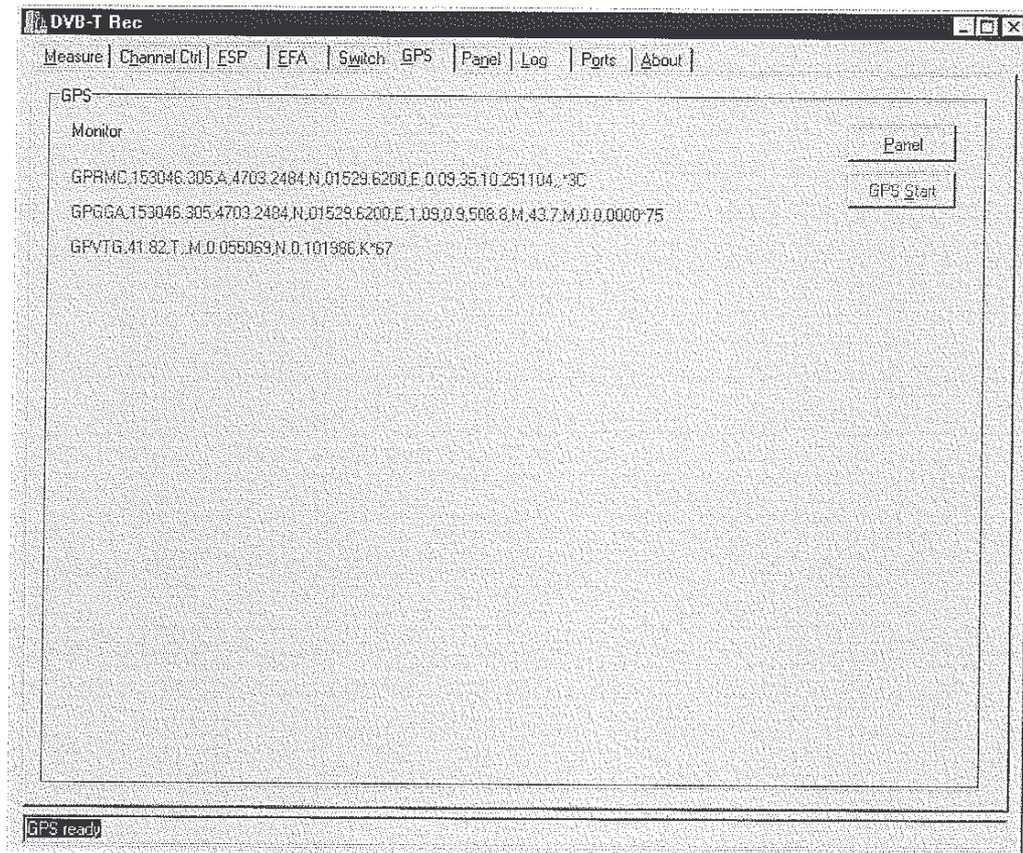


Abb. 29: Bedienfeld 'GPS' der Messsoftware

'GPS' dient als Bedienfeld für den Messdatenempfang vom GPS Empfänger.

Im Monitorfeld werden die aktuell empfangenen NMEA Nachrichten der Nachrichtenarten 'GPRMC', 'GPGGA' sowie 'GPVTG' dargestellt.

Mittels des Buttons 'GPS Start' kann der Empfang von Nachrichten über die serielle Schnittstelle gestartet werden.

Mittels des Buttons 'Panel' wird das Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung in den Vordergrund geschaltet.

DVB-T Endbericht

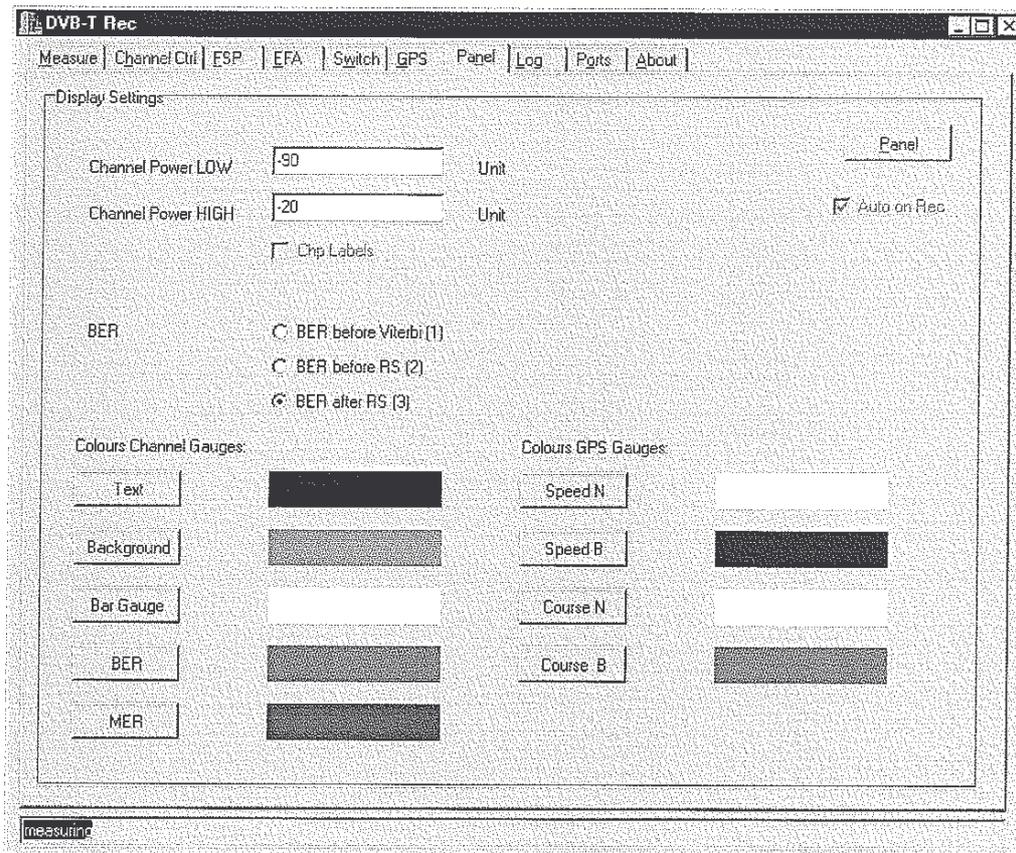


Abb. 30: Bedienfeld 'Panel' der Messsoftware

'Panel' dient als Bedienfeld zur Einstellung der Messdatendarstellung am Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung ('Panel').

In den Eingabefeldern 'Channel Power LOW' und 'Channel Power HIGH' kann die untere und obere Grenze der Messbalkendarstellung ('Bar Gauge') für die Kanalleistung ('Channel Power') in dBm eingestellt werden. Bei Aktivierung der Checkbox 'Chp Labels' werden zusätzliche Textmarken eingefügt.

Die Radiobuttons 'BER' erlauben die Auswahl der Bitfehlerart, die im Messbalken überlagert dargestellt wird.

Die Farbauswahlfelder erlauben die Einstellung der Farben für Text ('Text'), Hintergrund ('Background'), Messbalken ('Bar Gauge'), Bitfehlerrate ('BER'), Modulationsfehlerrate ('MER'), Nadel der Geschwindigkeitsanzeige ('Speed N'), Hintergrund der Geschwindigkeitsanzeige ('Speed B'), Nadel der Richtungsanzeige ('Course N') und Hintergrund der Richtungsanzeige ('Course B').

Mittels des Buttons 'Panel' wird das Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung in den Vordergrund geschaltet. Bei Aktivierung der Checkbox 'Auto on Rec' erfolgt die Umschaltung zum Anzeigefeld automatisch sobald die Aufzeichnung erfolgreich gestartet wurde.

DVB-T Endbericht

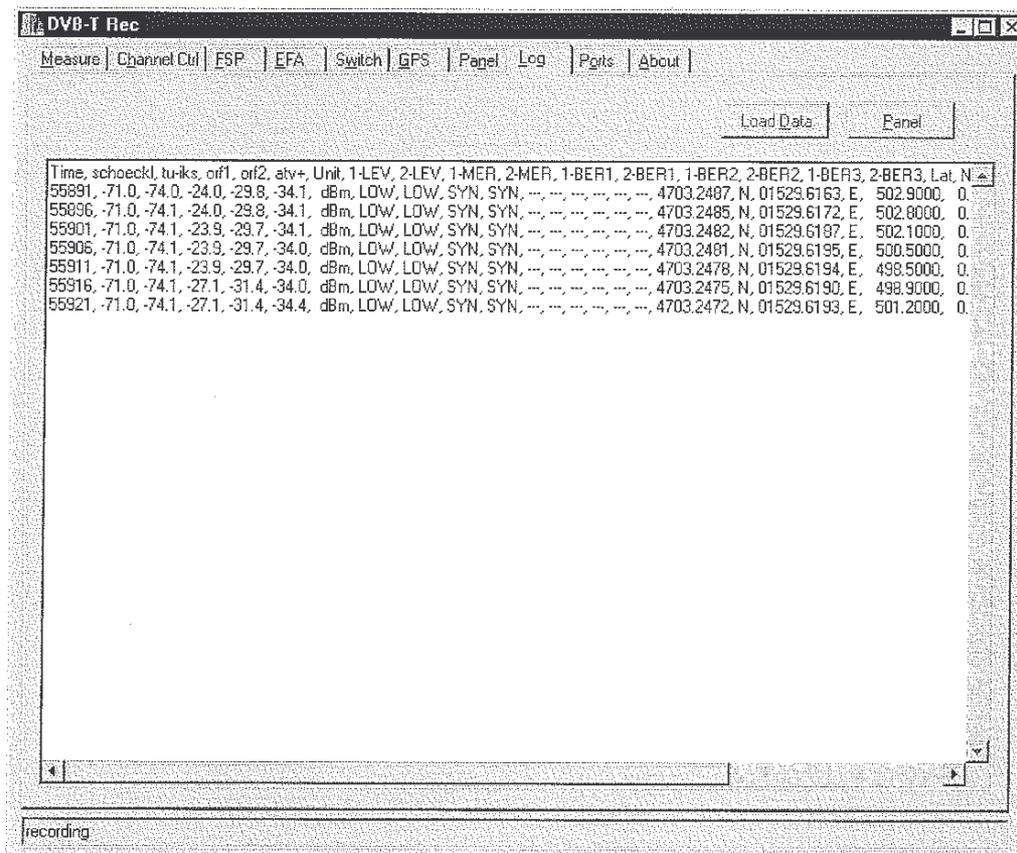


Abb. 31: Bedienfeld 'Log' der Messsoftware

'Log' dient als Bedienfeld zur Überwachung der Datenaufzeichnung.

Bei Aktivierung der Datenaufzeichnung werden die Daten gleichzeitig im Fenster wie in der Datei als Komma separierte Messwerte dargestellt. Die Kanal / Messwertzuordnung erscheint in der Kopfzeile. Dabei wird den Messwerten vom EFA DVB-T Empfänger die Kanalnummer vorangestellt, so steht beispielsweise '2-BER1' für die Bitfehlerart 1 (nach Viterbi) des Kanals 2 (tu-iks). 'LOW' bedeutet 'Signalpegel niedrig', 'SYN' bedeutet 'Verlust der Synchronisation'.

Der Button 'Load Data' dient zur Anzeige früher aufgezeichneter Dateien.

Mittels des Buttons 'Panel' wird das Anzeigefeld zur Videoaufzeichnung in den Vordergrund geschaltet.

DVB-T Endbericht

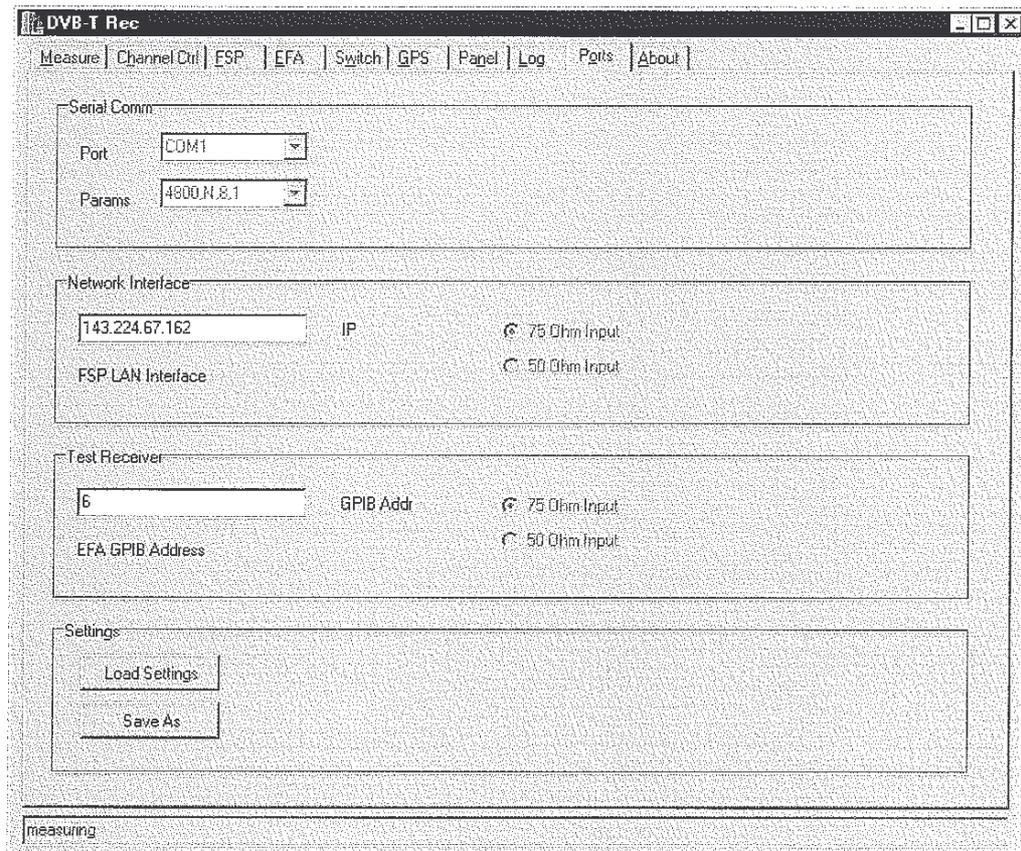


Abb. 32: Bedienfeld 'Ports' der Messsoftware

Im Bedienfeld '**Ports**' werden die Schnittstellenparameter eingestellt.

Im Feld 'Serial Conn' können die Parameter der seriellen Schnittstelle eingestellt werden.

'Network Interface' dient zur Einstellung der IP Adresse des Spectrum Analyzers und der Eingangsimpedanz des Gerätes.

'Test Receiver' dient zur Einstellung der GPIB Busadresse des EFA Messempfängers und der Eingangsimpedanz des Gerätes.

Settings ermöglicht das Laden und Speichern der Konfigurationsdateien. Die jeweils letzte Einstellung wird bei Beenden des Programmes in der Datei 'last.set' gespeichert und beim neuen Start gelesen.

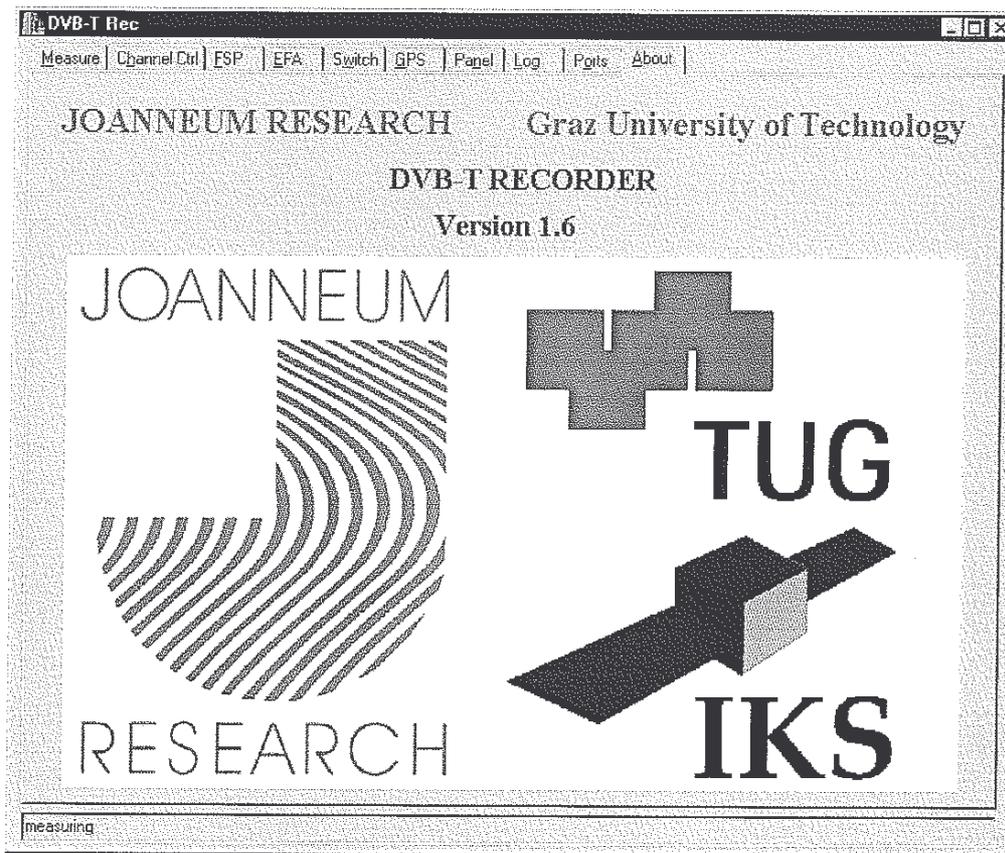


Abb. 33: Bedienfeld 'About' der Messsoftware

Das Bedienfeld **'About'** zeigt die Version der Software sowie die Logos der beteiligten Institutionen.

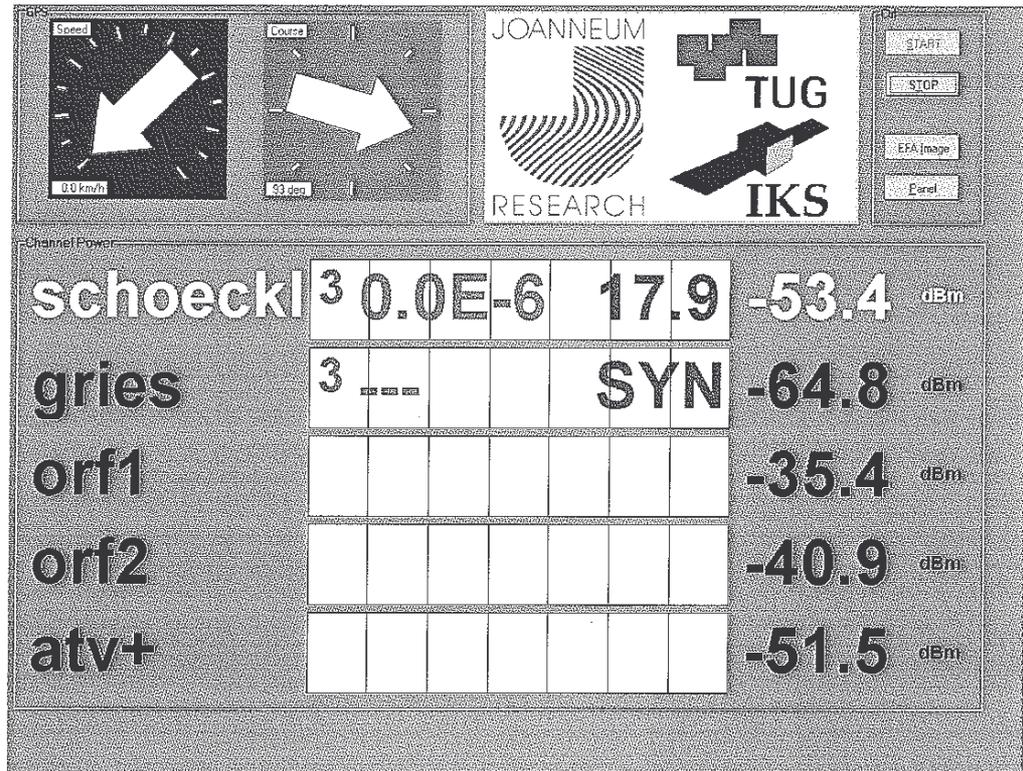


Abb. 34: Anzeigefeld ('Panel') der Meßsoftware

Das Anzeigefeld ('**Panel**') besitzt die Felder 'GPS', 'Ctrl', 'Channelpower', sowie die verwendeten Logos.

Im Feld 'GPS' erfolgt die Darstellung der aktuellen Geschwindigkeit und Richtung wie sie vom GPS Empfänger übermittelt werden.

Im Feld 'Ctrl' kann der Messzyklus gestartet oder unterbrochen werden, ein Schirmbild vom EFA Empfänger gespeichert werden oder das Anzeigefeld wieder in den Hintergrund geschaltet werden.

Im Feld 'Channel Power' erfolgt die Anzeige der Kanalwerte. Neben der Kanalbezeichnung wird der Messbalken der Kanalleistung überlagert durch den Messwert der ausgewählten Bitfehlerart (Darstellung grün), daneben der Messwert der Modulationsfehlerrate (Darstellung rot). Rechts neben den Messbalken wird der Zahlenwert der Kanalleistung angezeigt. Der gerade aktive Kanal wird farblich hervorgehoben (hier gelb).

5.4. Indoor-Messungen im Sommer 2004

Zusätzlich wurden im Rahmen von Projektarbeiten am IKS Portable Indoor-Messungen in- und außerhalb von Gebäuden durchgeführt. Dazu wurde uns von der Fa. RO.VE.R (Italien) ein mobiles Messgeräte RO.VE.R Digiline DL-3 zur Verfügung gestellt.

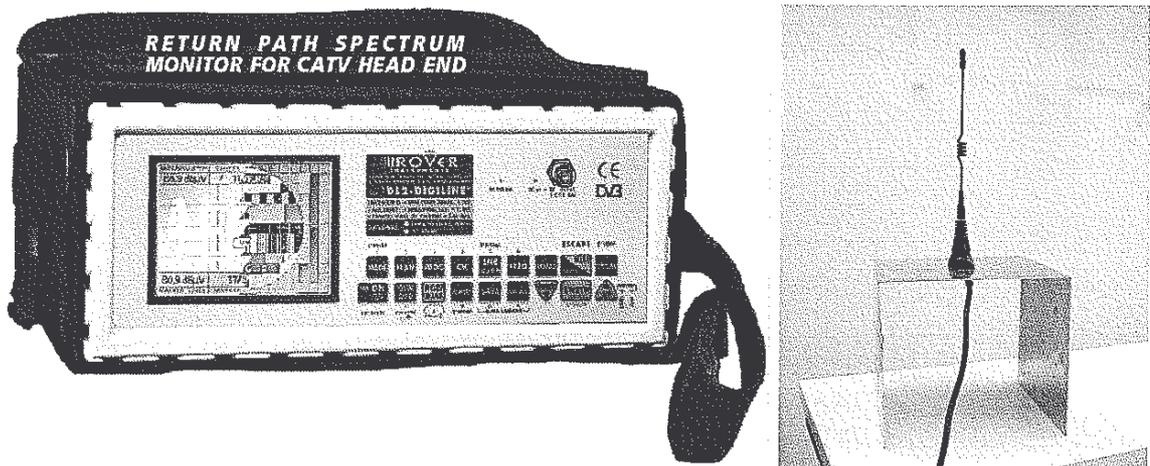


Abb. 35: DVB-T Messgerät RO.VE.R DL-3 und Antenne für Portable Indoor Messungen

Es wurden 390 Messungen in Gebäuden unterschiedlichster Bausubstanz durchgeführt, darunter befanden sich Holzgebäude, Stahlbetonbauten und Gebäude in Ziegelmassivbauweise. Die Abbildungen 36 bis 38 zeigen Gebäudegrundrisse unterschiedlicher Stockwerke, bei denen die Bereiche je nach gemessener Feldstärke mit unterschiedlichen Farben dargestellt sind (siehe Legende).

Folgende Gebäude wurden untersucht:

- Studienzentrums der TU-Graz, Inffeldgasse (moderner Stahlbetonbau mit Glas)
- Bautechnikzentrum Inffeldgasse (moderne Holz/Glas Bausubstanz)
- Universitätsgebäude Inffeldgasse 12 (alter Stahlbetonbau, Waschbetonplatten)
- Universitätsgebäude Inffeldgasse 16 (moderner Stahlbetonbau)
- Universitätsgebäude Inffeldgasse 18 (alter Stahlbetonbau, Waschbetonplatten)
- Universitätsgebäude Steyrergasse (alter Stahlbetonbau)
- Universitätsgebäude Krenngasse (massive Ziegelbauweise)
- Universitätsgebäude Rechbauerstrasse (massive Ziegelbauweise)
- Observatorium Lustbüchel (alter Stahlbetonbau)

DVB-T Endbericht

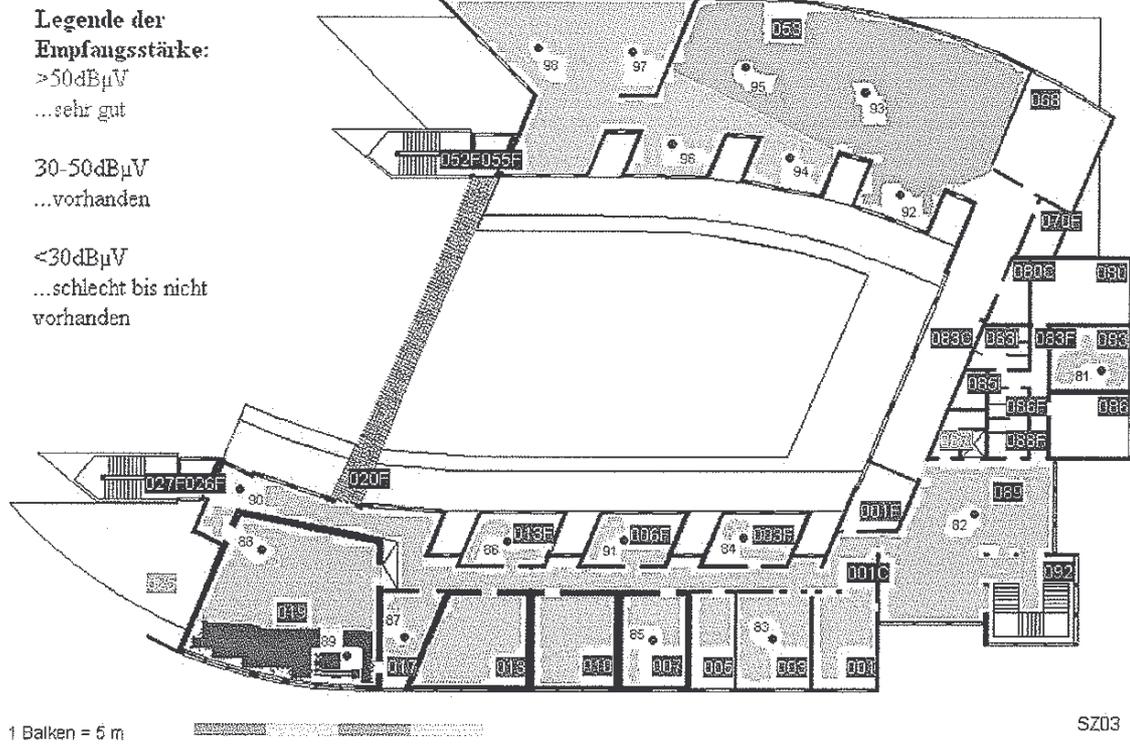


Abb. 36: Portable Indoor-Messungen 1: modernes Glas/Stahlbetongebäude (Studienzentrum der TU Graz, Inffeldgasse)

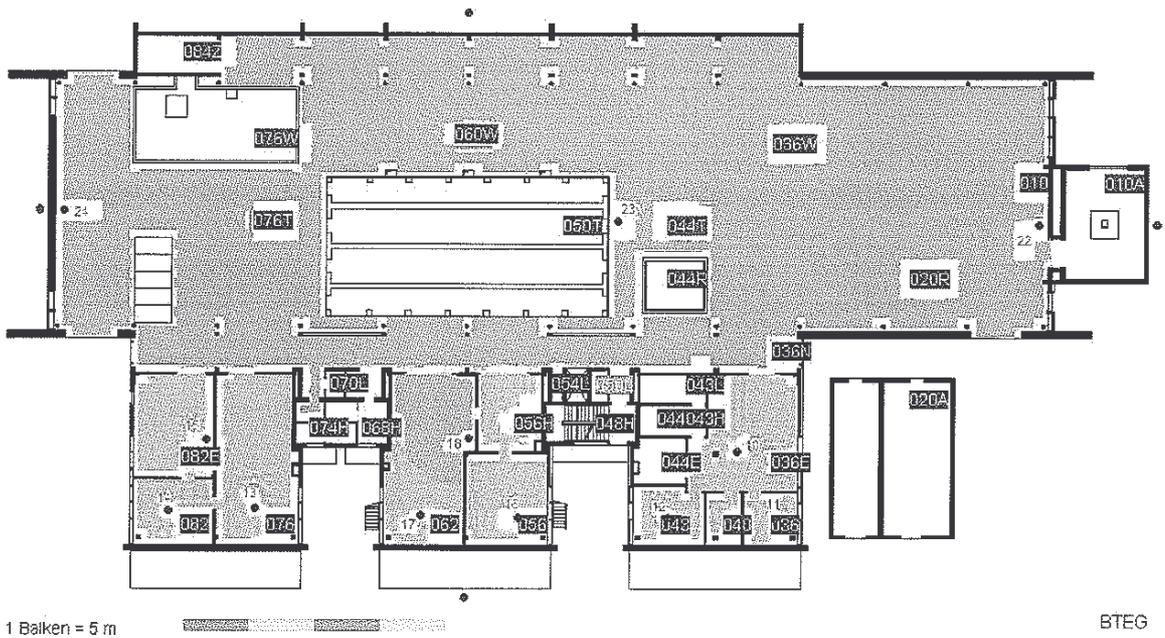


Abb. 37: Portable Indoor-Messungen 2: Holzgebäude (Bautechnikzentrum der TU Graz, Inffeldgasse)

DVB-T Endbericht

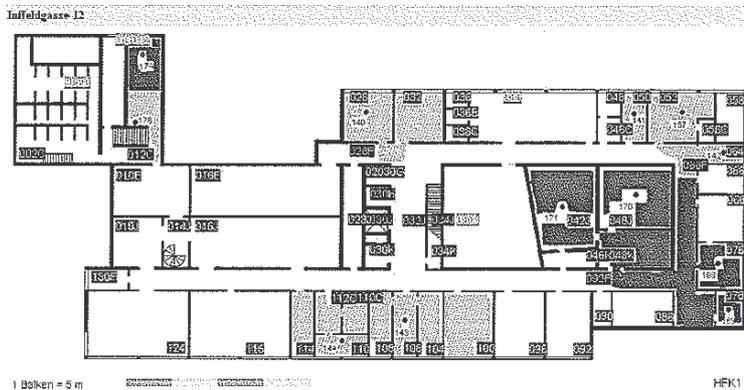
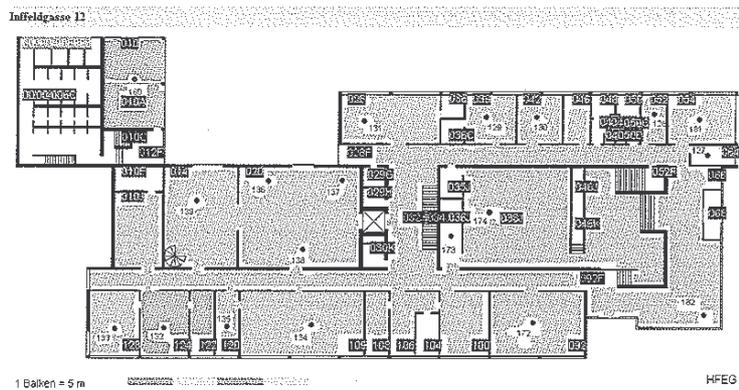
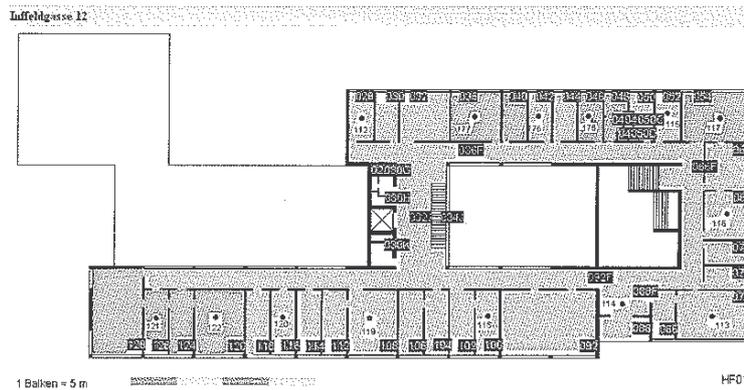
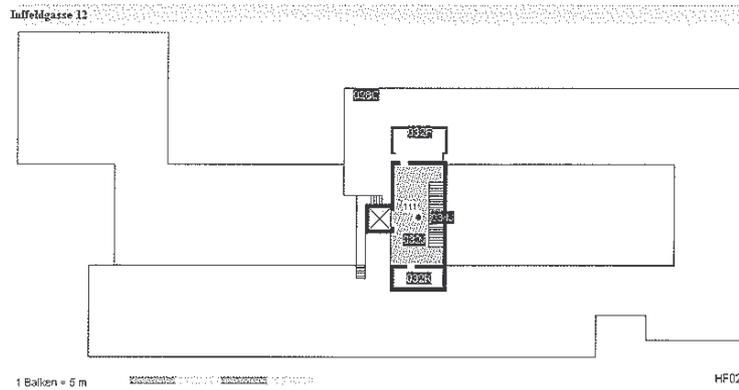


Abb. 38: Portable Indoor-Messungen 3: Innfeldgasse 12
(oben: 2. Obergeschoß, darunter 1. OG, darunter EG, ganz unten: Keller)

5.5. Internet-Applikationen

Einen Kernpunkt der Arbeiten umfasste der Test und die Demonstration von neuen Applikationen, die sich der Internet-Technologie bedienen. Diese umfassen beispielsweise:

- Verteilung von elektronischen Zeitungen (z.B. Styria-Online, ORF-Online)
- Zugriff zum Internet für Verkehrs- und Tourismusinformation
- Test der Verteilung von kurzen Videoclips etc..



Abb. 39: Internet Streaming und DVB-T Fernsehempfang simultan auf einem Notebook

Im Vordergrund stand die Bewertung durch den Benutzer. Basierend auf den Ergebnissen wurden zusätzliche Applikationen implementiert und insbesondere die Übertragungsprotokolle optimiert.

Die Streamingdienste erwiesen sich als äußerst funktionale und effiziente Anwendungen über dieses breitbandige terrestrische Verteilmedium. Auch der Zugriff auf Web-Portale von Zeitungen und Medienanstalten (Styria-Online, ORF-ON, ATV+ Portal) erwies sich als äußerst schnell. Hierbei reichte der vergleichsweise schmalbandige Retourkanal völlig aus, um die geforderten Dienste anzufordern und die empfangenen Datenpakete zu bestätigen.

6. Arbeitspaket 6: Auswertung der Ergebnisse

Im Sommer 2004 wurden im Grossraum Graz Messungen für den Outdoor-Mobile Betrieb durchgeführt. Dazu wurde das im Kapitel 2 beschriebene Messfahrzeug mit dem in Kapitel 5.2 beschriebenen Messsystem verwendet.

Vermessen wurde das Gleichwellennetz des Feldversuchs Graz mit den Senderstandorten Griesplatz (TA-Hochhaus) und Ries (Mobilfunkantennenmast der Connect Austria) auf UHF Kanal 62. Die DVB-T Ausstrahlung weist folgende Parameter auf: Mittenfrequenz: 802 Mhz, Bandbreite: 8 MHz, Modulation: COFDM im 8k-Modus, darunter 16 QAM, Fehlerkorrekturrate FEC: 3/4, Schutzintervall T_G : 1/8.

Als Messantenne diente eine auf dem Fahrzeugdach mit einem Magnetfuss befestigte vertikale Stabantenne mit einem Antennengewinn von ca. 3 dBi. Das Antennensignal wurde an den Eingang des Spectrum Analyzers FSP 3 gebracht. An diesem wurde die Leistungsmessung bei der Frequenz 802 MHz und einer Bandbreite von 8 MHz durchgeführt (Channel Power).

6.1. Korrekturwerte-Ermittlung

Infrastruktur im Messbus

Gemessene Dämpfung der Messinfrastruktur bei 802 MHz:

$$a_{INF} = 0,3 \text{ dB}$$

Vergleichsmessung zwischen Messantenne und Referenzantenne

Nach Abschaltung des zweiten Senders auf der Ries wurden mehrere Vergleichsmessungen zwischen der Messantenne (vertikale Stabantenne) und einer bekannten Referenzantenne anhand des Signals des Senders Griesplatz durchgeführt. Diese Vergleichsmessungen fanden an folgenden Standorten mit freier Sicht auf den Sender Griesplatz statt:

Nr.	Standort	N. Breite	Ö. Länge	Höhe
1	Mobilfunksender Ries neben Eichenruhe	47°05,02'	15°29,24'	480
2	Riesstrasse, ober DVB-T Sendestandort	47°05,08'	15°29,06'	464
3	Plabutsch, Parkplatz neben Lüftungsturm	47°02,15'	15°23,00'	430

Einstellungen am Spectrum Analyzer FSP3

Measure: Channel Power, Detector: RMS, Bandwidth: 8 MHz, Noise Correction: Off

Messantenne

vertikale Stabantenne mit Magnetfuss (Fa. Wittenberg)
mittig befestigt auf metallischem Dach des Messbusses in ca. 2 m Höhe.

Referenzantenne

Rohde & Schwarz HL223 LP-Antenne 200-1300 mit N-Stecker (50 Ohm fem.)
Vertikal montiert auf Dreibeinstativ in ca. 2 m Höhe (selbe Höhe wie Messfahrzeug).

Messprinzip

Beide Antennen wurden am selben Empfangsort in aufeinander folgenden Messungen durch seitliches Verschieben in ein lokales Empfangsoptimum geführt (maximale gemessene Channel Power). Die Differenz wurde ermittelt.

Nr.	Frequenz MHz	Messantenne dBm	Dämpfung Kabel [dB]	Ref.antenne dBm	Differenz dB
1	802	-42	1,4	-39	4,4
2	802	-56	1,4	-51	6,4
3	802	-54	1,4	-50	5,4

Angegebener Gewinn der Referenzantenne bei 802 MHz: 7 dBi

Mittlere Differenz der Vergleichsmessungen bei 802 MHz: 5,4 dB

Ermittelter Gewinn der Messantenne bei 802 MHz: **1,6 dBi**

Gemessene Dämpfung der Messinfrastruktur: 0,3 dB

bei 802 MHz ist ein Korrekturfaktor von 1,3 dB zu berücksichtigen

Korrekturfaktor des DVB-T Messsystems

Aus der Vergleichsmessung mit der Referenzantenne ermittelt:

$$U_F [\text{dBuV}] = \text{Kanalleistung} [\text{dBm}] + 106,99 \text{ dB}$$

$$\text{Feldstärke } E [\text{dBuV/m}] = U_F [\text{dBuV}] + \text{Antennenfaktor} [\text{dB/m}]$$

Messwert am Spectrum Analyzer mittels Referenzantenne: -50,0 dBm

+ Kabeldämpfung langes N-Kabel bei 802 MHz: +1,4 dB

Korrigierte gemessene Kanalleistung an 50 Ohm: -48,6 dBm

+ Umrechnungsfaktor +107,0 dB

Spannungswert 58,4 dBuV

+ Antennenfaktor +21,4 dB/m

Feldstärke 79,8 dBuV/m

Entspricht an der Messantenne gemessen einer Kanalleistung von: -54 dBm

6.2. Versorgungskarte (Coverage Map)

Aus den aufgenommenen Messdaten wurde eine Versorgungskarte erzeugt. Dabei wurde eine Falschfarbendarstellung verwendet, in welcher hohe Feldstärkewerte mit gelb und orange über rot zu niedrigen Feldstärkewerte in braun und schwarz führen. Die Versorgungskarte aus den Messwerten wurde anschließend dem theoretischen Modell der RTR für den mobilen Betrieb (Portable Outdoor) überlagert, welches von Jakob Gschiel zur Verfügung gestellt wurde. Darin sind die für den mobile Betrieb versorgten Gebiete in blau gefärbt dargestellt.

DVB-T Endbericht

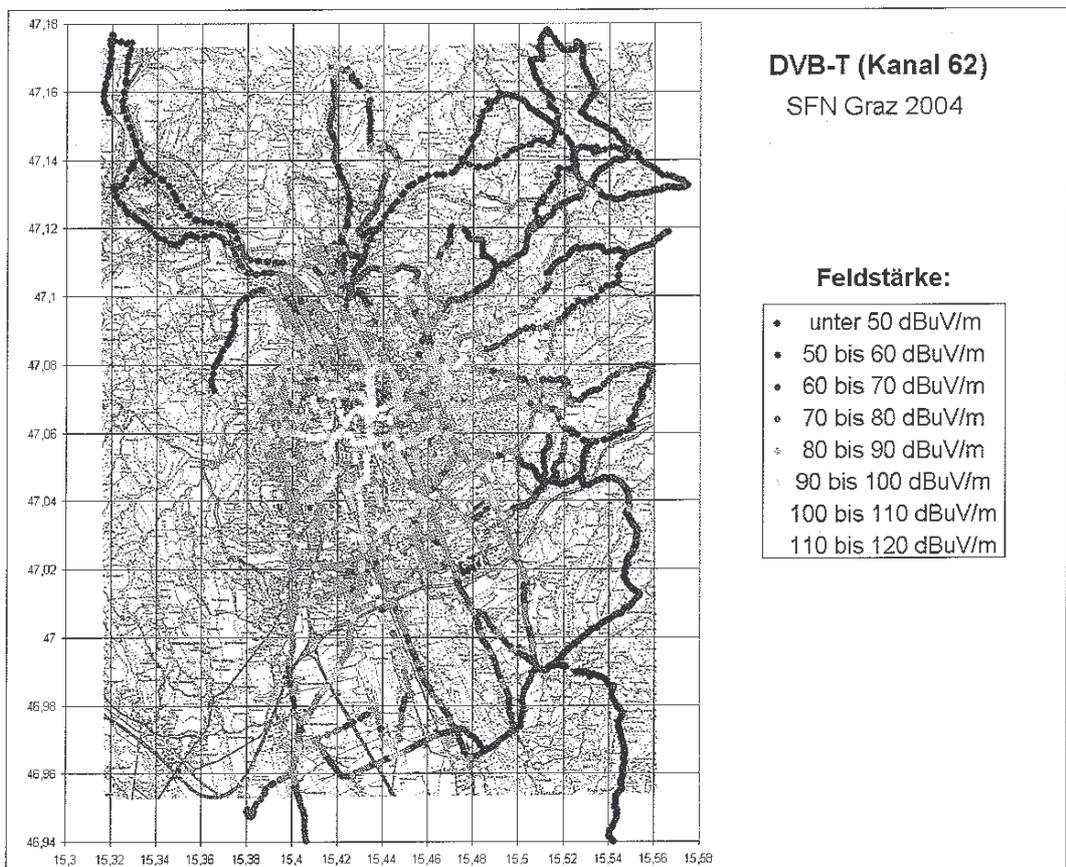
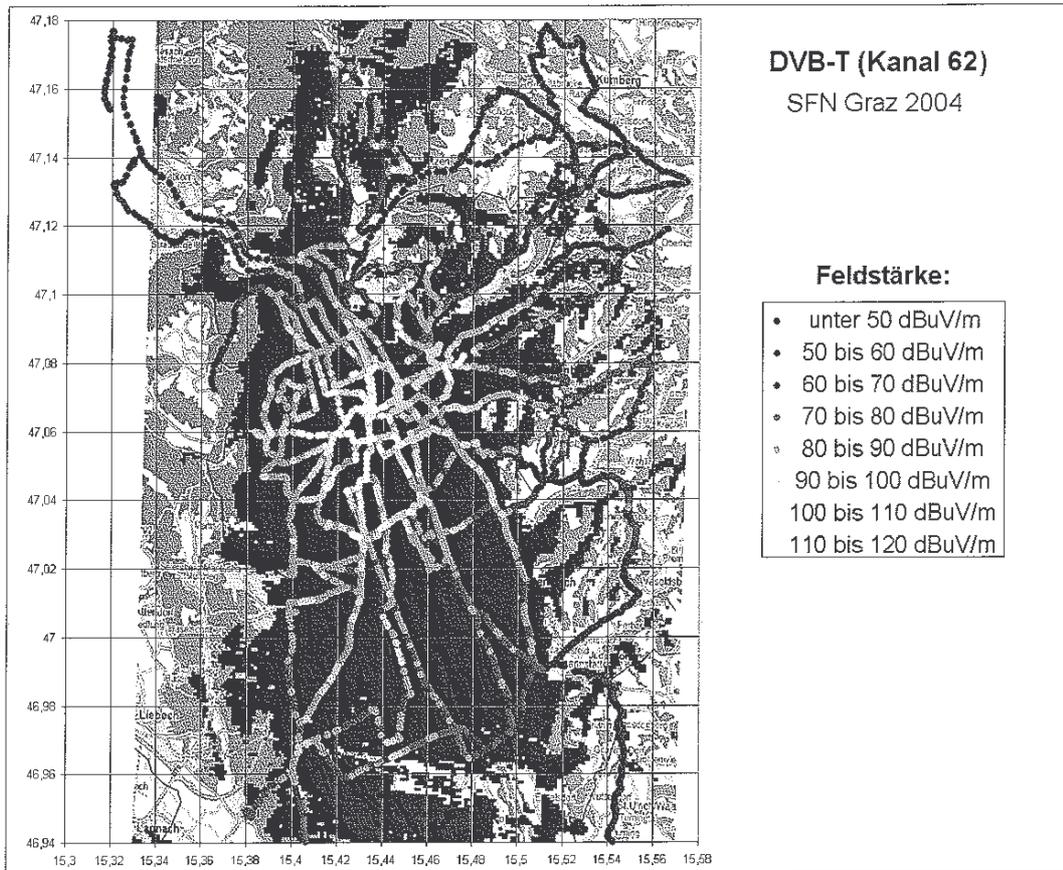


Abb. 40: Versorgungskarten des Gleichwellennetzes Graz mit 2 Sendern

Bei der Planung einer DVB-T Versorgung für die der Betriebsart **stationärer Empfang** nimmt man eine erforderliche Mindestfeldstärke von **48,9 dBuV/m** an. Für die Betriebsart **Portabel Indoor** sind bereits **83 dBuV/m** erforderlich.

In Ballungsräumen mit dichter Verbauung sind weitere 10 dB an Reserve zu berücksichtigen, dies erhöht die erforderliche Mindestfeldstärke auf **93 dBuV/m**. Schließlich nimmt man für den **mobilen Empfang (Portabel Outdoor)** eine Mindestfeldstärke von **72 dBuV/m** an.

6.3. Bewertung der Messergebnisse

In verschiedenen Messfahrten verglichen wir den mobilen Empfang mit unterschiedlichen am Markt befindlichen Endgeräten. Dabei stellten wir große Unterschiede in der Performance fest, vor allem boten Empfänger mit mehreren Empfangsstufen – welche nach dem Diversity-Prinzip arbeiten – einen wesentlich stabileren Empfang, auch in Gebieten mit geringeren Feldstärken, in welchen herkömmliche Single-Tuner Geräte nicht mehr arbeiteten. Wir ermittelten in der Messkampagne, dass für den mobilen Empfang die erforderliche Mindestfeldstärke für den getesteten Diversity-Empfänger bei ca. **60 dBuV/m** liegt. Dies lässt darauf hoffen, dass sich durch künftige Verbesserungen und Optimierungen in der Antennen- und Empfängertechnologie die Performance der mobilen Empfangssysteme weiter verbessert und die erforderlichen Mindestfeldstärken weiter sinken.

Man kann eine gute Übereinstimmung des theoretischen Prognosemodells mit der Empfangbarkeit in der Praxis feststellen. Größere Abweichungen sind lediglich im Südosten des Untersuchungsgebietes (Kalsdorf und Fernitz) festzustellen. Dies kann in der relativ flachen Region an dem zu groben Höhenmodell der Prognosesoftware liegen. In den mit rot markierten Strecken war ein Empfang mit dem im Messbus eingebauten DVB-T Diversity-Receiver nicht mehr möglich. Dies ist konsistent mit den dort gemessenen Feldstärkewerten unter 60 dBuV/m.

7. Zusätzliche Leistungen

Zusätzliche Leistungen, die im Rahmen des Projektes vom Auftragnehmer (IAS/JR bzw. IKS/TU-Graz) übernommen wurden:

7.1. Technische Einrichtung und Betreuung des Infostandes im Grazer Rathaus

Um die neue MHP-Technologie und die damit verbundenen Vorteile auch der Öffentlichkeit vertraut zu machen, wurde während des Testbetriebes im Grazer Rathaus ein Schau-Wohnzimmer mit High-Tech-Ausstattung installiert. Die technische Einrichtung und Betreuung, sowie insbesondere die des Rückkanals (einschließlich der Durchführung von wiederholten Testseancen mit der Telekom Austria), erfolgte dabei durch Mitarbeiter des Auftragnehmers. Über 2000 Besucher haben das Angebot des von TU-Studenten (aus dem Bereich des Auftragnehmers) technisch betreuten Infostandes im Verlaufe des achtwöchigen Zeitraumes (Juni / Juli 2004) in Anspruch genommen und konnten hier selber durch die Applikationen von „!TV4GRAZ“ zappen. Auch Probanden aus dem Testpanel nutzten dieses öffentliche Service, um sich über die Zukunft des Fernsehens zu informieren.

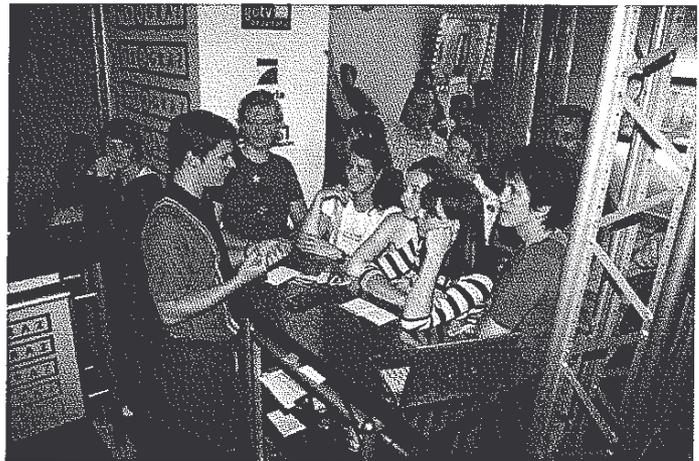


Abb. 41: Betreuung des Infostandes im Grazer Rathaus durch Studenten der TU Graz

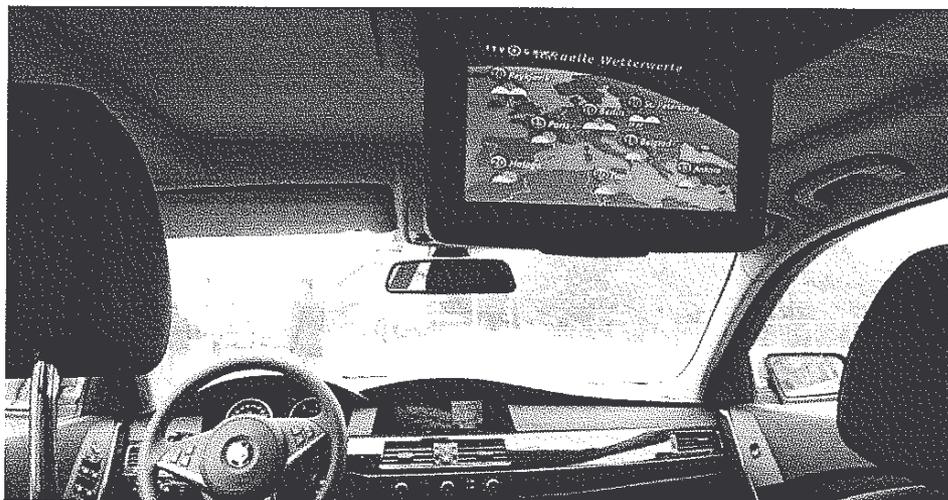


Abb. 42: Mobiler DVB-T Empfang im Testfahrzeug der BMW Group Austria

Ein überaus hoher Stellenwert wurde seitens der Besucher den portablen und mobilen Anwendungsmöglichkeiten von DVB-T beigemessen. Viele GrazerInnen konnten sich von der ausgezeichneten Qualität der digitalen Sendetechnik im Zuge von Testfahrten mit dem, von der BMW Group Austria dem Projektmanagement zur Verfügung gestellten Testfahrzeug selbst überzeugen. Weiters wurden anhand eines Sony-Laptops und dem SATELCO-Mobile-Set (DVB-T-Tuner in PCMCIA-Kartenformat) auch die Möglichkeiten des portablen Indoor- / Outdoorempfanges der Öffentlichkeit präsentiert und von dieser als sehr positiv bewertet.

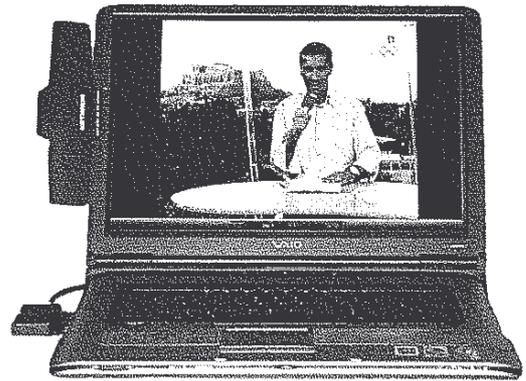


Abb. 43: Mobiler Empfang von DVB-T Programmen auf einem Notebook

7.2. Set-Top-Boxen – Upgrades und Tests

Erst nach Lösung der vielfältigen, in der Testphase aufgetretenen Probleme der Set-Top-Boxenmarken in Zusammenhang mit Darstellung und Handling der Applikationen konnten die erforderlichen STB-Upgrades von den Herstellern generiert und nach erfolgreichen Tests in der ORF-Teststellung für das Aufspielen auf die STB'en freigegeben werden. Da es sich bei diesen Upgrades noch um keine OTA-fähigen (d.h. on air auszuspielenden) Updateversionen handelte, musste die neue Firmware über die serielle Schnittstelle in die Boxen eingespielt werden - eine relativ zeitaufwendige Prozedur. Die STB'en mussten dazu einzeln ausgepackt, an TV-Gerät, Rückkanal und Notebook angeschlossen, das Upgrade überspielt, danach ein Funktionstest durchgeführt und dieser protokolliert werden. Diese Prozedur des Aufspielens der aktuellen Firmware-Updates wurde im Zeitraum vom 4. bis 25. Mai 2004 an vorerst 50 PHILIPS- und in weiterer Folge an den 80 HUMAX- und 20 NOKIA-SetTopBoxen (= insgesamt 150 Boxen) bei Evolaris in Graz (wo die STB'en zwischengelagert waren) unter Federführung und Mitwirkung von Mitarbeitern des Auftragnehmers sukzessive durchgeführt.

Weiters wurden erste Vergleichstests der Boxen im Videolabor der TU-Graz mit ein und demselben TV-Studiomonitor typ nebeneinander durchgeführt. Dabei wurden deutliche Unterschiede bei den Boxenmarken in der Darstellung, wie z.B. der Fenstergröße, insbesondere aber der Farben und der Qualität der Schriften, erkennbar. Bei Kombination der Boxen mit TV-Geräten verschiedener Hersteller sowie mit Computermonitoren konnte wiederum ein gänzlich anderes Darstellungsverhalten der einzelnen Boxen diagnostiziert werden. Selbst die Verwendung verschiedener Boxenausgänge, Steckerverbindungen und Kabeltypen beeinflusst deutlich die Qualität der Bildschirmdarstellung des Contents; d.h. es ist hierbei eine ungemein große Varianz zu verzeichnen gewesen, die eine objektive Beurteilung schwierig sowie eine statistische Auswertung insbesondere auch durch die teilweise in kurzen Abständen wechselnden Formate der acht beteiligten Programmveranstalter unmöglich machte.

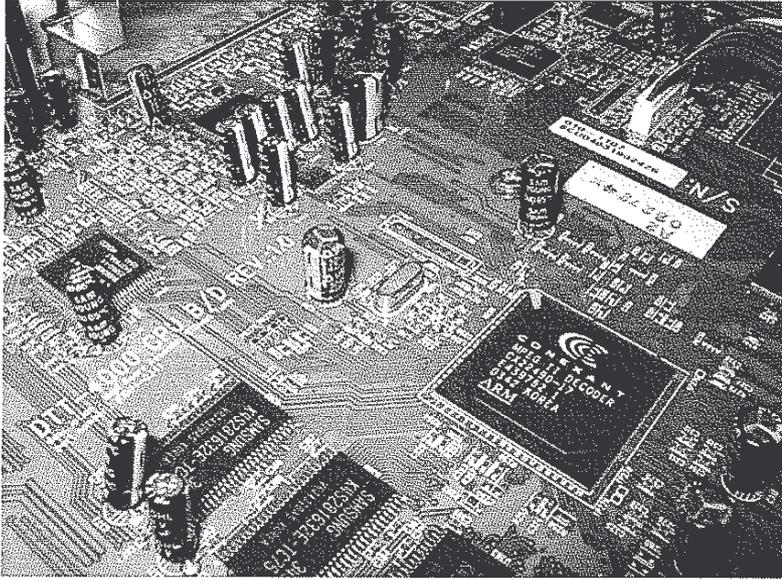


Abb. 44: Innenleben einer DVB-T Set-Top-Box

Die Ausstattung und Performance der STB'en kann aus technischer Sicht insgesamt als enttäuschend angesehen werden, allerdings muss aber auf die besonderen Herausforderungen hingewiesen, denen die im Testbetrieb Graz eingesetzten STB'en ausgesetzt waren (8 sich abwechselnde MHP-Portale auf einem Kanal, 40 verschiedene Formate etc.). Der dynamische Entwicklungsprozess der Applikationen kann

wahrscheinlich als weiterer Grund für die vielfach als schlecht bezeichnete Performance der STB'en nicht außer acht gelassen werden. Auch die Ladezeit der MHP-Applikationen sowie die Reaktionszeit bei der Nutzung interaktiver Dienste, die zum Teil maßgeblich von den eingesetzten Speicherbauteilen bestimmt wird, wird vom Konsumenten als vorrangiges Kriterium für die Nutzung der MHP-Angebote eingestuft. Deshalb sei die Industrie aufgerufen, technisch besser ausgestattete Boxen herzustellen und sich mit den Broadcastern bzw. MHP-Portal-Entwicklern in Zukunft hinsichtlich dieser Anforderungen besser abzustimmen. Insbesondere den für Graphik, Verarbeitung und Speicherung verantwortlichen Bauteilen sei in Bezug auf Qualität und Leistung ein größerer Stellenwert beizumessen. Die in einigen Bereichen noch zu großen Spielräume in der Auslegung der MHP-Standards zeigen, dass sich die Hersteller von Set-Top-Boxen, die Entwickler der zugehörigen Middleware und die Fernsehveranstalter gemeinsam mit ihren Applikationsentwicklern auf wesentliche „architektonische“ Grundlagen einigen müssen, um eine Funktionssicherheit und Kompatibilität zu allen Entwicklungen künftiger Partner auf diesem Gebiet zu gewährleisten und dabei auch der Bedienbarkeit (Usability) aus Sicht der Nutzer einen entsprechenden Stellenwert beizumessen. Denn nur eine stabile Technik ist der Garant für eine hohe Zuschauerakzeptanz. Aus diesem Grund sollte unbedingt eine Zertifizierung der Endgeräte - wie z.B. in Deutschland mit dem Logo für das ‚Überallfernsehen‘ - auch in Österreich unter Einbeziehung einer unabhängigen Stelle (z.B. TU-Graz) angedacht werden.