

Materialien

Band 70

Messung der Immissionen elektromagnetischer Felder im Bereich eines Fernsehsenders. DVB-T und analoges Fernsehen während der Simulcast-Phase im März 2005

Materialien

Band 70

**Messung der Immissionen
elektromagnetischer Felder
im Bereich eines Fernsehsenders**

**DVB-T und analoges Fernsehen
während der Simulcast-Phase im März 2005**

Essen 2005

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Impressum

- Herausgeber:** **Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW)**
Wallneyerstraße 6* D-45133 Essen
Telefon (0201) 7995-0* Telefax (0201)7995-1446
E-Mail: poststelle@lua.nrw.de
Essen 2005
- Redaktion:** Dipl.-Phys. Rainer Kindel, Dipl.-Ing. Klaus Schwenger (LUA NRW)
- Titelbild:** Messgerät; Lage der Messpunkte (topogr. Karte © LVerMA NRW)
- ISSN** 0947-5206 (Materialien)

Informationsdienste
des LUA NRW:

Umweltdaten aus NRW (Aktuelle Luftqualität, Pegeldata online, Hochwassermeldungen, etc.) sowie Fachinformationen unter

- www.landesumweltamt.nrw.de

Aktuelle Luftqualitätswerte:

- **Telefonansagedienst** (02 01) 1 97 00
- **WDR-Videotext** (3. Fernsehprogramm, Tafeln 177 bis 179)

Bereitschaftsdienst: Nachrichtenbereitschaftszentrale des LUA NRW
(24-Std.-Dienst): Telefon (0201) 71 44 88

Inhalt

Impressum	2
Inhalt.....	3
1. Einleitung	5
2. Technik und grundlegende Informationen	6
3. Konzept und Durchführung der Messungen	9
4. Zusammenstellung der Messergebnisse	13
4.1 Messungen Simulcast-Phase März 2005	15
4.2 Wiederholungsmessungen April 2005	59
5. Auswertung und Diskussion der Messdaten	79
5.1 Zur Plausibilität der Messdaten.....	80
5.2 Weitere Analyse der Messdaten.....	80
5.3. Einfluss der Analog-/Digital-Umstellung auf die Immission	84
6. Ausblick	86
7. Literaturangaben.....	87
Anhang	89

1. Einleitung

In 2002/03 hat in Deutschland nach mehrjähriger Projektphase der Regelbetrieb für das digitale terrestrische Fernsehen (DVB-T, Digital Video Broadcasting - Terrestrial) begonnen. Dieses löst schrittweise das analoge terrestrische Fernsehen ab, das seit 1952 in Deutschland per Antenne zu empfangen ist und seitdem technisch kontinuierlich weiter entwickelt wurde. Mit der Einführung von DVB-T wird nun auch im terrestrischen Bereich, d.h. auf dem Übertragungsweg vom ortsfesten Fernsehsender per Funkausstrahlung zum Verbraucher, die Digitalisierung vollzogen, die bereits in den neunziger Jahren Einzug bei der Fernsehübertragung per Satellit (DVB-S) und per Kabel (DVB-C) gehalten hat und eine grundlegende technische Änderung der Übertragungssignale beinhaltet. Die Umstellung erfolgte vor dem Hintergrund, dass seit Jahren ein Rückgang der terrestrischen Fernsehnutzung vor allem wegen des relativ geringen Programmangebotes festzustellen war. Für die Sendeanstalten kann die Umstellung zu Kosteneinsparung führen. Für den Verbraucher bietet die digitale gegenüber der bisherigen analogen Übertragung auch bei der terrestrischen Programmverbreitung den Vorteil einer größeren Programmvielfalt, eine mobile Empfangbarkeit mittels portabler integrierter Empfänger und einfacher Stabantenne, Empfang in Gebäuden (indoor) ohne Abhängigkeit von Gemeinschaftsantennenanlagen. Weitere Möglichkeiten beinhalten z.B. elektronische Programmführung oder Dolby-Surround-Tonübertragung. Die Bildauflösung entspricht grundsätzlich der bisherigen PAL-Qualität mit 576 Zeilen. Der DVB-T-Empfang erfolgt mit Hilfe spezieller Empfänger (i.d.R. Set-Top-Boxen), die die digitalen Informationen des Antennensignals in Video- und Audiosignale umsetzen. Die mögliche (Mit-) Übertragung von Hörfunkprogrammen per DVB-T ist in Deutschland nicht vorgesehen. [1, 2, 3]

Dem Programmstart von DVB-T in Berlin folgte in 2004 auch in NRW die erste Umstellungsphase im Ballungszentrum Rhein-Ruhr (Beginn Regelbetrieb Köln/Bonn 24.5.2004, Düsseldorf/Ruhrgebiet 8.11.2004), wo nach Ablauf der „Simulcast-Phase“ (d.h. teilweise parallele Abstrahlung) am 4. April 2005 die analoge Übertragung vollständig eingestellt wurde. Für die DVB-T-Einführung ist in NRW die Landesanstalt für Medien entsprechend einer Vereinbarung mit den Sendeanstalten vom Oktober 2003 zuständig [4]. Korrespondierend mit Vorschriften des Telekommunikationsrechtes wird angestrebt, das analoge Fernsehsystem bis 2010 deutschlandweit komplett durch ein digitales Fernsehnetz zu ersetzen. Ob und ggf. mit welchem Programmangebot zukünftig eine flächendeckende DVB-T-Versorgung erfolgen wird, unterliegt hierbei auch wirtschaftlichen Aspekten. Ein Überblick zum Ausbaustand des Digitalfernsehens Ende 2004 und weitere grundlegende technische Daten zur Systemumstellung einschließlich einer qualitativen Versorgungsprognose im Untersuchungsgebiet finden sich in der Anlage [5].

Das Landesumweltamt NRW (LUA NRW) hat im Auftrag des NRW-Umweltministeriums unabhängige Messungen der Immissionen elektromagnetischer Felder des Fernsehfunks durchgeführt. Der vorliegende Bericht dokumentiert diese Messungen, die während der Simulcast-Phase im März 2005 sowie im Vergleich nach der Vollumstellung auf digitale Abstrahlung im April 2005 im Bereich Dortmund im Umfeld des Rundfunksenders „Florian“ durchgeführt wurden. Die Messergebnisse stellen einen Beitrag zur Transparenz bzgl. der realen Immissionssituation in NRW dar und eine Datengrundlage u.a. im Hinblick auf die Beantwortung der Frage, inwieweit durch die Umstellung der Übertragungstechnik eine Veränderung der Feldstärken in der Umgebung nachweisbar ist. Bezüglich letzterer Frage liegen zum Teil widersprüchlich erscheinende Informationen vor, wobei die Einhaltung der

gesetzlichen Personenschutzgrenzwerte im Vorfeld des Betriebs durch die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post im Rahmen des Standortbescheinigungs-Verfahrens geprüft und sicher gestellt wird.

Als Untersuchungsgebiet wurde Dortmund im östlichen Ruhrgebiet gewählt, wo ein direkter Vergleich analog und digital abgestrahlter TV-Kanäle erfolgen konnte und eine „Dominanz“ des zentralen Senders „Florian“ hinsichtlich der TV-Immissionen im Gleichwellennetz erwartet werden konnte.

2. Technik und grundlegende Informationen

Das neue digitale terrestrische Fernsehen beruht, ebenso wie das bisherige analoge, auf der Abstrahlung speziell modulierter hochfrequenter elektromagnetischer Felder von zentralen, hoch über dem Gelände positionierten Funksendern in die Umgebung, in der es mit Hilfe geeigneter technischer Geräte empfangen werden kann.

Beim (analogen wie digitalen) Fernsehen belegen die zu übertragenden Bild- und Toninformationen je Kanal ein 7 MHz (VHF) bzw. 8 MHz (UHF) breites Frequenzband (Kanalbandbreite). Die Frequenzzuordnungen der Kanäle und einige grundlegende technische Daten können den folgenden Tabellen für das Analogfernsehen entnommen werden.

Fernsehsenderkanäle der CCIR-Norm

Bereich	Kanal	Frequenzbereich MHz	Bildträgerfrequenz MHz	Tonträgerfrequenz 1 MHz	Tonträgerfrequenz 2 MHz	Farbträgerfrequenz MHz
I (VHF)	2	47...54	48,25	53,75	53,992	52,68
	3	54...61	55,25	60,75	60,992	59,68
	4	61...68	62,25	67,75	67,992	66,68
III (VHF)	5	174...181	175,25	180,75	180,992	179,68
	6	181...188	182,25	187,75	187,992	186,68
	7	188...195	189,25	194,75	194,992	193,68
	8	195...202	196,25	201,75	201,992	200,68
	9	202...209	203,25	208,75	208,992	207,68
	10	209...216	210,25	215,75	215,992	214,68
	11	216...223	217,25	222,75	222,992	221,68
IV (UHF)	12	223...230	224,25	229,75	229,992	228,68
	21	470...478	471,25	476,75	476,992	475,68
	22	478...486	479,25	484,75	484,992	483,68

V (UHF)	37	598...606	599,25	604,75	604,992	603,68
	38	606...614	607,25	612,75	612,992	611,68
	39	614...622	615,25	620,75	620,992	619,68

	69	854...862	855,25	860,75	860,992	859,68

Tabelle: Daten der (analogen) deutschen Fernsehnorm [6]

Anwendung	B CCIR (VHF)	C CCIR (UHF)
Modulationsart Bildträger	AM	AM
Modulationsart Tonträger	FM	FM
Modulationsrichtung Bildträger	negativ	Negativ
Abstand Bildträger zu Tonträger 1 [MHz]	5,5	5,5
ZF Bildträger/Tonträger 1 [MHz]	38,9/33,4	38,9/33,4
Kanalbreite [MHz]	7	8
Zeilenzahl	625	625

Man erkennt die jeweils festen Trägerabstände. Der Tonsender arbeitet mit geringerer Leistung (5 %) als der Bildsender. Charakteristisch für die analoge Übertragung sind hohe Pegel beim Bild- und den Tonträgern; die übrigen Frequenzen im Kanal weisen nur geringe Pegel auf, woraus die relativ hohe Empfindlichkeit gegen Störsignale resultiert. DVB-T arbeitet auf den gleichen Frequenzkanälen und ersetzt daher ggf. die entsprechenden Analogkanäle. Für das Analogfernsehen wurden in Deutschland bisher nur die Kanäle bis 60 benutzt.

Der digitale DVB-Fernseh-Standard erlaubt die Einstellung einer Vielzahl von Betriebsparametern im Hinblick auf eine zweckgerichtete Optimierung. Beim terrestrischen DVB-T ist die Minimierung der ansonsten erhöhten Störanfälligkeit bei der erdgebundenen Ausbreitung der Funkwellen von wichtiger Bedeutung. Generell werden die Bild- und Toninformationen digitalisiert, nach dem MPEG2-Standard komprimiert und mit speziellen Fehlerschutzalgorithmen versehen. Das bei der Übertragung angewandte Modulationsverfahren wird als COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) bezeichnet. Die Information des „Transportstroms“ moduliert eine Vielzahl (6817; „8k-FFT“) von gleichzeitig ausgesendeten Trägerschwingungen, welche die Kanalbreite gleichmäßig ausfüllen. Die Träger sind Sinussignale, deren Phasen und Amplituden in einem vorgegebenen Takt (896 μ s) umgetastet werden (16 QAM, Quadratur-Amplituden-Modulation mit 16 verschiedenen Zuständen des Trägers). Die Information aller Träger während eines Taktes wird auch als „Symbol“ bezeichnet. Durch die Verlängerung der Symboldauer um ein „Guardintervall“ (1/4 der Symboldauer) wird eine Immunität gegen störenden Mehrwegeempfang mit Laufzeitunterschieden erzielt. Insgesamt beträgt das Verhältnis der Nutzbitrate zur erzielten Gesamtbitrate im Transportstrom 2/3 (Coderate). [7, 8, 9, 10, 11]

Ein 8 MHz breiter DVB-T-Kanal weist eine Signalbandbreite von ca. 7,6 MHz auf. Innerhalb der Signalbandbreite ist das Signal gleichförmig verteilt, während bei der analogen Übertragung erkennbar mehrere spektrale Spitzen der Träger vorliegen, die zu einer großen Differenz zwischen Spitzen- und Effektivleistung führen. Ein DVB-T-Kanal ermöglicht bei der Modulationsart 16 QAM, einer Coderate von 2/3 und einem Guardintervall 1/4 eine Nutzdatenrate von etwa 13 MBit/s. Damit lässt sich ein „Bouquet“ von vier Fernsehprogrammen in PAL-Qualität (ca. 3-5 MBit/s, bei Bildern mit hohem Bewegungsanteil wie bei Sportübertragungen höher) incl. Zusatzdaten wie Videotext als „Multiplex“ übertragen. Bei sechs TV-Kanälen ergeben sich insgesamt 24 zu empfangende Programme.

Im Zeitverlauf stellt DVB-T wegen der vielen enthaltenen Einzelfrequenzen ein rauschähnliches Signal dar. Der Crestfaktor, d.h. das zumeist im dB-Maß ausgedrückte Verhältnis des Spitzenwerts zum Effektivwert des Signals, beträgt im 8 k-Modus theoretisch 38 dB, ist aber in der Praxis aufgrund der Senderauslegung auf ca. 10-11 dB begrenzt, korrespondierend mit einer Bitfehlerrate von $10E-6$. [12, 13]

Für die Abstrahlung des Rundfunks werden typischerweise Antennen mit schmalem, zum Boden fast parallel ausgerichtetem Hauptstrahl im Vertikalantennendiagramm verwendet, wodurch auch noch in mehreren Kilometern Entfernung zum Sender ein lokales, jedoch entfernungsabhängig gedämpftes Feldstärkemaximum im Bodenbereich erwartet werden kann. In NRW erfolgt die DVB-T-Abstrahlung im Gegensatz zum Analog-TV unter vertikaler Polarisation. Wird die Empfangsantenne nicht bzgl. der Polarisation korrekt eingestellt, so ist mit Pegelverlusten von ca. 8 dB bis ca. 15 dB zu rechnen. Wegen der frequenzabhängigen Ausbreitung der Funkwellen treten bei VHF-Frequenzen allgemein weniger scharfe

Versorgungsschatten und somit geringere örtliche Feldstärkeschwankungen auf als im UHF-Bereich. Die im VHF-Bereich empfangbare Leistung wird unter gleichen Bedingungen als um 4-8 dB größer als bei UHF angegeben. [14]

Ab einem Pegel von ca. 30 dB μ V (Dachantenne) bis 38 dB μ V (indoor), entsprechend 32-80 μ V, am Eingang eines Empfängers kann mit stabilem DVB-T-Empfang gerechnet werden. Die Empfangspegel sind außer von der Empfangsfeldstärke auch von Antennengewinn und Kabeldämpfung abhängig. Bei Überschreitung des Mindestpegels ist - anders als bei der analogen Fernsehübertragung mit entfernungsabhängiger Wiedergabequalität – der Empfang in bester Qualität möglich, darunter i.A. kein Empfang. Im Rahmen der Versorgungsplanung werden Feldstärkeprognosewerte für das Empfangsgebiet bestimmt. Diese werden unter statistischer Annahme einer mittleren Bebauung ermittelt, so dass lokal durchaus Abweichungen der Prognose möglich sind. Es wird hinsichtlich der Versorgung unterschieden zwischen Empfangbarkeit mit Zimmerantenne (portabel indoor), mit Außenantenne (portabel outdoor), mit Dachantenne (fixed antenna).

Im Gleichkanalnetz tragen prinzipiell alle DVB-T-Sender, die den gleichen Programmmultiplex auf gleicher Frequenz abstrahlen, zur (nutzbaren) Gesamtfeldstärke bei. Entsprechend findet man bei Ausrichtung einer Empfangsantenne oft mehrere Feldstärkemaxima, meist in Richtung der Sender. Eine Überlagerung entsprechender Gleichkanalbeiträge lässt sich u.U. bei der Frequenzanalyse des DVB-T-Signals als Abweichung von der Idealform erkennen. Die genauen Anteile einzelner Sender lassen sich jedoch wegen ihrer Gleichartigkeit i.A. ausschließlich per Messung nicht trennen. Gegebenenfalls sind unter Berücksichtigung der Senderabstände und -emissionsdaten näherungsweise Abschätzungen möglich.

Die Abstrahlung der digitalen Fernsehsignale wurde in ihrer Stärke gegenüber dem analogen System reduziert. Im Rahmen des sog. Chester-Abkommens der staatlichen Frequenzverwaltungen (Internationale DVB-T-Frequenzvergabe-Konferenz UK 1997) wurde unter Beteiligung Deutschlands vereinbart, dass die zugeteilten Frequenzkanäle des analogen Fernsehens ohne neue internationale Koordinierung für DVB-T unter der Voraussetzung genutzt werden können, dass die digitalen gegenüber den analogen Aussendungen auf die Hälfte (-3 dB, Bezug effektive Leistung) verringert werden. Wird berücksichtigt, dass sich die Leistungsangaben bei der Analogübertragung gängigerweise auf die Synchronspitzenleistung beziehen und der Effektivwert bildinformationsabhängig bei ca. 37 % (-4 dB) der Synchronspitzenleistung liegt, ergibt sich insgesamt sogar eine Reduktion auf 1/5 der Strahlungsleistung (-7 dB ERP). [15]

Für eine globale Bewertung der elektromagnetischen Feldexposition wird häufig die gesamte effektive Strahlungsleistung in Summe aller Sender angegeben. Das elektromagnetische Feld wird beim terrestrischen Digitalfernsehen gesamt betrachtet als geringer und gleichmäßiger verteilt angegeben. Begründet wird dies mit geringeren notwendigen Mindestfeldstärken für störungsfreien Empfang und der konstruktiven Nutzbarkeit von Reflexionen auf dem Ausbreitungsweg und der Aussendungen benachbarter Sendestationen im Gleichfrequenzsystem. Als Beispiele seien Daten für Schleswig-Holstein (statt analog 9 Standorte mit Gesamtleistung 2210 kW bzw. mittlerer Leistung 820 kW digital 11 Standorte mit Gesamtleistung 410 kW) und Berlin (Verringerung der Gesamtleistung aller Kanäle von 3500 kW analog auf 800 kW digital) wieder gegeben. [16, 17]

3. Konzept und Durchführung der Messungen

Das Konzept der Untersuchung sah die Durchführung von gleichartigen Einzelmessungen an verschiedenen Messorten in der näheren und der weiteren Umgebung des Rundfunksenders innerhalb des rund 280 qkm großen Stadtgebietes Dortmund und z.T. darüber hinaus vor. Im Hinblick auf die Gewinnung einer ausreichenden, ggf. später auch noch erweiterbaren Datenbasis wurden insgesamt 44 verschiedene, in der Fläche verteilte Messpunkte angefahren. Alle Messungen wurden „outdoor“, unter Bezug auf lokal gut reproduzierbare Messpunkte (auf etwa +/- 50 cm genau) und einheitlich mit „Erdbodenbezug“ (erfasste Messhöhe 1 m – 1,80 m) durchgeführt, wodurch insgesamt eine vergleichsweise gute Reproduzierbarkeit erwartet wird. Innerhalb von Gebäuden ist demgegenüber aufgrund des weitaus komplexeren Wellenfeldes von erheblichen kleinräumigen Feldschwankungen auszugehen, die eine räumliche Reproduzierbarkeit erschweren können. Die Auswahl der Messpunkte innerhalb des nicht unerheblich topografisch gegliederten Untersuchungsgebietes berücksichtigte die Verteilung bezüglich verschiedener Abstände zum Sender, verschiedene Azimutwinkel und unterschiedliche topografische Bedingungen (relative Höhe, freie Sendersicht, Bebauung, Hügellage). Die gewählten Messpunkte wurden in der beigefügten Tabelle zusammengestellt. Die Angaben der Gauß-Krüger-Koordinaten sind auf durchweg besser als 10 m genau bestimmt, bei den Höhenangaben ist im Zweifelsfall von etwas größeren Ungenauigkeiten auszugehen (nach LUA-Erfahrung ca. 95 % innerhalb +/- 10 m). Eine Gesamtübersicht der Messpunkte zeigt die Abbildung mit der Übersichtskarte (blaues Dreieck: Rundfunksender „Florian“; weiße Nummern: Wiederholungsmesspunkte; Messpunkt „LUA“ nicht im Kartenausschnitt).

Entsprechend der Aufgabenstellung der vorliegenden Untersuchung zielten die Messungen auf den Frequenzbereich des Fernsehgrundfunks ab. Sonstige Funkdienste wie Hörfunk, Mobilfunk u.a.m., die als unabhängig von den hier untersuchten Immissionen betrachtet werden können und lokal weitere maßgebliche Immissionsanteile ausmachen können, wurden daher hier nicht weiter differenziert erfasst. Für den Fall weitergehender Fragestellungen über diesen Bericht hinaus lässt die Wahl und Dokumentation der Messorte die Möglichkeit wiederholender oder ergänzender Messungen zu.

Die Messungen wurden im Frequenzbereich des Fernsehfunks durchgeführt. Die entsprechenden Frequenzkanäle liegen im Bereich des UHF; VHF-TV-Kanäle werden in NRW z.Z. nicht mehr genutzt. Die vom Sendeturm „Florian“ während der Simulcast-Phase und nach der vollständigen Umstellung auf DVB-T-Betrieb abgestrahlten Programmkanäle sowie weitere technische Daten ergeben sich aus öffentlich zugänglichen Informationen (vgl. Anlagen). Im Untersuchungsbereich ist hiernach während der Simulcast-Phase offensichtlich das Vorhandensein der digitalen DVB-T-Kanäle 29, 35, 55, 64 und 66 und der analog vom Florian abgestrahlten Kanäle 25 und 53 zu erwarten und von Interesse. Bei den westlich gelegenen Messpunkten ist zunehmend mit Gleichfeldbeiträgen aus den Sendern im mittleren Ruhrgebiet zu rechnen. Immissionen aus dem Köln-Bonner-DVB-T-Netz machen aufgrund der relativ großen Entfernung keinen Beitrag. Je nach genauem Messort können jedoch „sonstige“ analoge Immissionen weiterer entfernter Fernsehsender (z.B. Wuppertal, Münster u.a.) nachweisbar sein, jedoch i.d.R. mit untergeordnetem Beitrag und entsprechend schlechter Empfangsmöglichkeit dieser Sendekanäle. Nach Abschaltung der o.g. analogen Kanäle Anfang April 2004 erfolgt auf diesen Frequenzen ebenfalls eine digitale Programmabstrahlung, deren Einfluss durch Wiederholungsmessungen an einigen ausgewählten Messpunkten dokumentiert werden soll.

Im Hinblick auf eine effektive Messdurchführung unter Berücksichtigung einer größeren Zahl von Messpunkten wurden die Messungen mit dem neuartigen spektral auflösenden Messgerät Narda SRM-3000 durchgeführt, welches den Messablauf aufgrund seiner Portabilität und der bereits integrierten Auswertemöglichkeiten erheblich vereinfachen kann. Das Messgerät arbeitet mit einem RMS-Detektor ohne Datenkompression und ermöglicht mittels der Funktion „Integration über ein definiertes Frequenzband“ eine vollständige Erfassung der breitbandigen Fernsehsignale [18, 19]. Die Messungen konnten im Rahmen der Aufgabenstellung durchweg unter Fernfeldbedingungen mit ausschließlicher Erfassung einer Feldgröße (elektrische Feldstärke) durchgeführt werden [20]. Da das eingesetzte Messgerät noch relativ neu auf dem Markt war und im Vorfeld noch wenig Erfahrungen hinsichtlich der genauen Einsatzbedingungen und der Messqualität vorlagen, wurden im Rahmen der Projektdurchführung verschiedene Vergleichsmessungen durchgeführt, um konkrete Informationen zur Verlässlichkeit und Genauigkeit der Messungen zu gewinnen. Hierbei wurden zum einen stichprobenartig an ausgewählten Messorten Parallelmessungen mit einem Spektralanalysator (R&S FSP3, Log-Per-Antenne HL04) vorgenommen, was insgesamt zu einer guten Übereinstimmung bis besser als 10 % bzgl. der TV-Gesamtimmission führte. Ergänzende Breitbandmessungen mit einem Messgerät Typ Narda EMR-300 dienten dem Überblick über den Zeitverlauf der (Gesamt-)Immission am Messort, die Ergebnisse ließen sich aber wegen der Miterfassung von lokalem Hör- und Mobilfunk sowie der Ungenauigkeiten in der Nähe der gerätespezifischen Nachweisgrenze nur begrenzt vergleichen. Weiterhin erfolgten mit dem SRM-3000 Vergleichsmessungen unter unterschiedlichen Geräteeinstellungen, insbesondere bzgl. der verfügbaren Auswertungseinstellungen (ACT, AVG, MAX, MAXAVG). In der Auswertungseinstellung ACT zeigten sich die nicht unerheblichen zeitlichen Signalschwankungen im Messbereich. Nach [21] lassen sich zeitliche Schwankungen an einem Messpunkt um ca. $\pm 1,5$ dB erwarten. Die zur Dokumentation verbleibenden Einstellungen AVG, MAX, MAXAVG zeigten im direkten Vergleich nur relativ geringe Ergebnisabweichungen, vgl. beigefügte Vergleichsmessung im Anhang. Die Auswertart AVG zeigte eine um bis zu 13 % geringere Gesamtimmission, die Auswertart MAX eine bis maximal 15 % höhere Gesamtimmission. Für das Messprojekt wurde nach Abwägung einheitlich die Auswertungseinstellung MAXAVG gewählt.

Während der Messungen wurde das Messgerät am Bezugsort per Hand gehalten, unter Ausrichtung zum Sender und Abtastung des benachbarten Raumvolumens mit Erfassung der maximalen Feldintensität unter Berücksichtigung der verschiedenen Polarisationsrichtungen. Es wurde auf genügendem Abstand zu Wänden und Hindernissen geachtet. Wie zu erwarten, konnte an vielen Messorten eine deutliche Zunahme der Immission mit der Messhöhe festgestellt werden. In Einzelfällen war auch ein erheblicher Einfluss des Bewuchses auf dem Ausbreitungsweg festzustellen, insbesondere bei Wiederholungsmessungen während der zwischenzeitlich z.T. bereits erfolgten Belaubung. Die Messung erfolgte genügend lange, d.h. unter Berücksichtigung einer ausreichenden Zahl von Messzyklen, bis keine Zunahme der Intensitäten im Messspektrum mehr festzustellen war. Dies war in der Regel bereits nach einigen Minuten der Fall. Aufgrund der Isotropie der spezifischen Antenne des Messgerätes und der durchgeführten Raumabtastung ist die Erfassung der unterschiedlichen Feldpolarisationen sicher gestellt.

Erkennbare wetterbedingte Einschränkungen der Messungen lagen nicht vor (kein Regen bzw. Niederschlag, je nach Messtag wechselhaft bewölkt bis sonnig, Temperaturen zwischen ca. 8-20°). Eine nennenswerte Beeinträchtigung der Ausbreitungsverhältnisse durch atmosphärische Dämpfungseffekte kann daher ausgeschlossen werden.

Tabelle: Zusammenstellung der Messorte – Wiederholungsmessorte sind fett gekennzeichnet

MesspunktNr nach Abstand	Interne Messpunkt-kennung	Messort	Straße	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m]	Abstand zum Sender Dortmund [km]	Höhendifferenz zu Sender Dortmund [m]
01	1604	Dortmund	Baurat-Marx-Allee	2602909	5708134	119	0,36	-2
02	1605	Dortmund	Rathenaustr.	2603948	5708242	113	1,37	-8
03	1603	Dortmund	Strobelallee	2600925	5707612	106	1,69	-15
04	1806	Dortmund	Brackeler Str.	2603565	5710981	75	3,18	-46
05	1711	Dortmund	Heideblick	2602213	5704506	118	3,47	-3
06	1602	Dortmund	Emil-Figge-Str.	2599017	5707675	113	3,55	-8
07	1707	Dortmund	Lüttringhauser Str.	2600278	5704939	111	3,81	-10
08	1613	Dortmund	Hafenbrücke	2600150	5710932	71	3,88	-50
09	1814	Dortmund	Wittener Str.	2598795	5709252	90	4,00	-31
10	1606	Dortmund	Bergmeisterstr.	3398745	5708286	108	4,45	-13
11	1612	Dortmund	Burgholzstr.	2601874	5712504	75	4,60	-46
12	1710	Dortmund	Hagener Str.	2601290	5703385	154	4,74	33
13	1714	Dortmund	Ringelohstr.	3398781	5705937	147	4,94	26
14	1706	Dortmund	Stockumer Str.	2597914	5706128	130	5,03	9
15	1712	Dortmund	Wittbränder Str.	3397337	5703683	195	5,28	74
16	1708	Dortmund	Blickstr.	2600139	5702713	162	5,79	41
17	1810	Dortmund	Deusener Str.	2599190	5712663	56	5,81	-65
18	1713	Dortmund	Höchstener Str.	3398536	5703832	213	5,95	92
19	1601	Dortmund	Tidbaldweg	2596912	5707636	105	6,06	-16
20	1813	Dortmund	Wischlinger Weg	2596827	5709980	73	6,10	-48
21	1807	Dortmund	Flughafenstr.	3398581	5713054	65	6,58	-56
22	1715	Dortmund	Kortenstr.	3401040	5706834	124	6,83	3
23	1809	Dortmund	Kemminghauser Str.	2601923	5714796	93	6,87	-28
24	1607	Dortmund	Emschertalstraße	3401174	5708362	132	6,88	11
25	1805	Dortmund	Walther-Kohl.-Str.	3396156	5714906	77	7,14	-44
26	1709	Dortmund	Am Semberg	2599960	5700576	216	7,83	95
27	1608	Holzwickede	Rausinger Str.	3402947	5708714	124	8,07	3
28	1808	Dortmund	Am Belsenkamp	2603793	5715945	85	8,08	-36
29	1815	Dortmund	Martener Str.	2594152	5708543	97	8,45	-24
30	1812	Dortmund	Mosselde	2595437	5712695	70	8,57	-51
31	1804	Dortmund	Hostedder Str.	3398601	5715643	78	8,74	-43
32	1801	Dortmund	Kurler Str.	3401911	5712723	69	8,94	-52
33	1803	Dortmund	Greveler Str.	3399858	5715054	77	8,97	-44
34	1811	Dortmund	Ellinghauser Str.	2597060	5715579	66	9,42	-55
35	1705	Dortmund	Parkplatz B1	2592954	5707528	110	9,63	-11
36	1611	Dortmund	Grevel Wasserturm	3399981	5715878	92	9,68	-29
37	1802	Dortmund	Kusener Str.	3402514	5714667	67	10,60	-54
38	1704	Dortmund	Harpener Hellweg	2591582	5708594	130	11,03	9
39	1610	Kamen	Massener Str.	3404515	5714681	64	12,18	-57
40	1609	Unna	Massener Heide	3406590	5710491	124	12,49	3
41	1703	Herne	Gerther Str.	2588259	5711319	123	16,96	2
42	1701	Herne	Zillertalstr.	2585222	5710030	86	17,49	-35
43	1702	Bochum	Tippelsberger Str.	2584912	5708884	98	17,70	-23
44	LUA	Essen	Wallneyer Str.	2567304	5697140	152	36,88	31

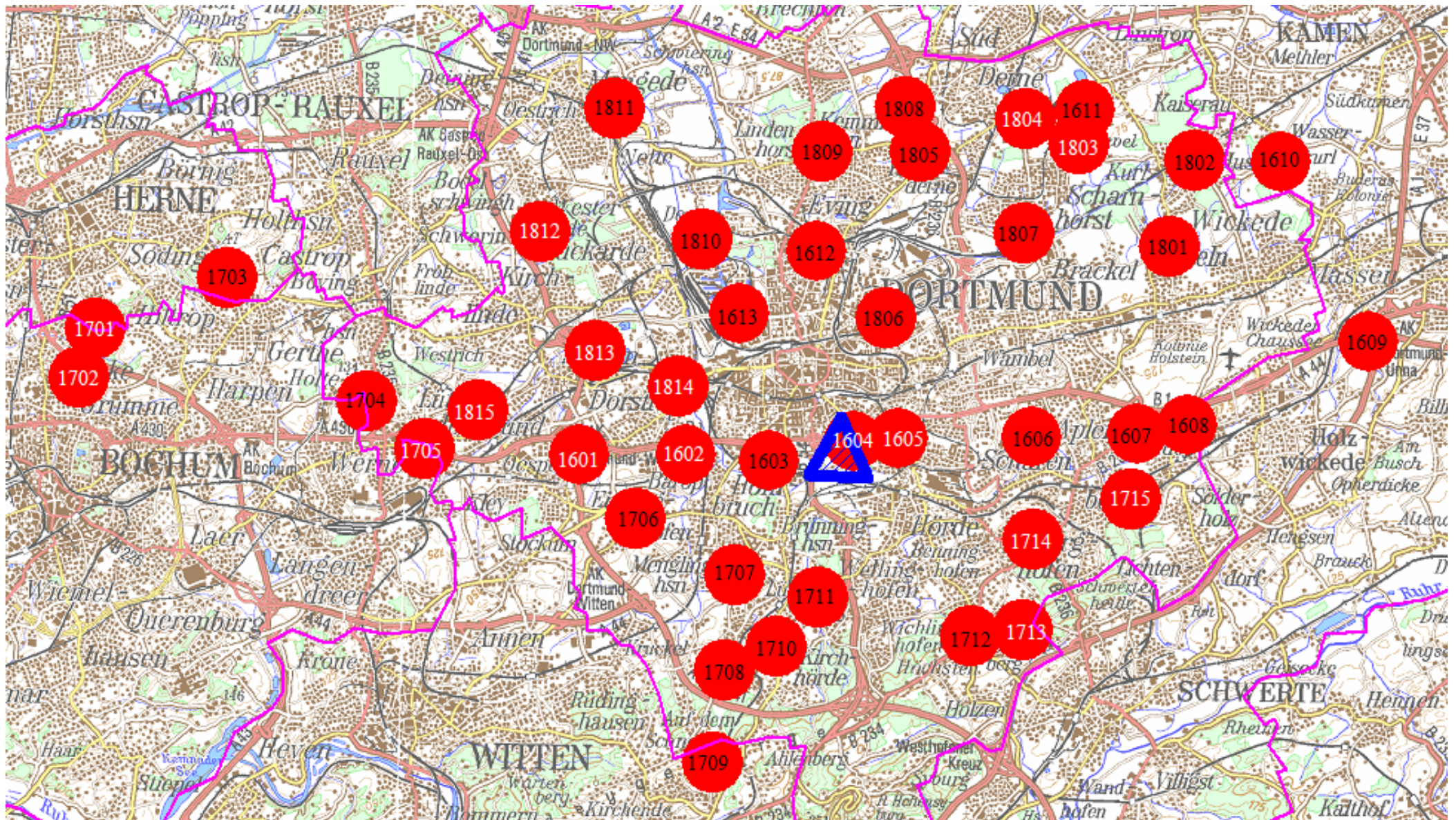


Abbildung: Lage der Messpunkte

© Topografische Karte Landesvermessungsamt NRW

4. Zusammenstellung der Messergebnisse

Im Folgenden sind die gemessenen Spektren (obere Abbildung) und die Feldstärkewerte der hier relevanten Fernsehkanäle übersichtlich als Blockdiagramm (untere Abbildung) mit einer logarithmischen Feldstärkeskala dokumentiert. Die Darstellung erfolgt seitenweise und einheitlich für alle betrachteten Messorte, pro Seite sind jeweils die Ergebnisse eines Messortes zusammengestellt.

Der erste Teil der Ergebnisse beinhaltet die Messungen während der Simulcast-Phase im März 2004 (4.1). Anschließend sind die Ergebnisse der Wiederholungsmessungen vom April 2004 nach Beendigung der Simulcast-Phase dargestellt (4.2). Alle Diagramme wurden aus den Originalmessdaten per Makro erstellt. Zur leichten Unterscheidbarkeit wurden die digitalen und die analogen Kanäle jeweils unterschiedlich gekennzeichnet. Die „sonstigen“ TV-Feldbeiträge entfernterer Sender können im Untersuchungsgebiet als analog angesehen werden.

Aus den Einzelmessdaten der Frequenzkanäle wurden jeweils die Summenbeiträge der analogen und der digitalen Feldbeiträge errechnet und ebenfalls auf der entsprechenden Seite aufgeführt (Tabelle oben). Eingetragen sind die gemessene TV-Gesamtimmission, der TV-Analoganteil (Sender Dortmund und Sonstige) und der TV-Digitalanteil. Bei den Wiederholungsmessungen entfällt die Differenzierung des TV-Analoganteils, da die Analogabstrahlung am Sender Dortmund beendet wurde.

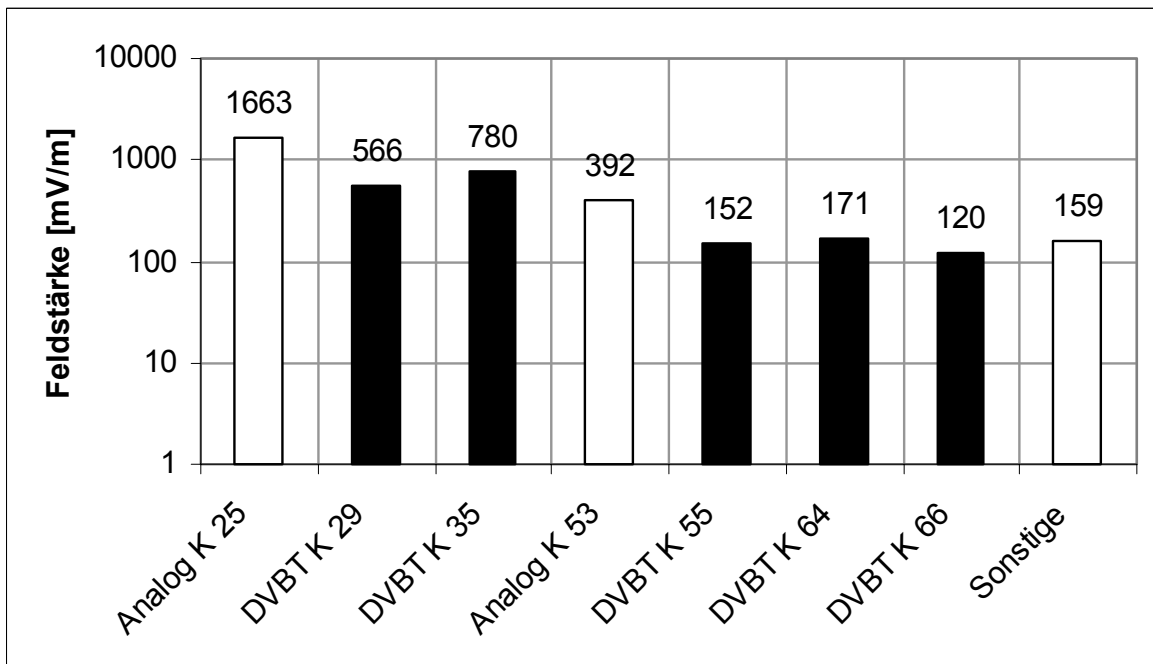
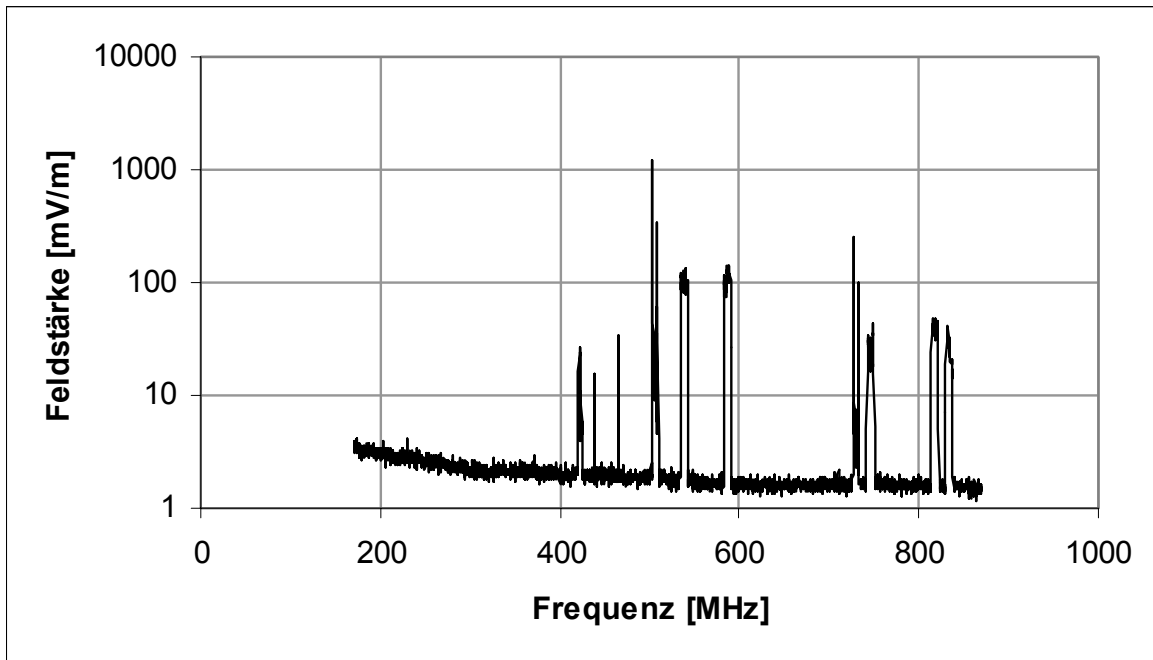
Die gemessenen Frequenzkanäle lassen sich anhand der Listen im Anhang leicht dem jeweiligen Programmkanal/Bouquet des entsprechenden Senders zuordnen. Bezüglich der digitalen Sender gelten hierbei prinzipiell die Einschränkungen zur begrenzten Senderzuordnung im Gleichwellennetz, insbesondere im Empfangsbereich zwischen zwei oder mehreren Sendern. Gegebenenfalls, lassen sich die zum Teil noch erkennbaren analogen Abstrahlungen anhand allgemein zugänglicher Frequenzlisten noch der entsprechenden Quelle (i.d.R. entferntere analoge Fernsehsender) zuordnen.

Die vorliegenden Messergebnisse sowie eine Testmessung in einem erwarteten feldarmen Raum deuten darauf hin, dass die Nachweisgrenze des eingesetzten Messgerätes frequenzabhängig bei ca. 10 mV/m erreicht wird. Dies ist bei der Beurteilung entsprechender Messwerte zu berücksichtigen.

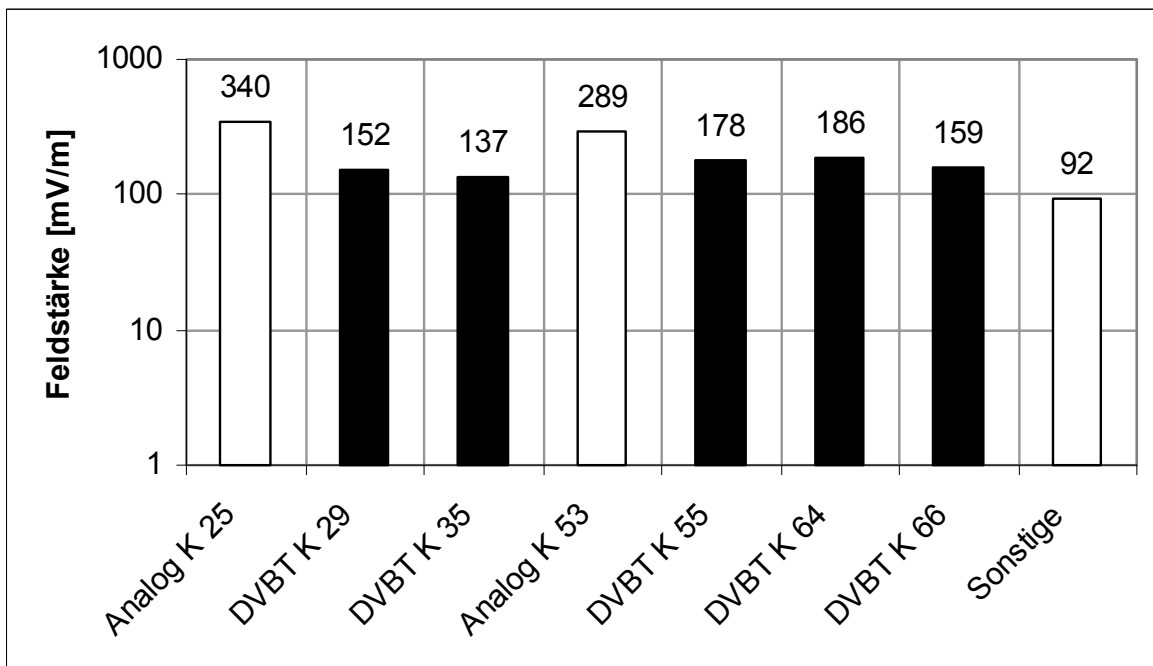
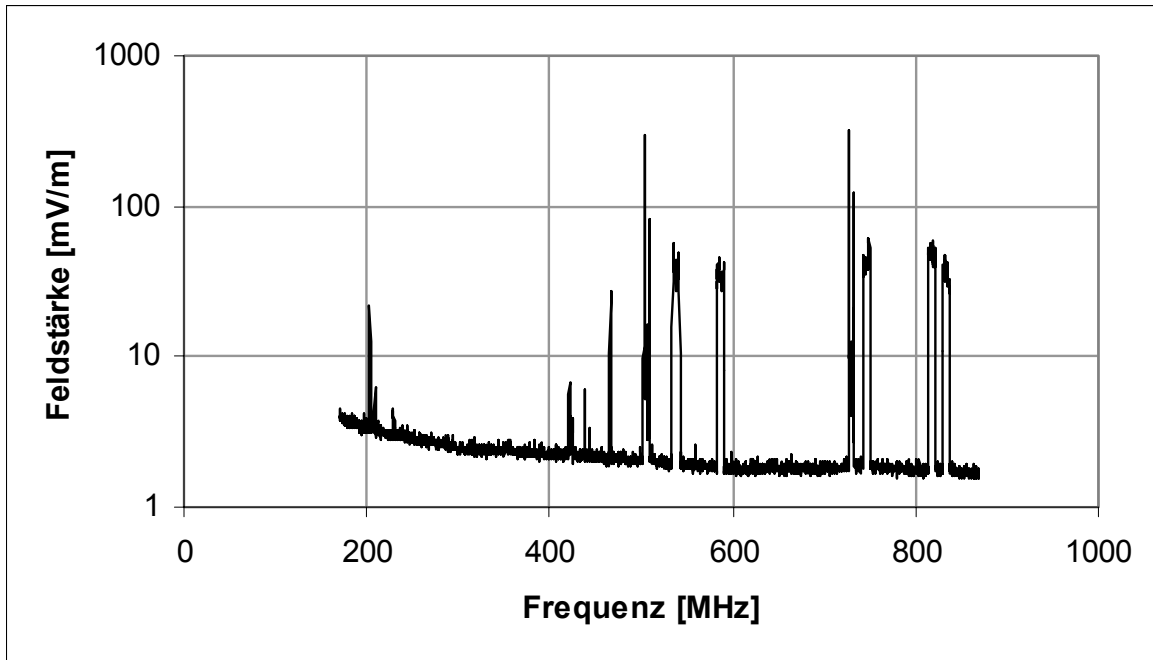
Die Angaben in diesem Bericht entsprechen jeweils den Originalmessdaten ohne Berücksichtigung eines Aufschlages für die Messunsicherheit; ggf. ist diese, z. B. in Höhe von 3 dB, gesondert zu berücksichtigen.

4.1 Messungen Simulcast-Phase März 2005

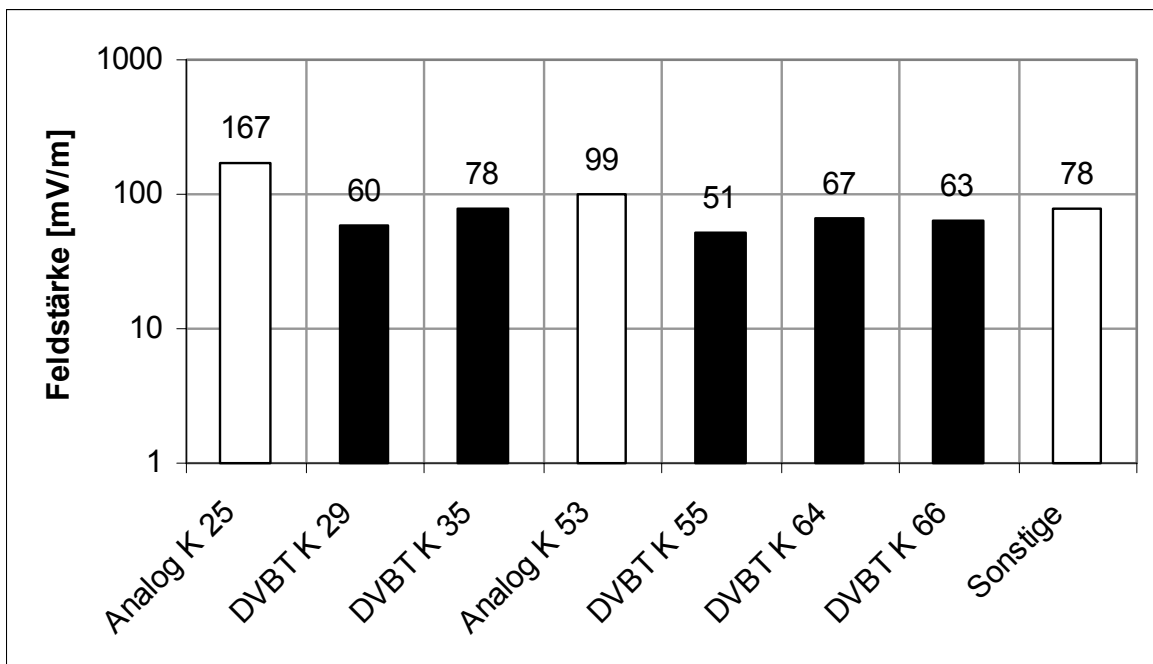
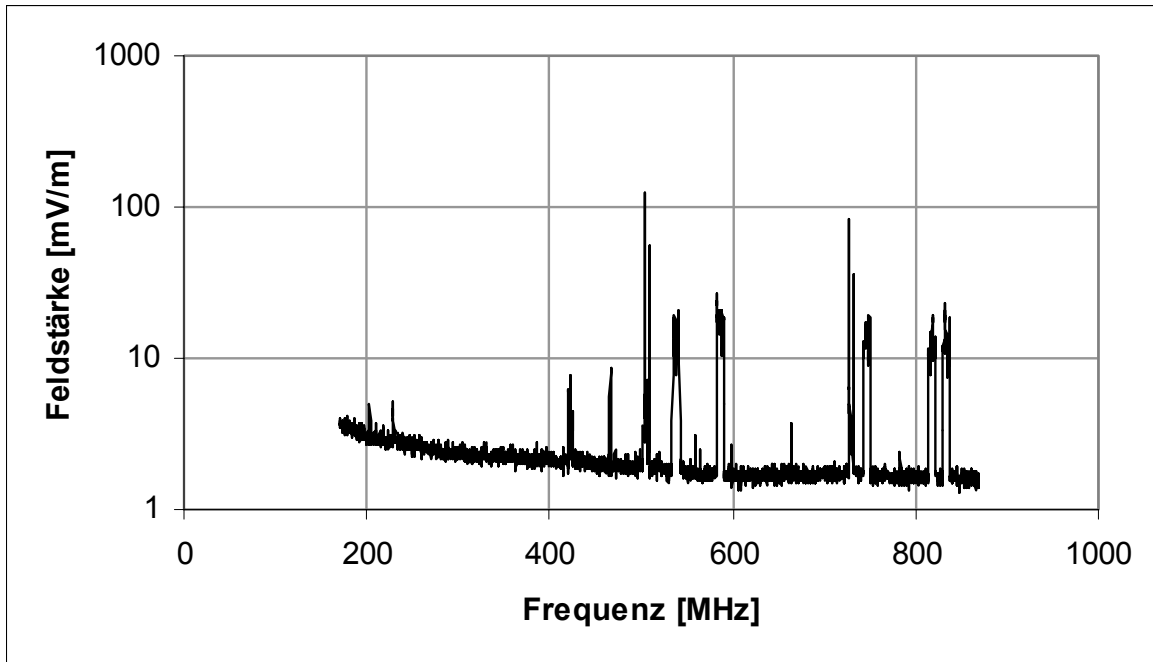
Messpunkt 01-1604	TV gesamt:	1985 mV/m
Dortmund, Baurat-Marx-Allee	TV analog:	1716 mV/m
16.03.2005, 11:38	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>1708 mV/m</i>
	TV digital:	998 mV/m
	TV Sonstige:	159 mV/m



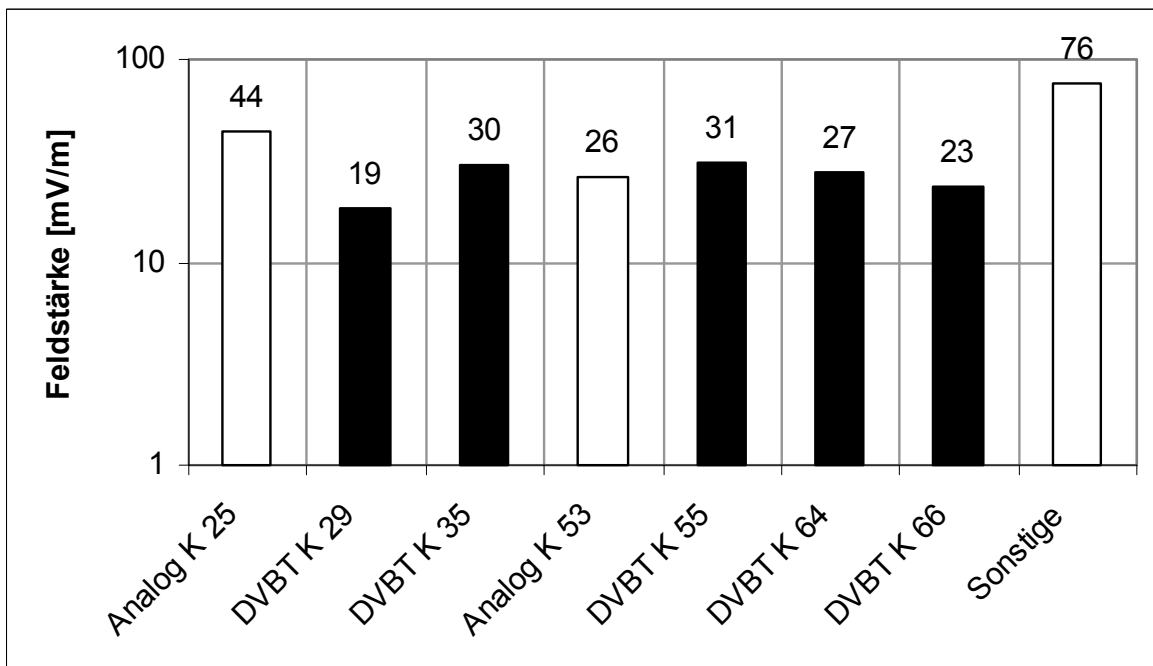
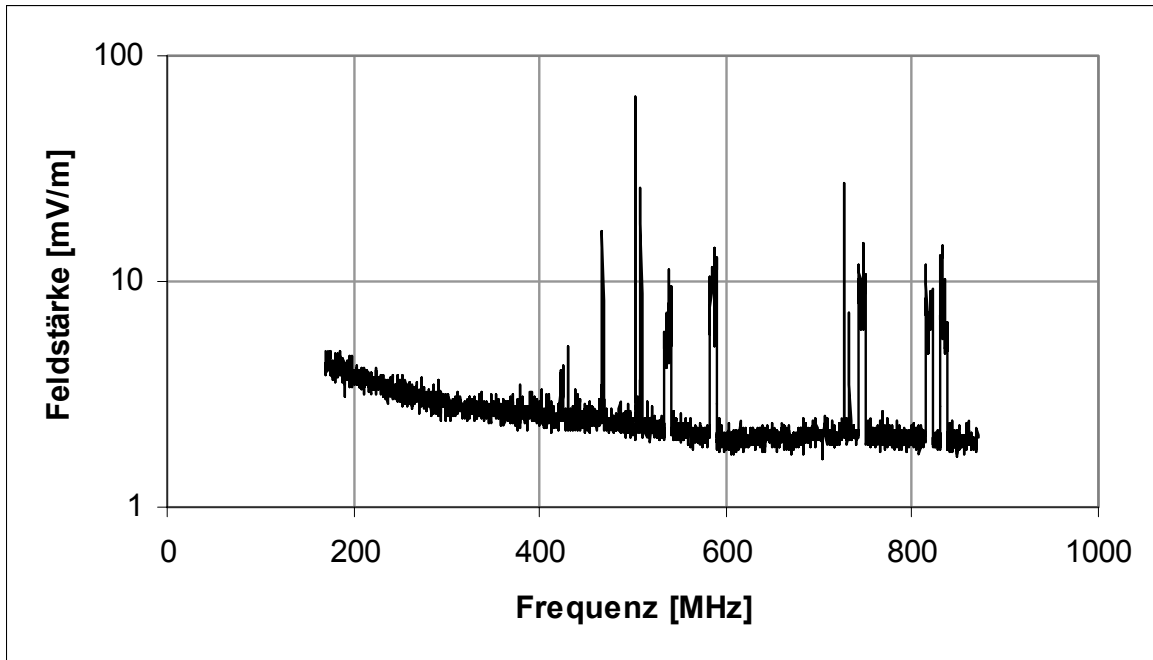
Messpunkt 02-1605	TV gesamt:	585 mV/m
Dortmund, Rathenaustr. 16.03.2005, 12:12	TV analog:	457 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	446 mV/m
	TV digital:	365 mV/m
	TV Sonstige:	92 mV/m



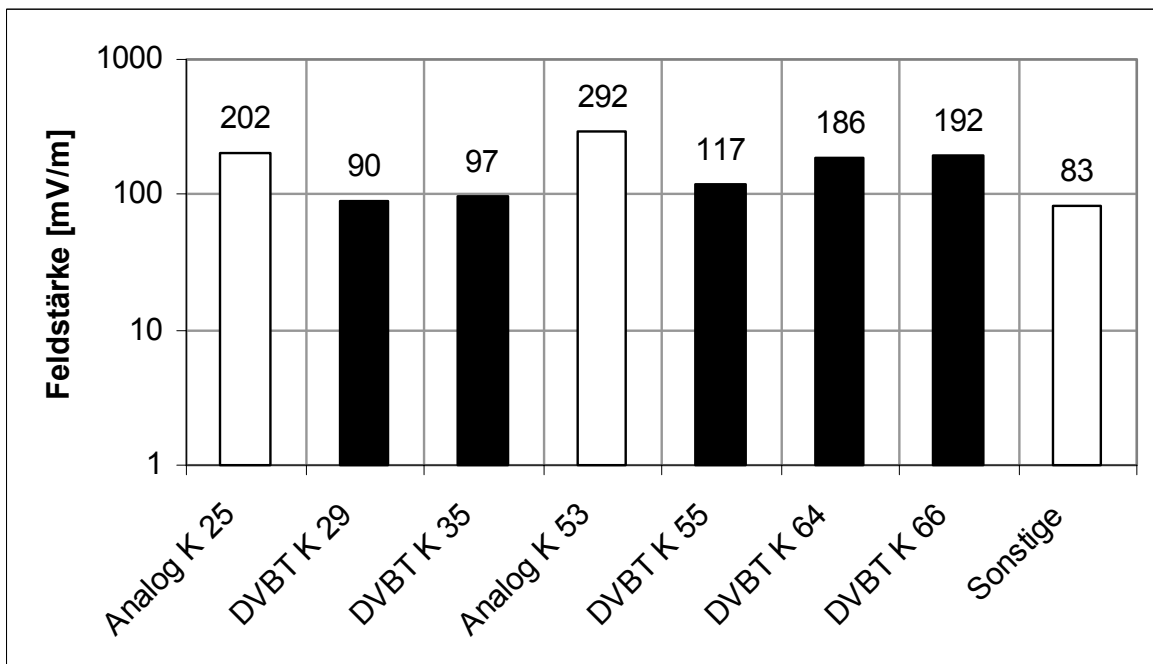
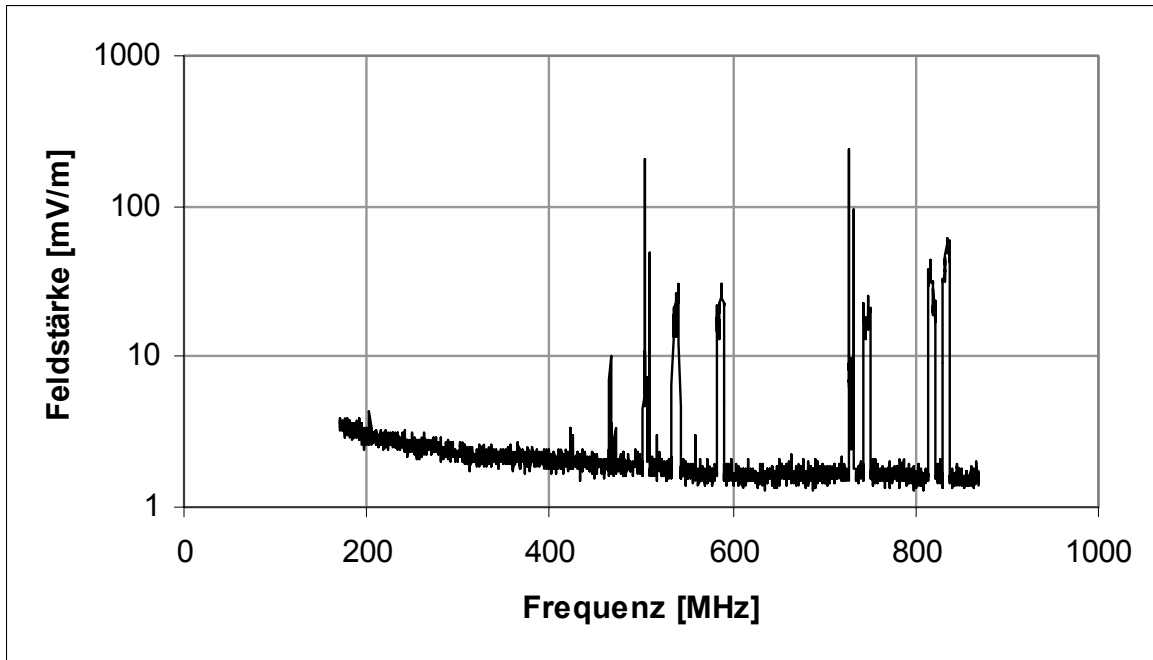
Messpunkt 03-1603	TV gesamt:	255 mV/m
Dortmund, Strobelallee	TV analog:	210 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	194 mV/m
16.03.2005, 11:22	TV digital:	144 mV/m
	TV Sonstige:	78 mV/m



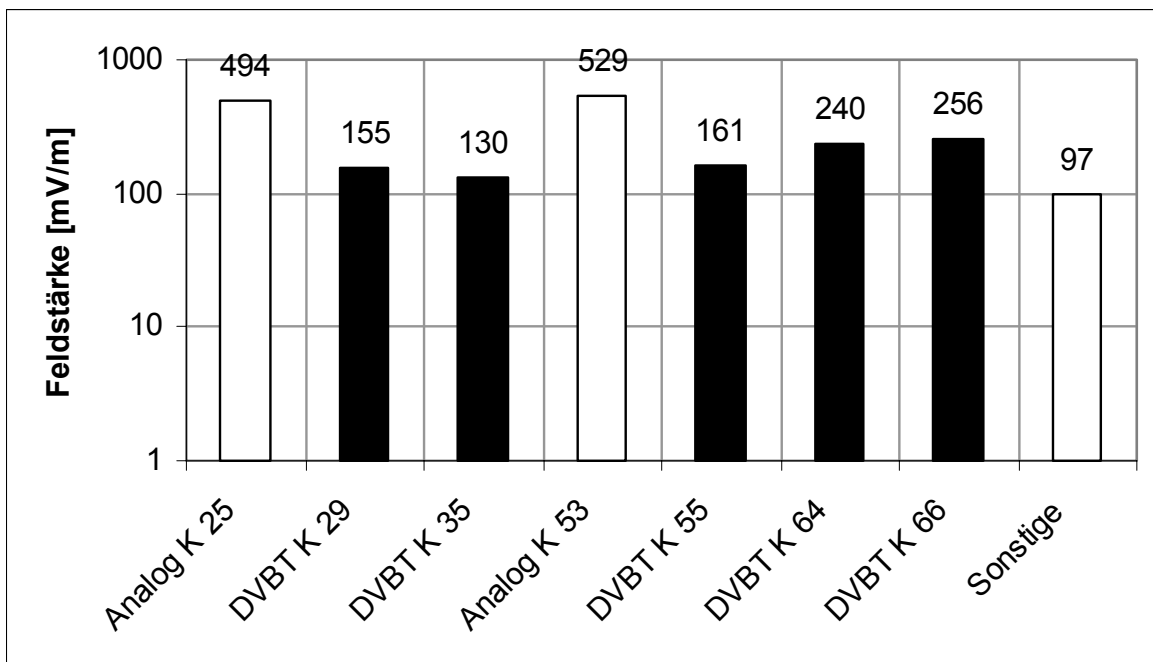
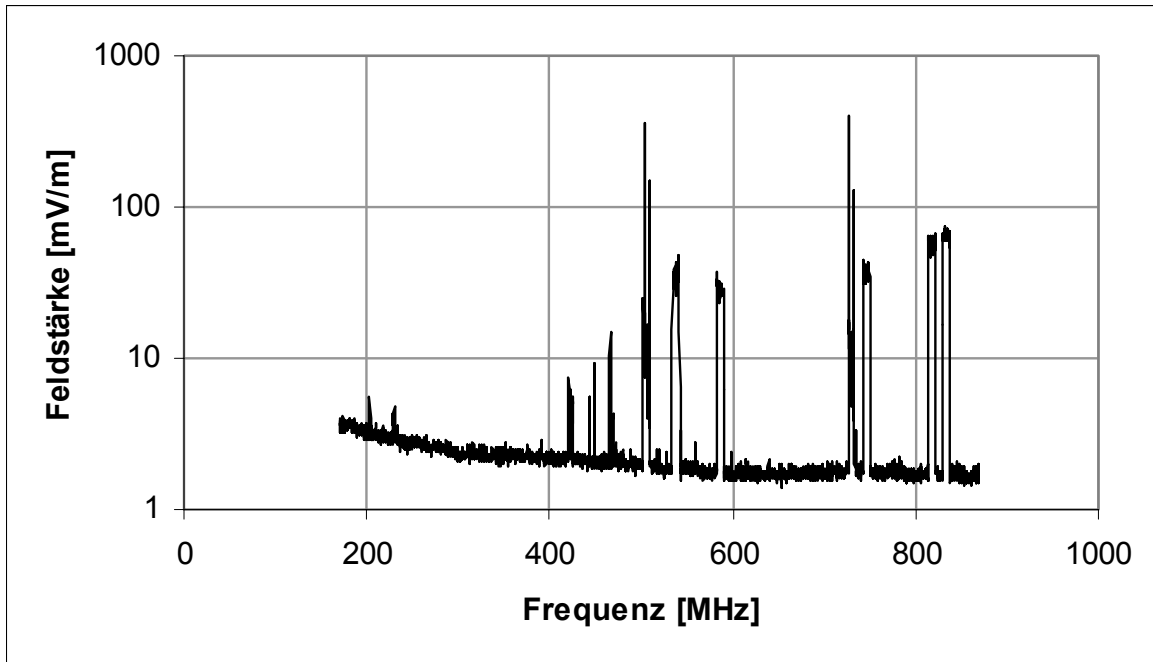
Messpunkt 04-1806	TV gesamt:	110 mV/m
Dortmund, Brackeler Str. 18.03.2005, 11:06	TV analog:	93 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>51 mV/m</i>
	TV digital:	59 mV/m
	TV Sonstige:	76 mV/m



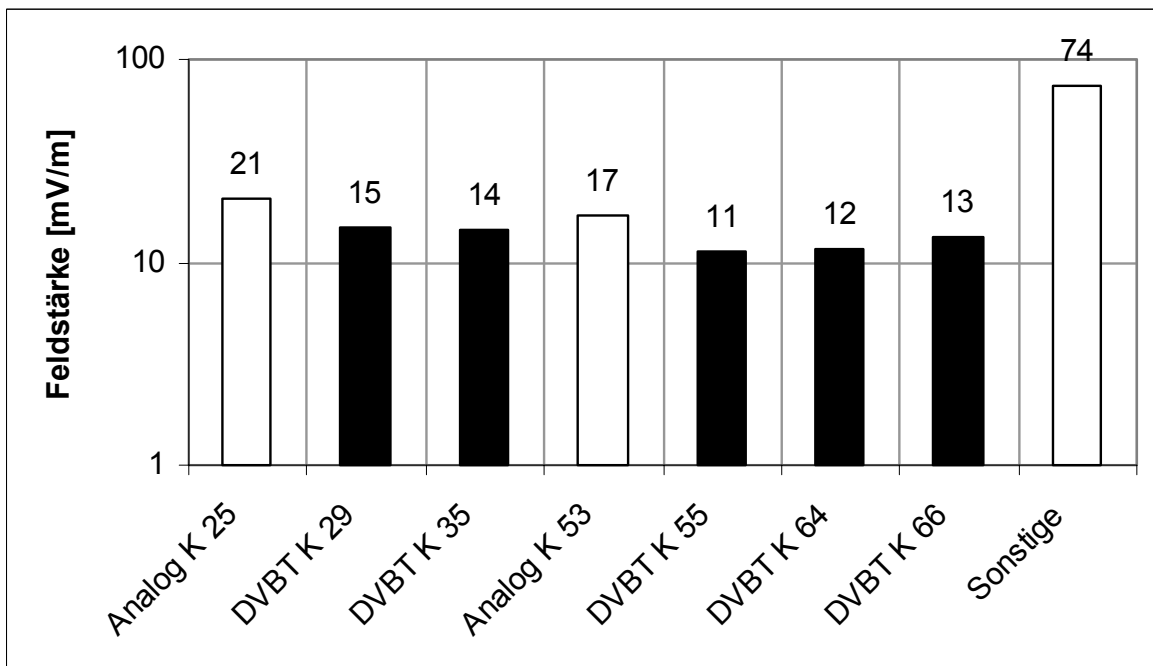
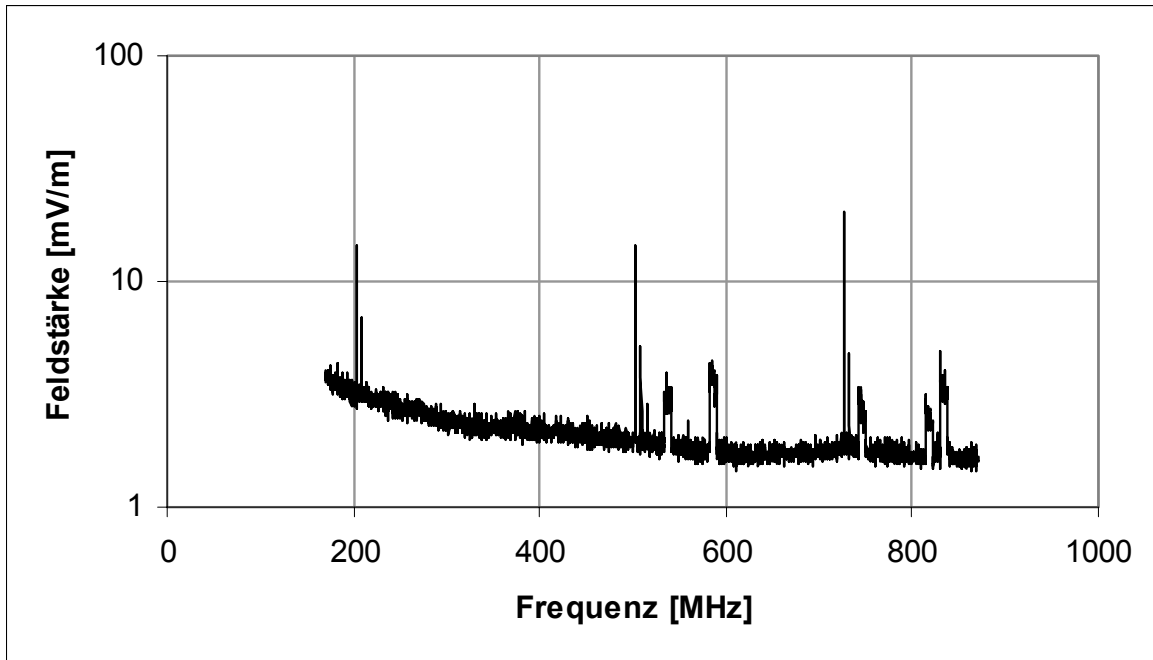
Messpunkt 05-1711	TV gesamt:	486 mV/m
Dortmund, Heideblick 17.03.2005, 12:00	TV analog:	365 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>355 mV/m</i>
	TV digital:	321 mV/m
	TV Sonstige:	83 mV/m



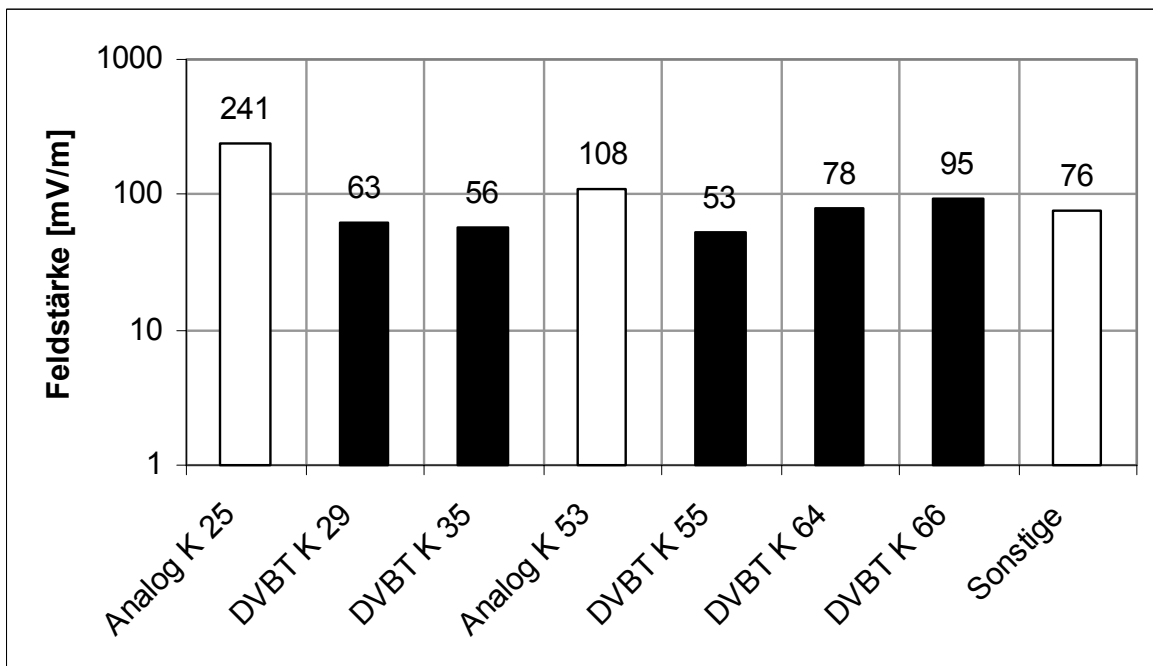
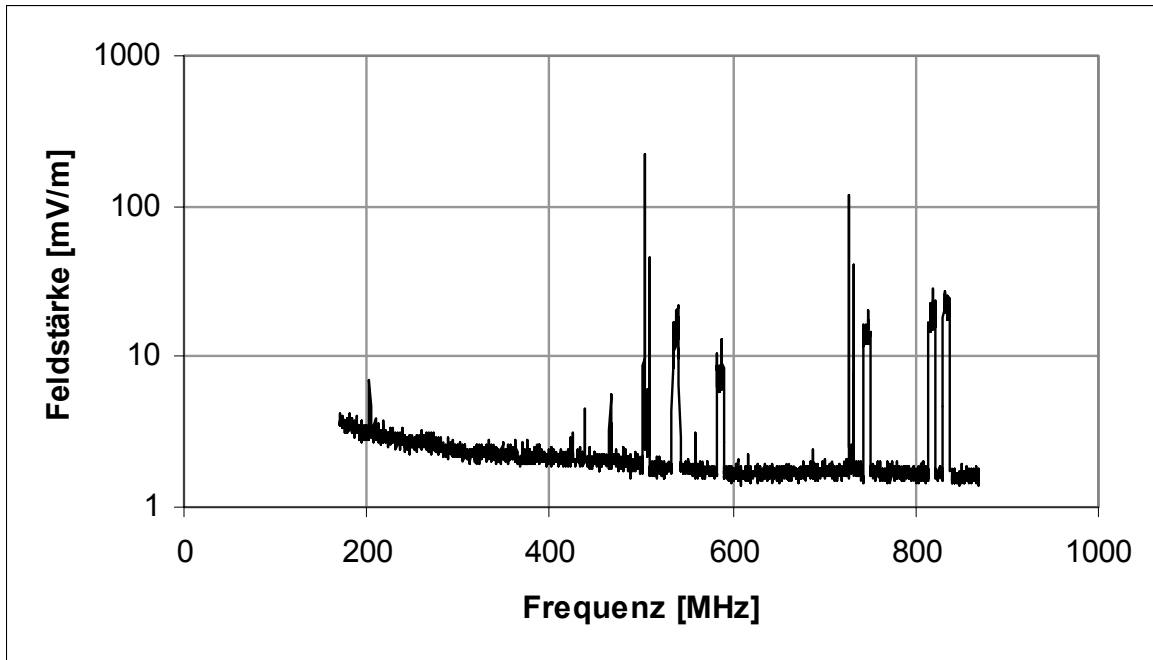
Messpunkt 06-1602	TV gesamt:	850 mV/m
Dortmund, Emil-Figge-Str. 16.03.2005, 10:57	TV analog:	730 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>723 mV/m</i>
	TV digital:	436 mV/m
	TV Sonstige:	97 mV/m



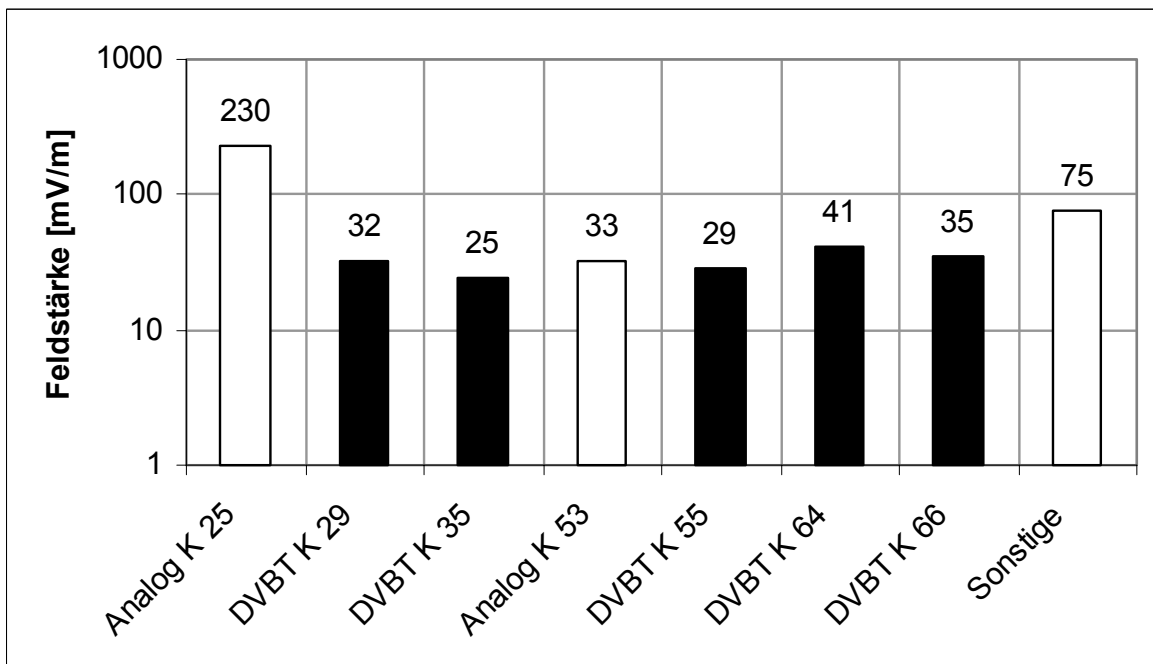
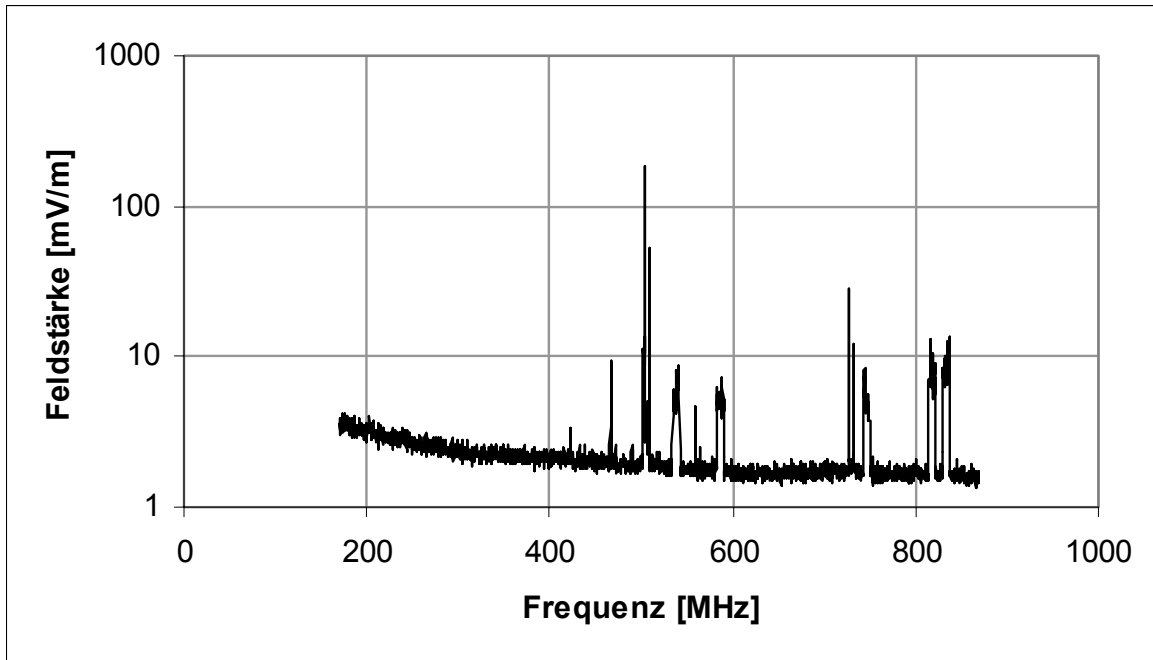
Messpunkt 07-1707	TV gesamt:	86 mV/m
Dortmund, Lüttringhauser Str. 17.03.2005, 11:10	TV analog:	81 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	27 mV/m
	TV digital:	29 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



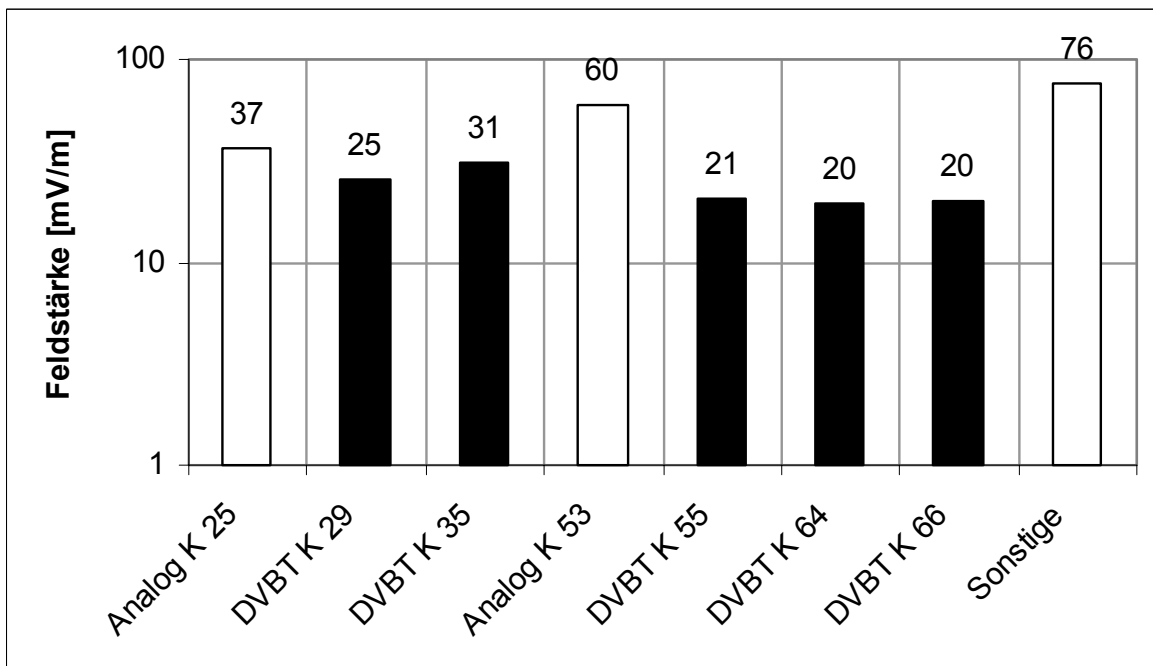
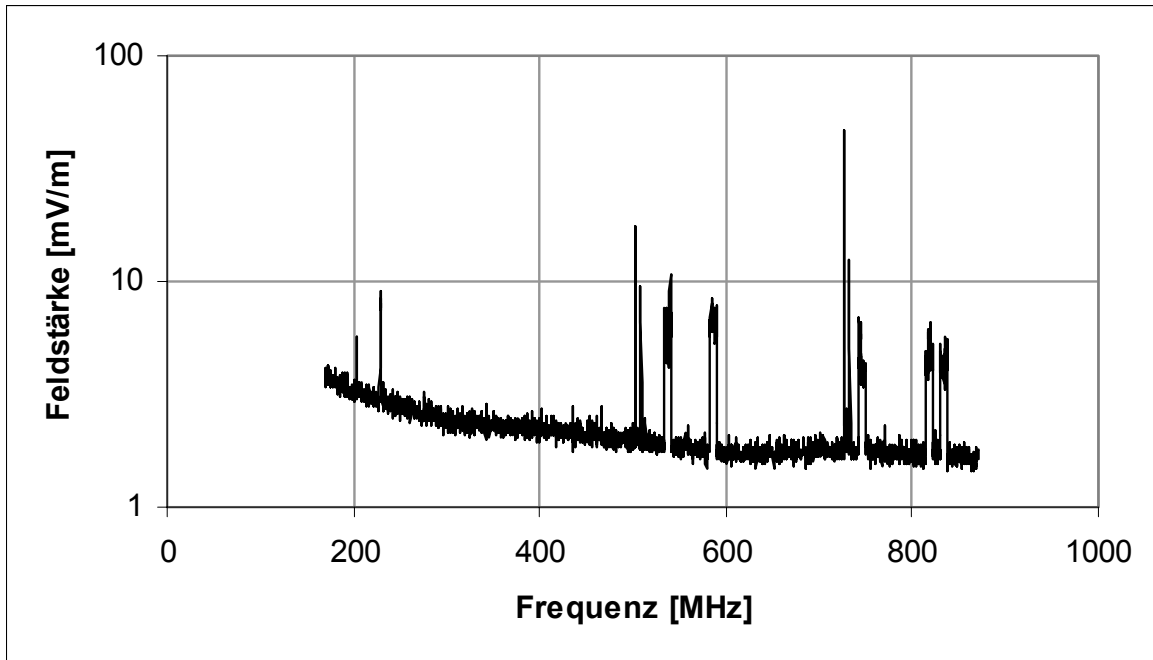
Messpunkt 08-1613	TV gesamt:	317 mV/m
Dortmund, Hafenbrücke	TV analog:	275 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	264 mV/m
16.03.2005, 14:28	TV digital:	158 mV/m
	TV Sonstige:	76 mV/m



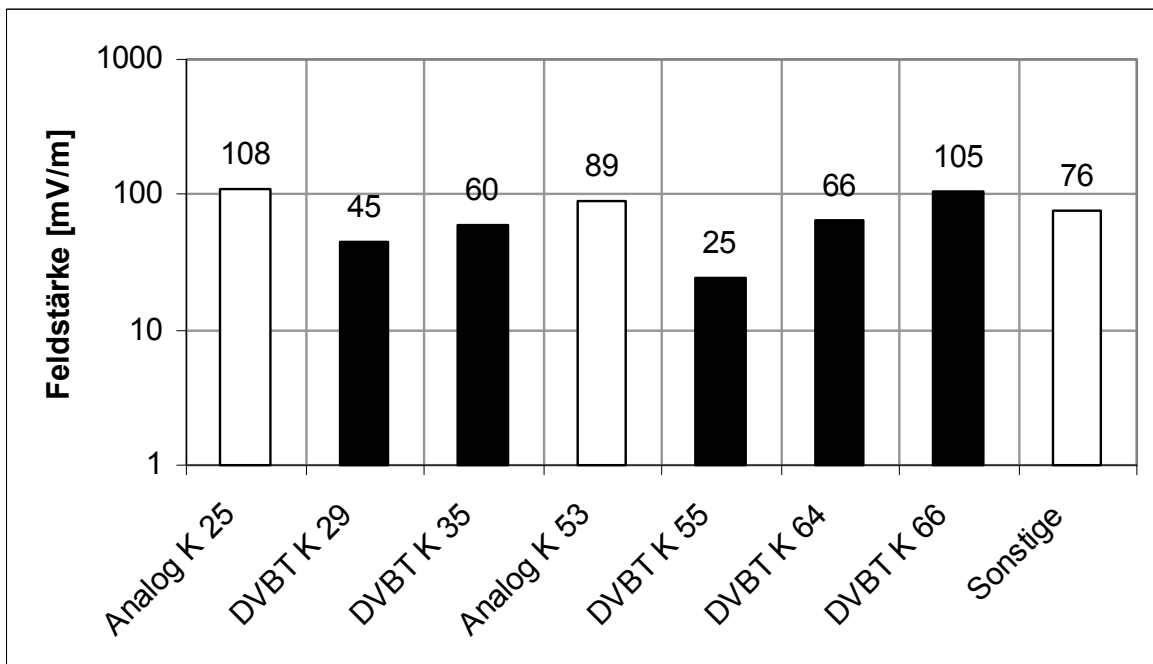
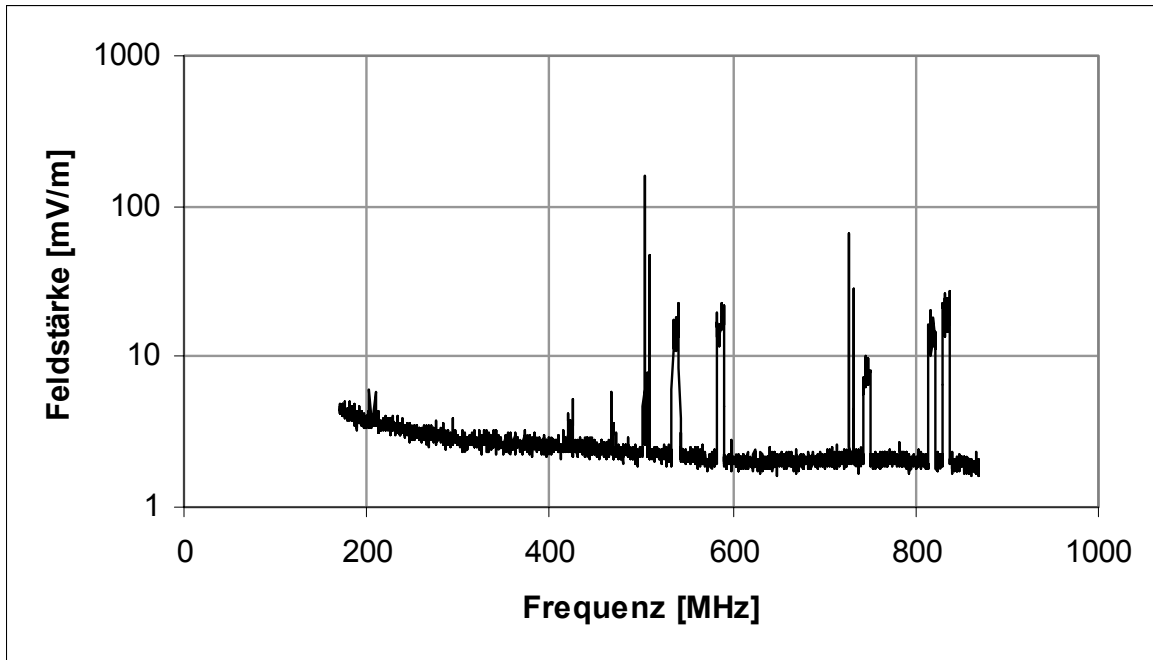
Messpunkt 09-1814	TV gesamt:	255 mV/m
Dortmund, Wittener Str.	TV analog:	244 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	232 mV/m
18.03.2005, 12:52	TV digital:	74 mV/m
	TV Sonstige:	75 mV/m



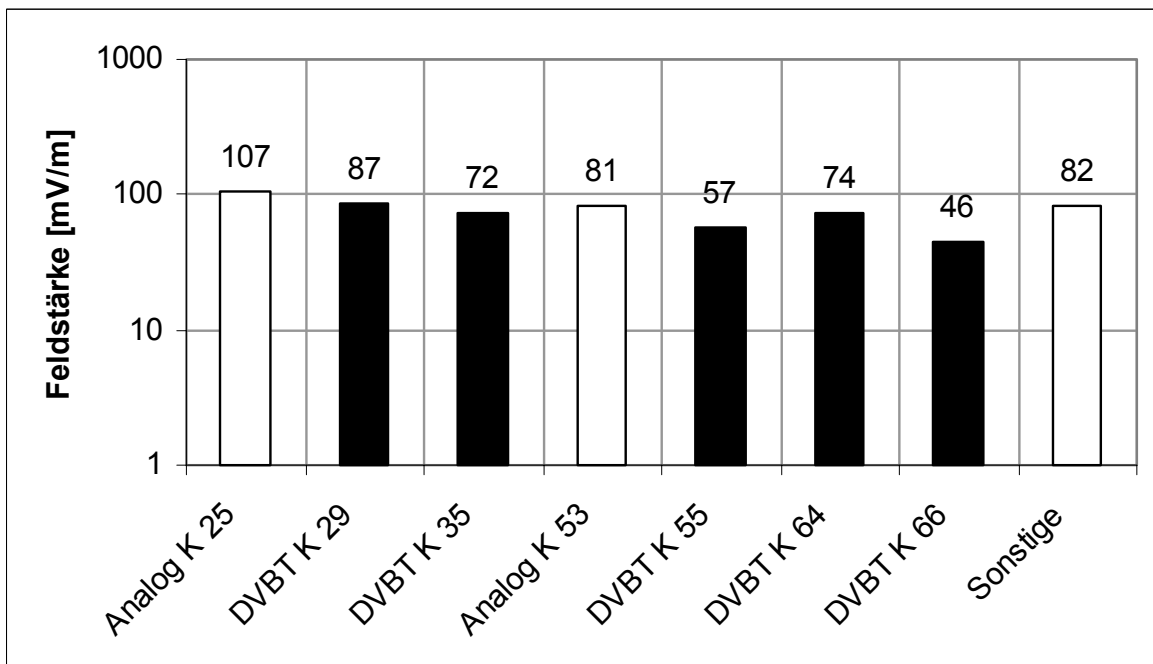
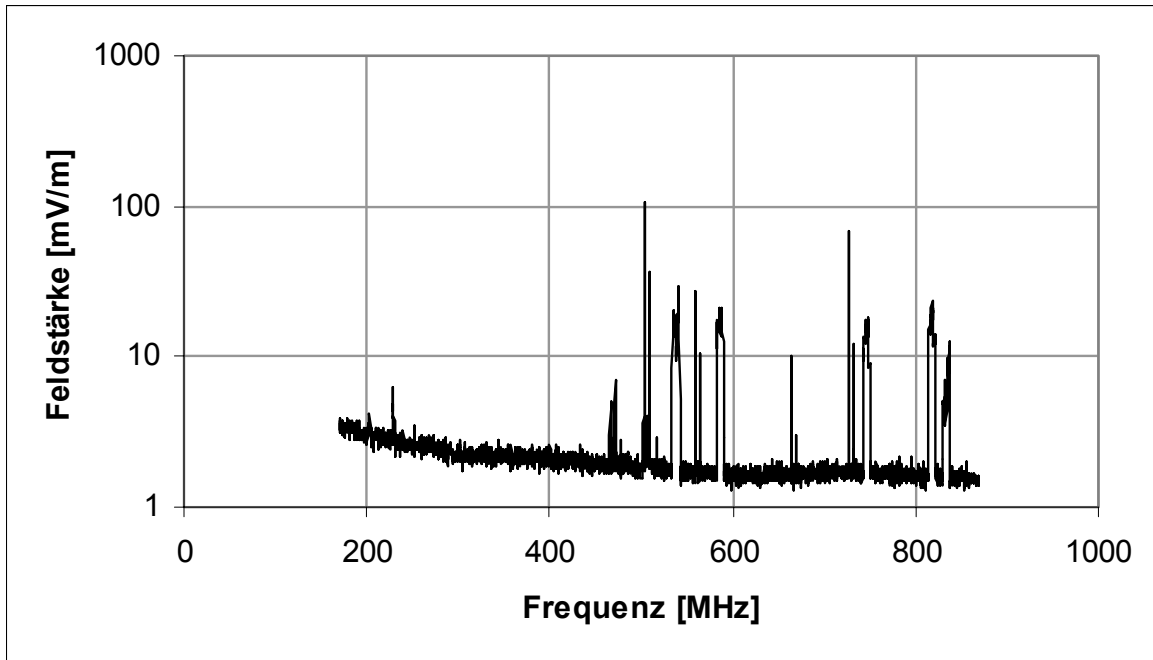
Messpunkt 10-1606	TV gesamt:	117 mV/m
Dortmund, Bergmeisterstr. 16.03.2005, 12:25	TV analog:	104 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	70 mV/m
	TV digital:	53 mV/m
	TV Sonstige:	76 mV/m



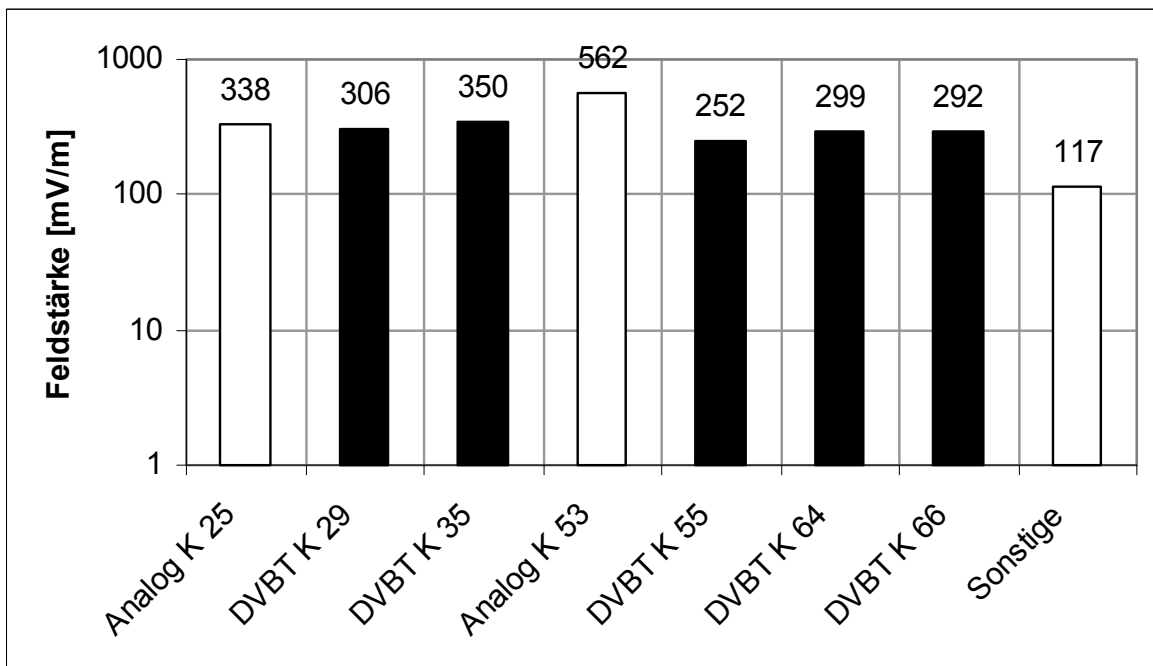
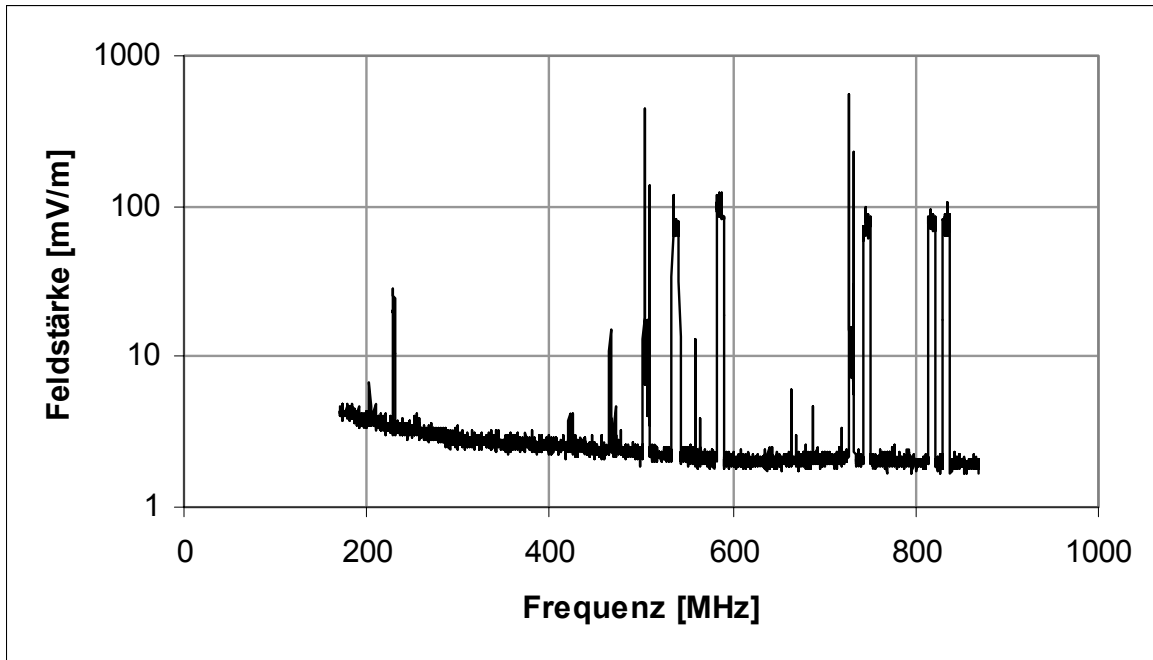
Messpunkt 11-1612	TV gesamt:	217 mV/m
Dortmund, Burgholzstr. 16.03.2005, 14:13	TV analog:	160 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>140 mV/m</i>
	TV digital:	147 mV/m
	TV Sonstige:	76 mV/m



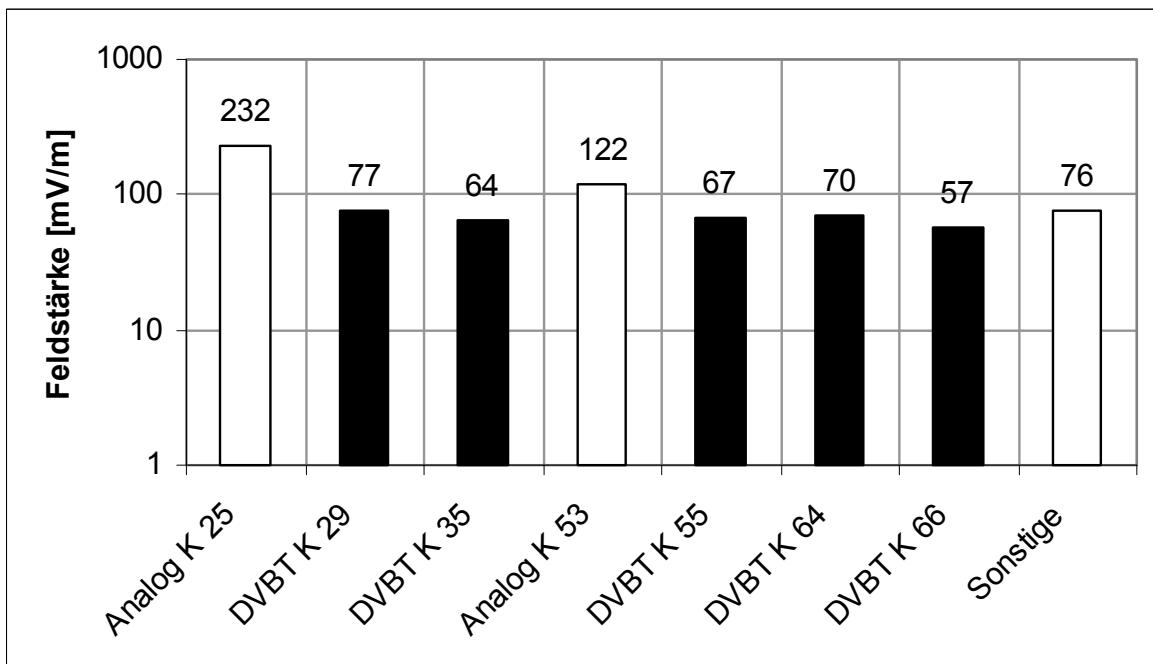
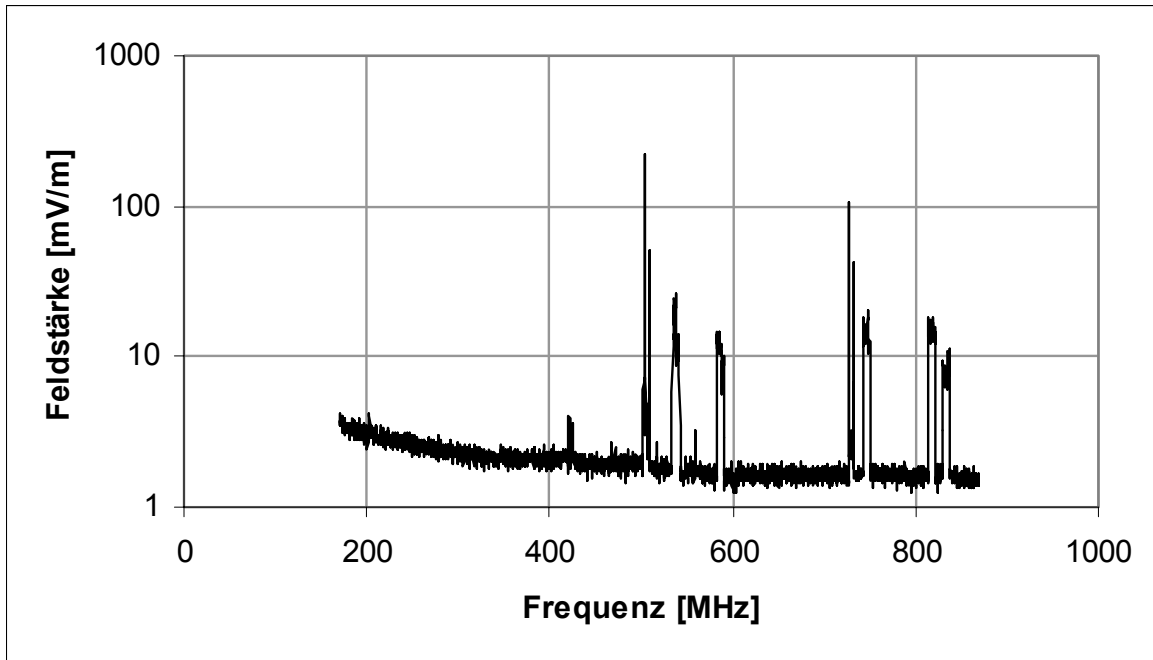
Messpunkt 12-1710	TV gesamt:	220 mV/m
Dortmund, Hagener Str. 17.03.2005, 11:49	TV analog:	158 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>134 mV/m</i>
	TV digital:	154 mV/m
	TV Sonstige:	82 mV/m



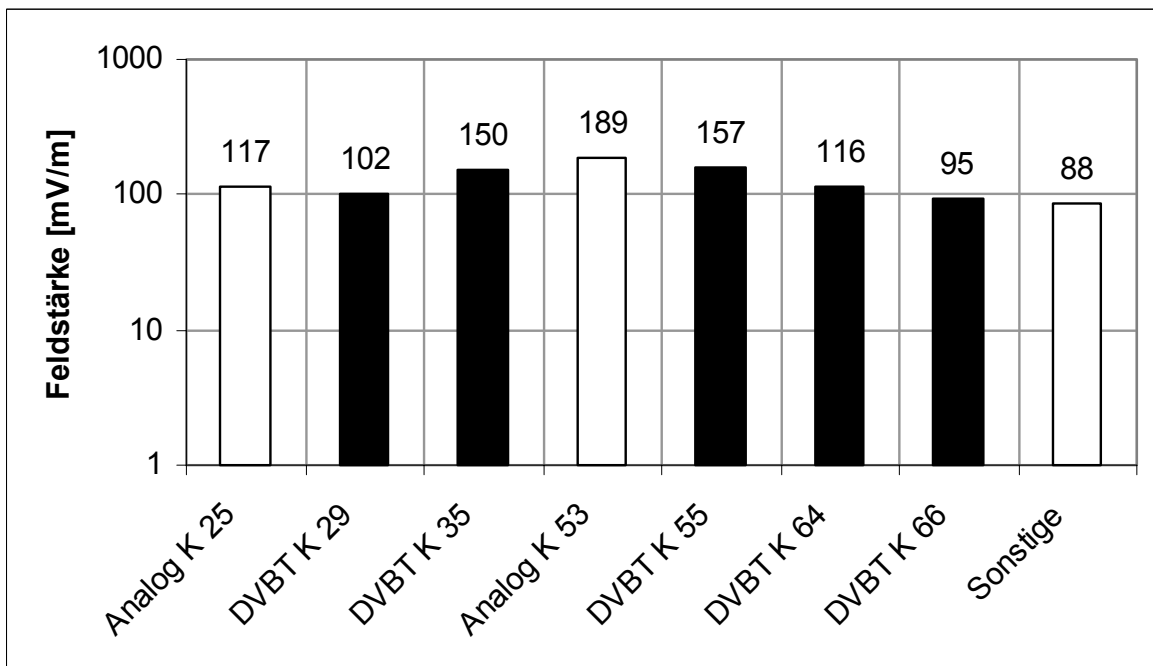
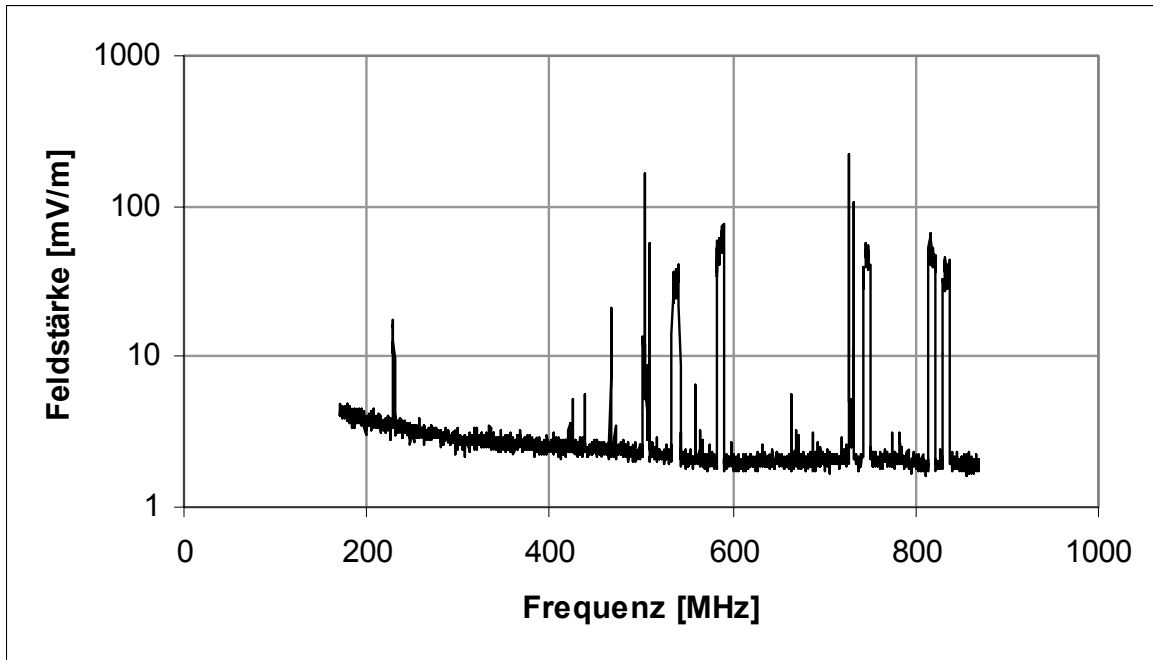
Messpunkt 13-1714	TV gesamt:	947 mV/m
Dortmund, Ringelohstr. 17.03.2005, 12:35	TV analog:	666 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>656 mV/m</i>
	TV digital:	674 mV/m
	TV Sonstige:	117 mV/m



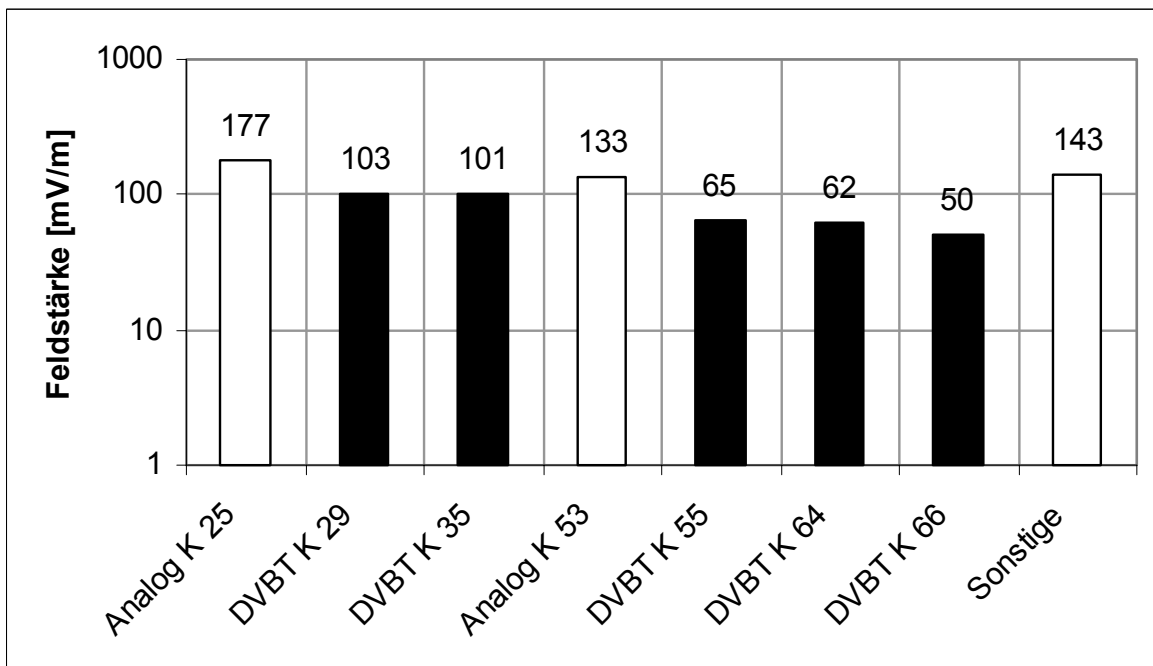
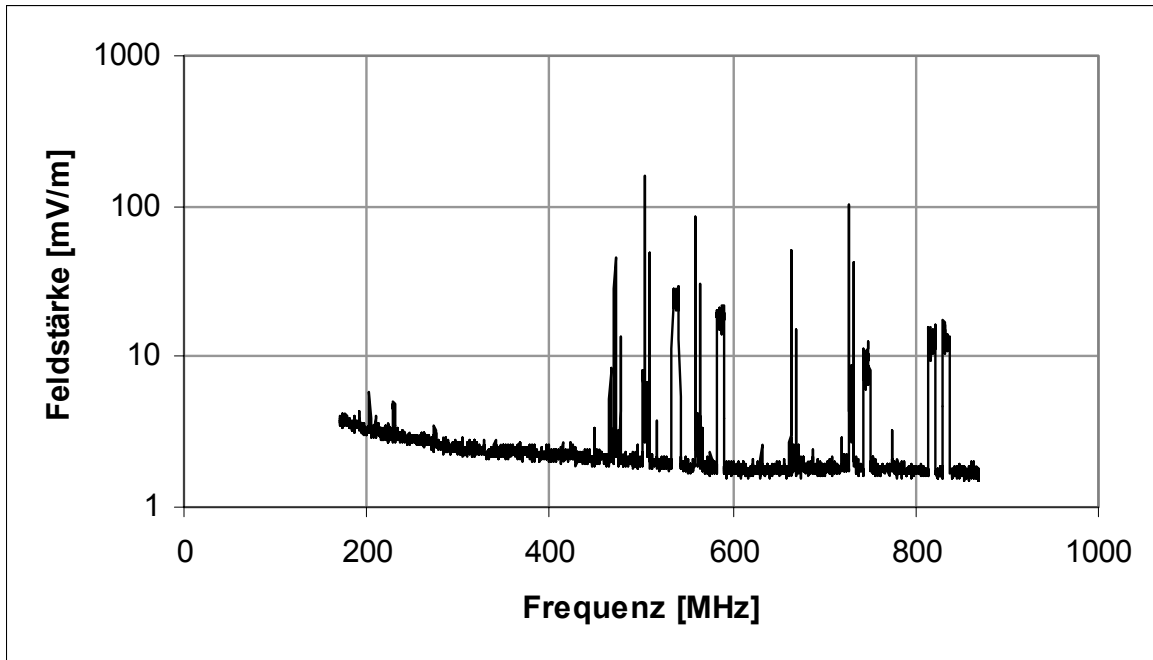
Messpunkt 14-1706	TV gesamt:	312 mV/m
Dortmund, Stockumer Str. 17.03.2005, 10:55	TV analog:	273 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	262 mV/m
	TV digital:	151 mV/m
	TV Sonstige:	76 mV/m



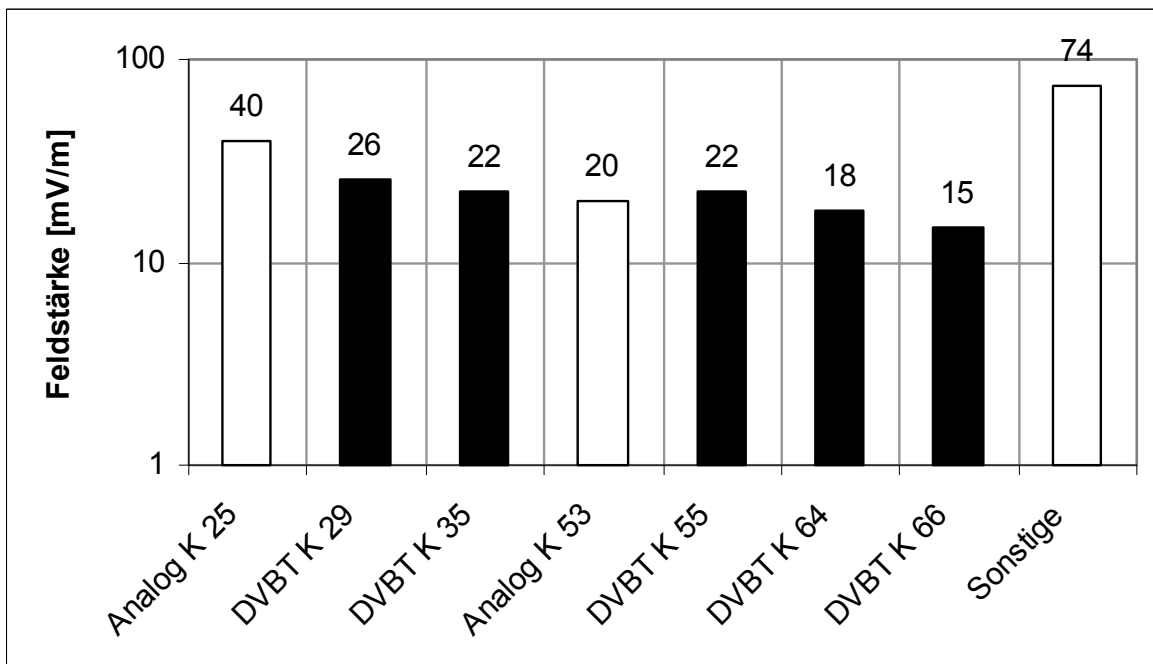
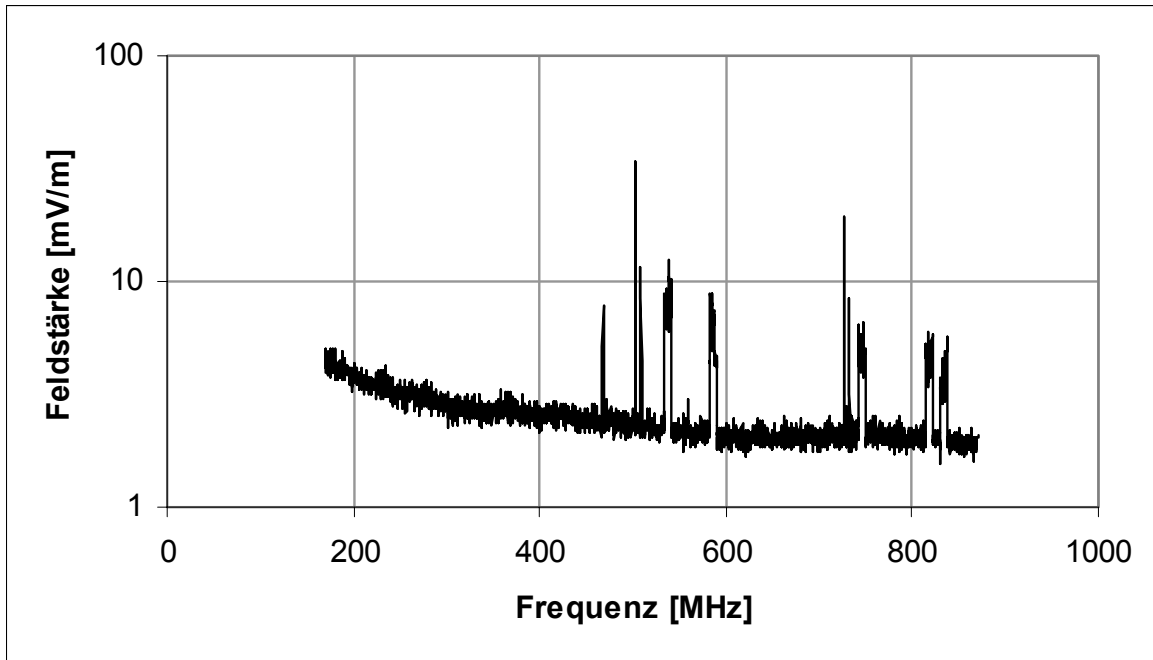
Messpunkt 15-1712	TV gesamt:	370 mV/m
Dortmund, Wittbränder Str. 17.03.2005, 12:17	TV analog:	239 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	222 mV/m
	TV digital:	283 mV/m
	TV Sonstige:	88 mV/m



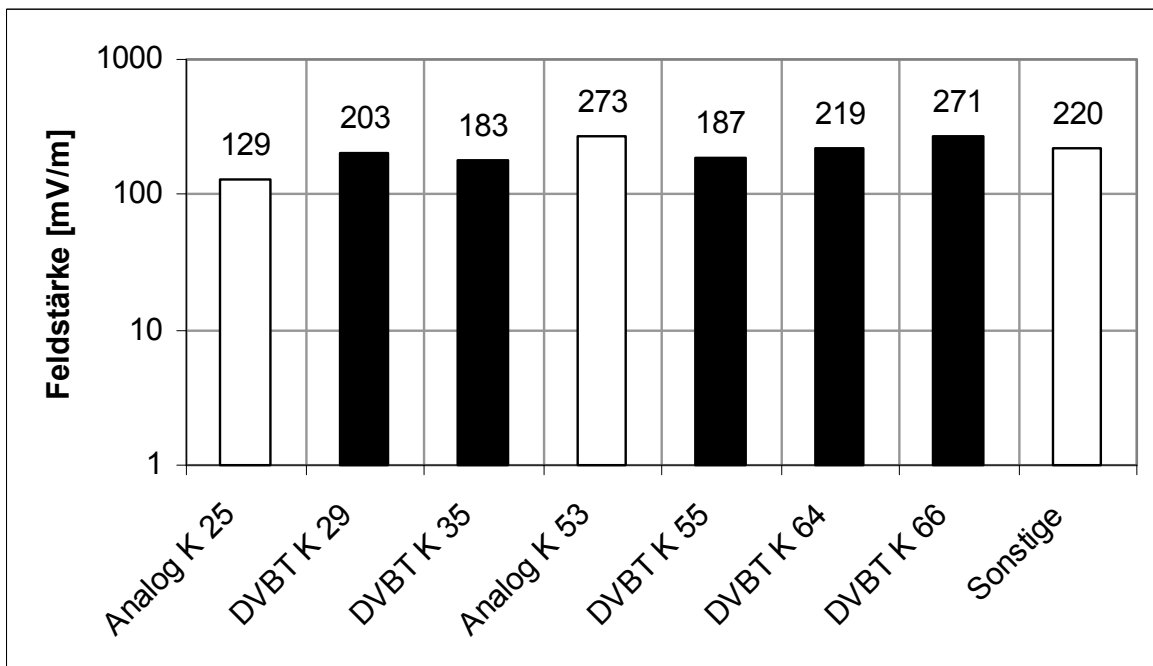
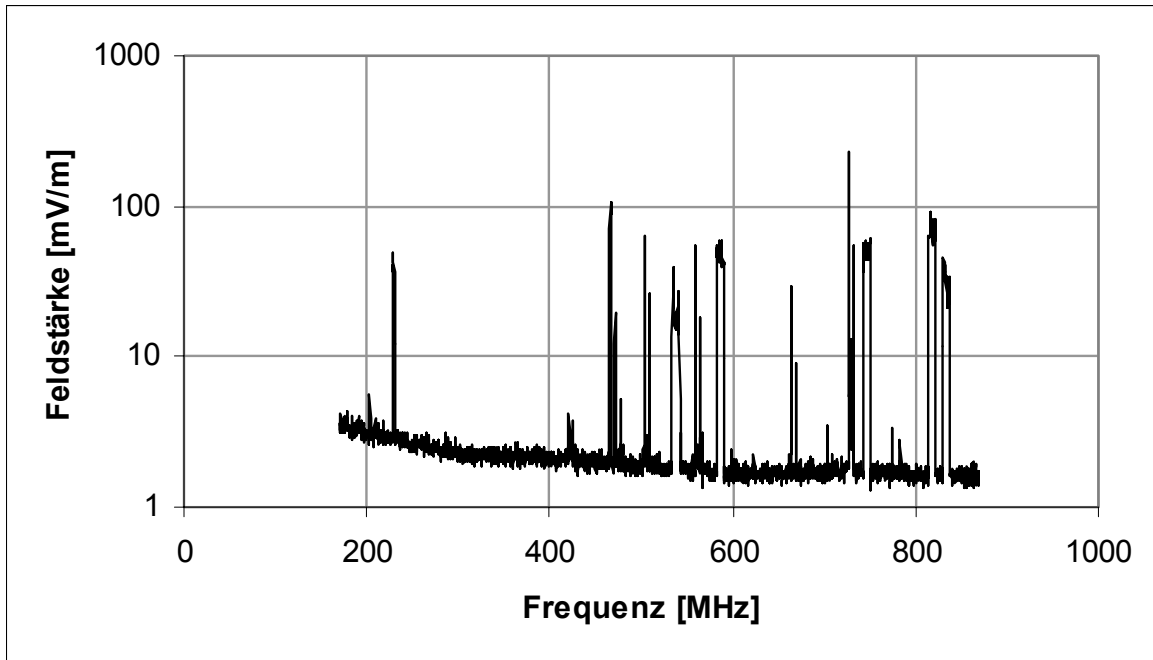
Messpunkt 16-1708	TV gesamt:	318 mV/m
Dortmund, Blickstr.	TV analog:	264 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	221 mV/m
17.03.2005, 11:21	TV digital:	177 mV/m
	TV Sonstige:	143 mV/m



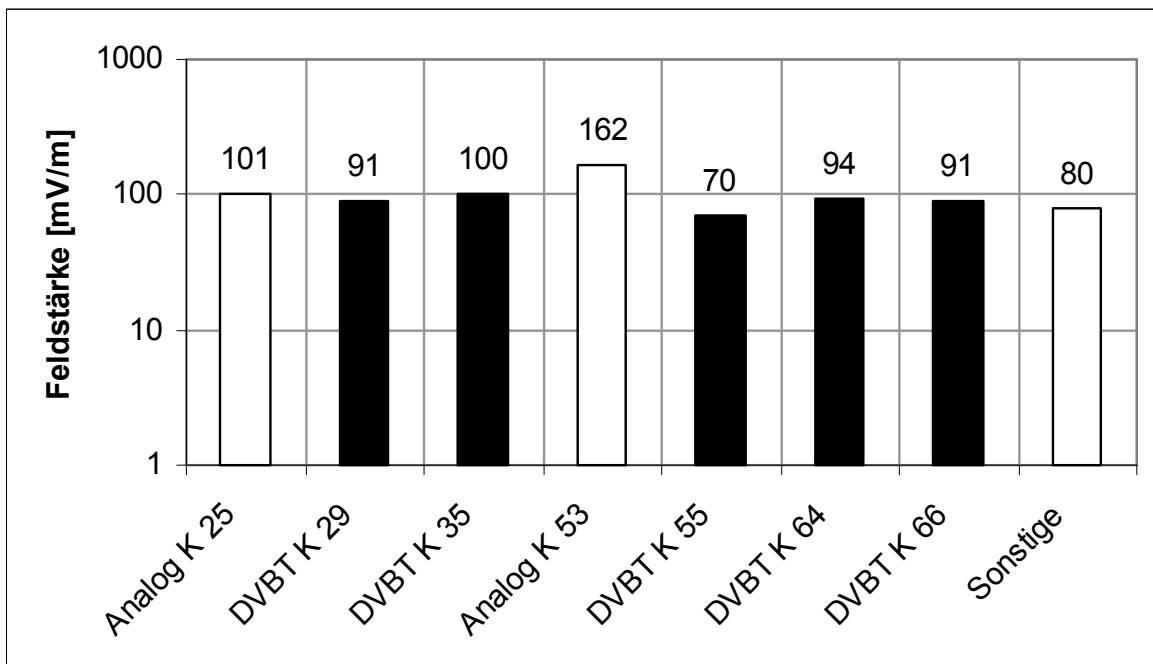
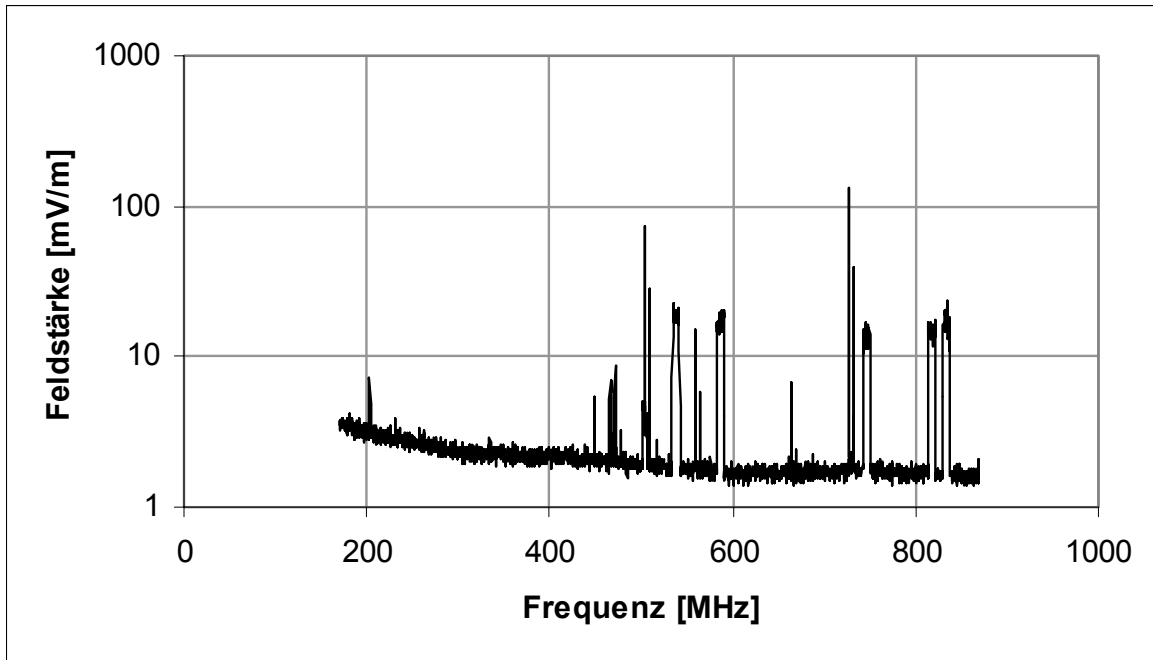
Messpunkt 17-1810	TV gesamt:	99 mV/m
Dortmund, Deusener Str. 18.03.2005, 11:58	TV analog:	87 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	45 mV/m
	TV digital:	47 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



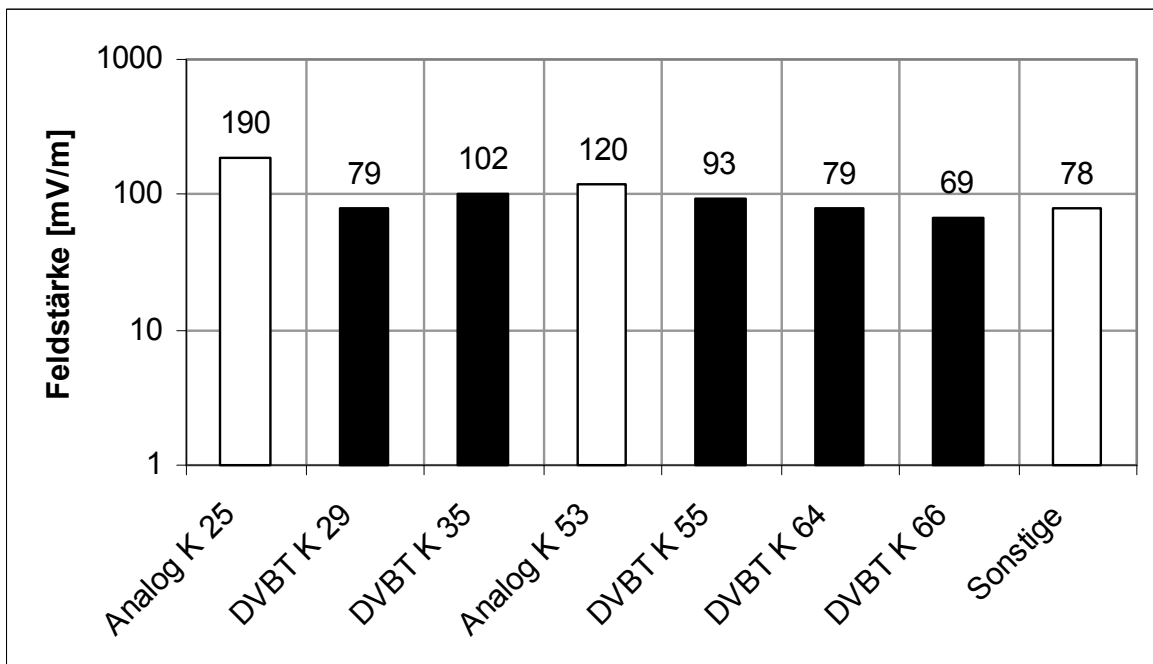
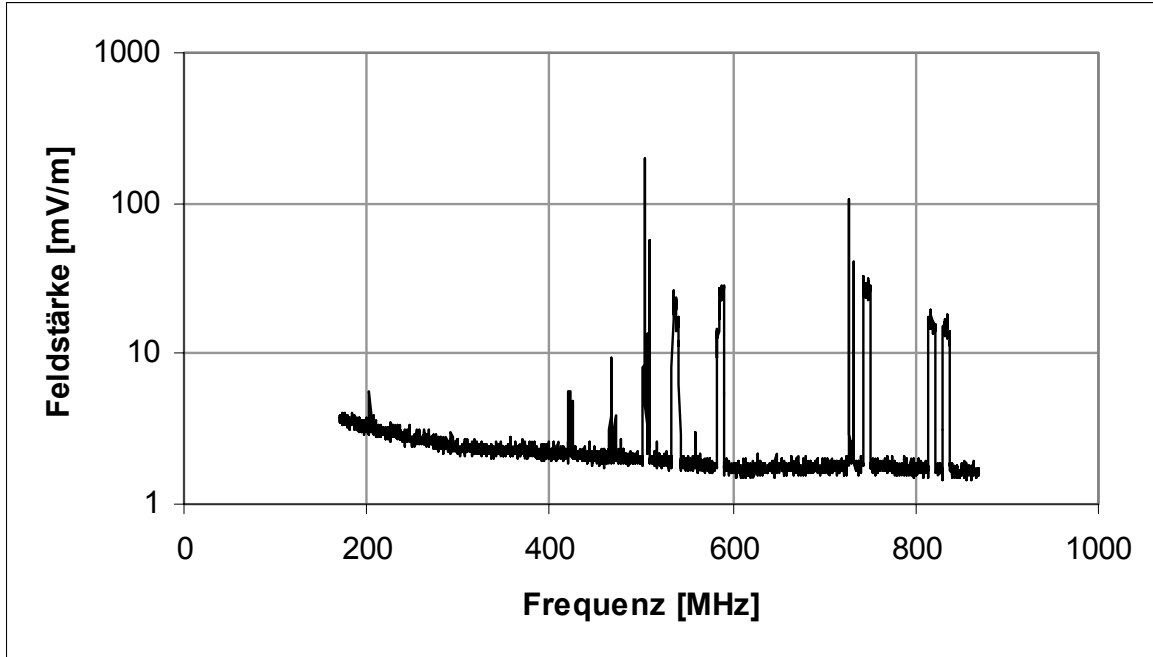
Messpunkt 18-1713	TV gesamt:	609 mV/m
Dortmund, Höchstener Str.	TV analog:	373 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	302 mV/m
17.03.2005, 12:24	TV digital:	481 mV/m
	TV Sonstige:	220 mV/m



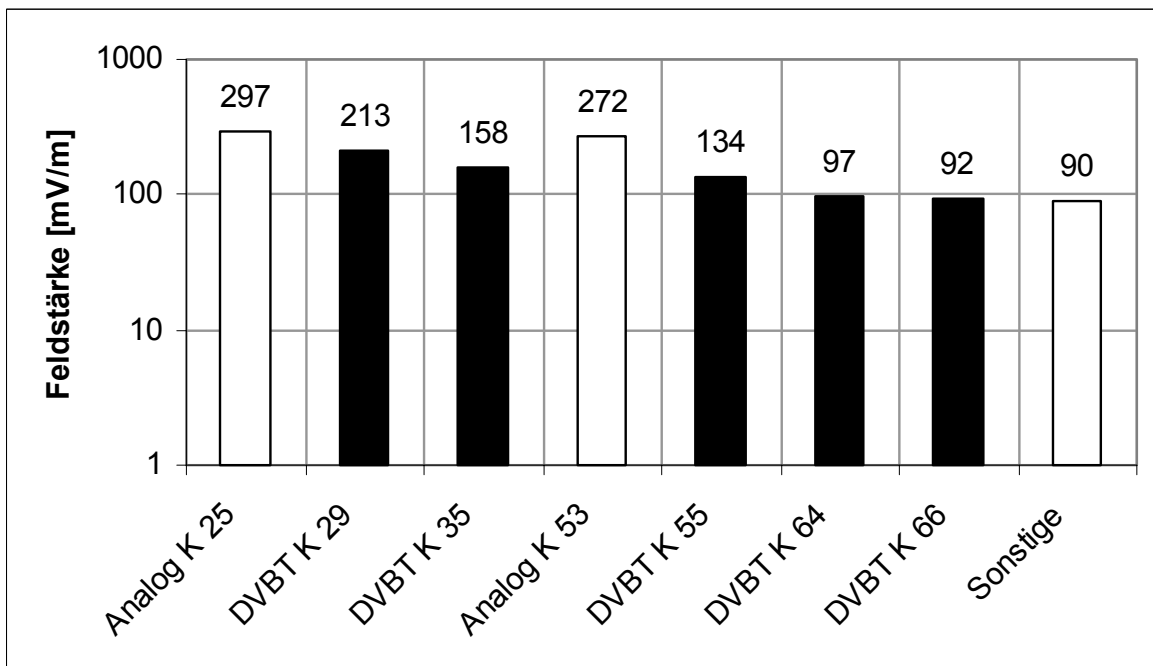
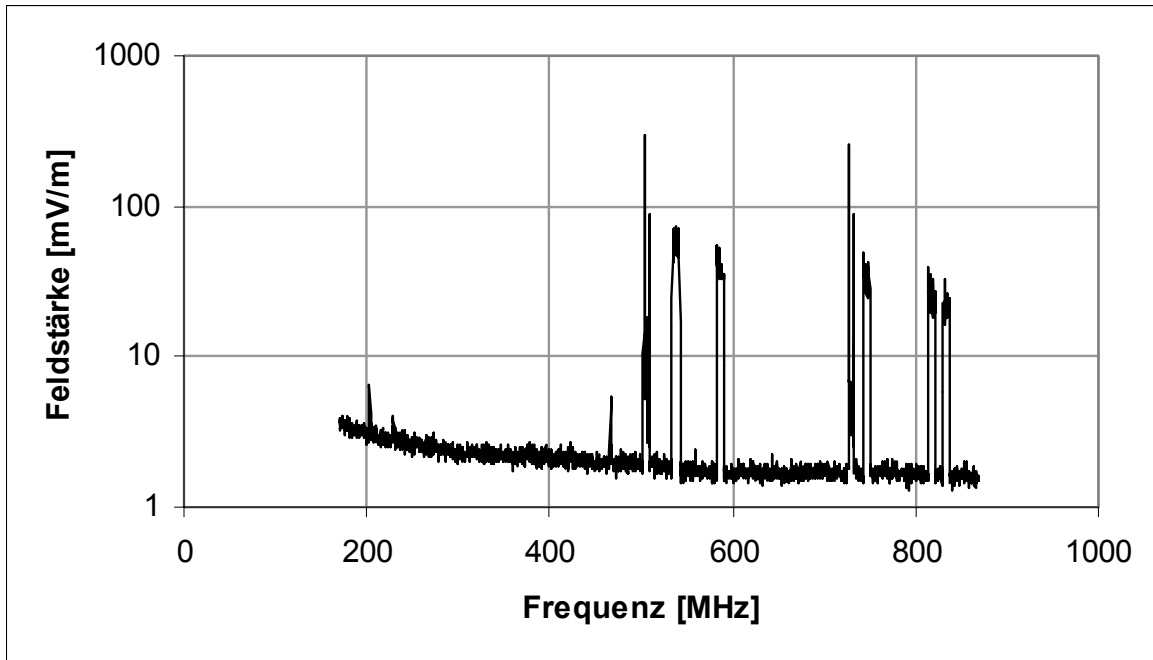
Messpunkt 19-1601	TV gesamt:	289 mV/m
Dortmund, Tidbaldweg 16.03.2005, 10:14	TV analog:	208 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>191 mV/m</i>
	TV digital:	201 mV/m
	TV Sonstige:	80 mV/m



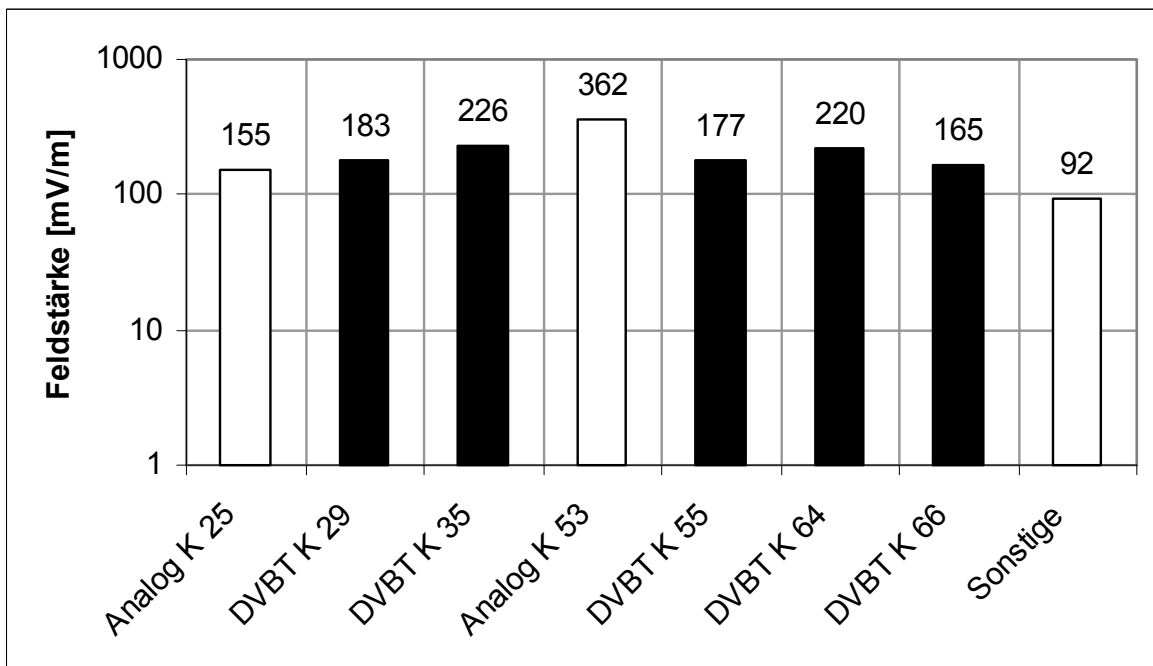
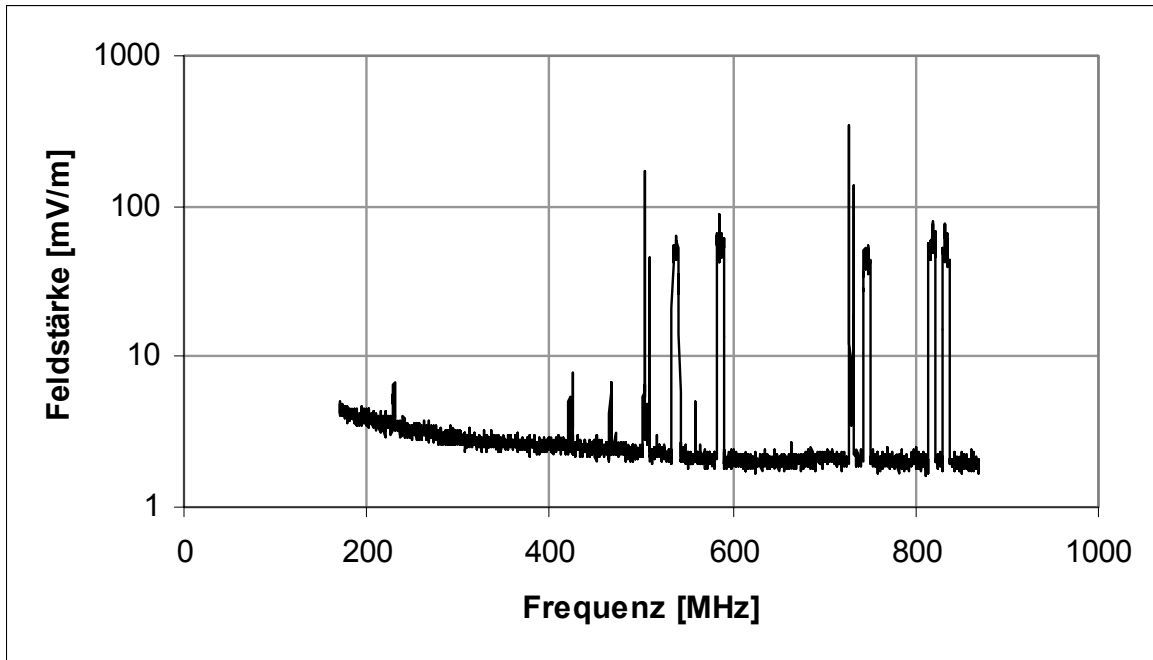
Messpunkt 20-1813	TV gesamt:	305 mV/m
Dortmund, Wischlinger Weg 18.03.2005, 12:38	TV analog:	238 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	224 mV/m
	TV digital:	191 mV/m
	TV Sonstige:	78 mV/m



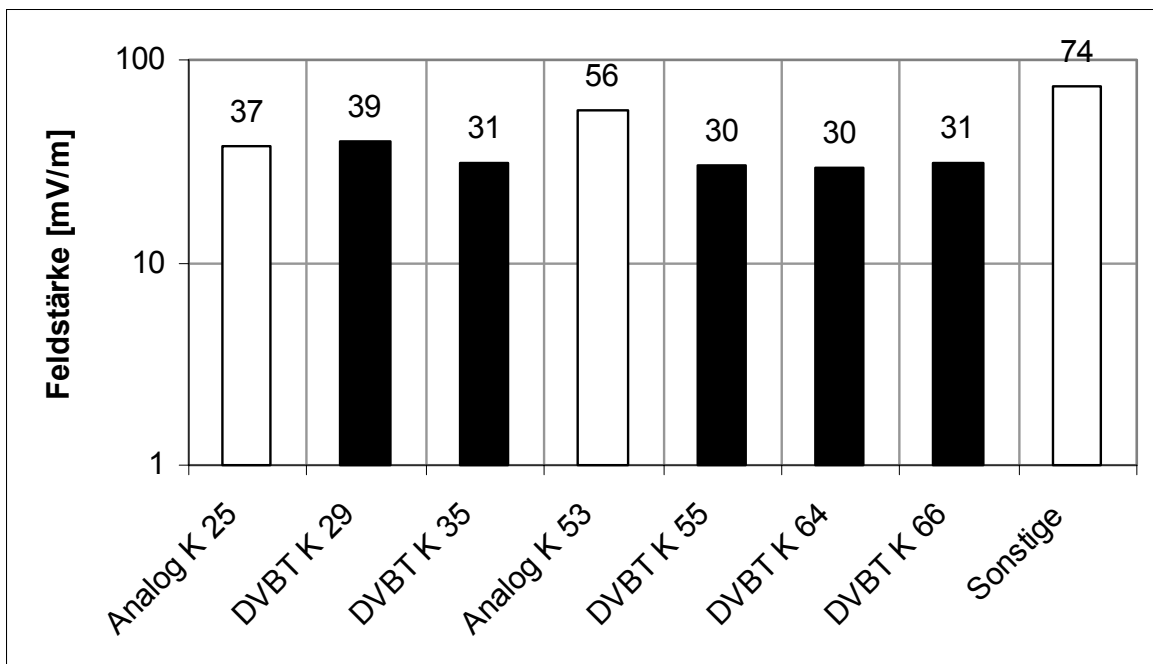
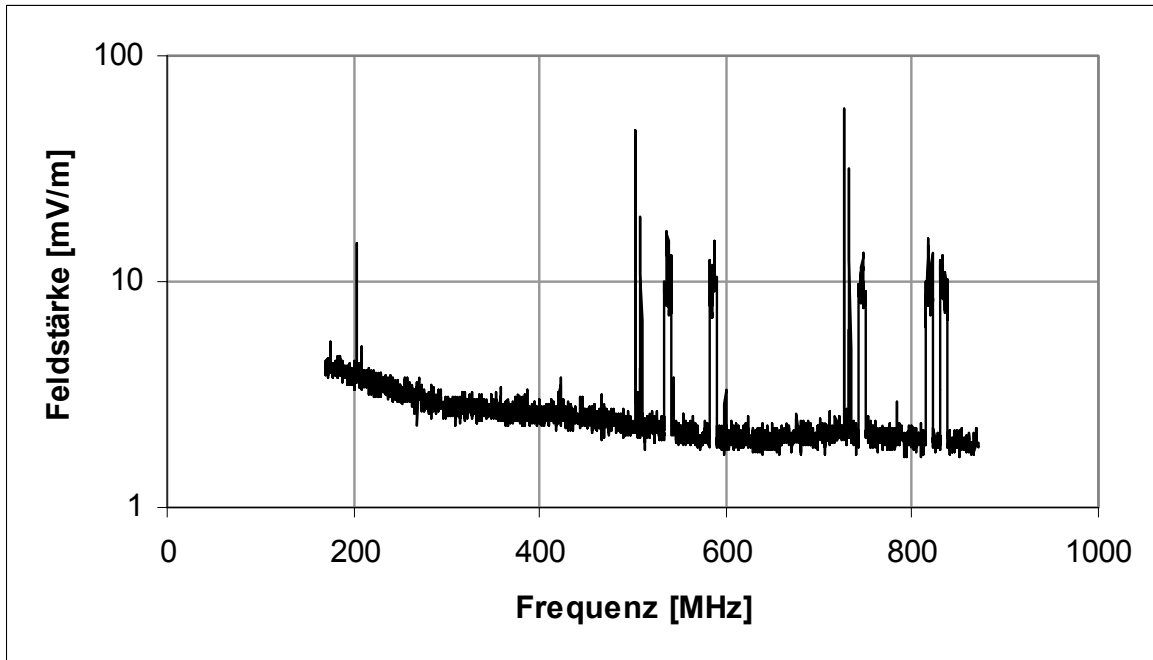
Messpunkt 21-1807	TV gesamt:	526 mV/m
Dortmund, Flughafenstr. 18.03.2005, 11:18	TV analog:	413 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	403 mV/m
	TV digital:	325 mV/m
	TV Sonstige:	90 mV/m



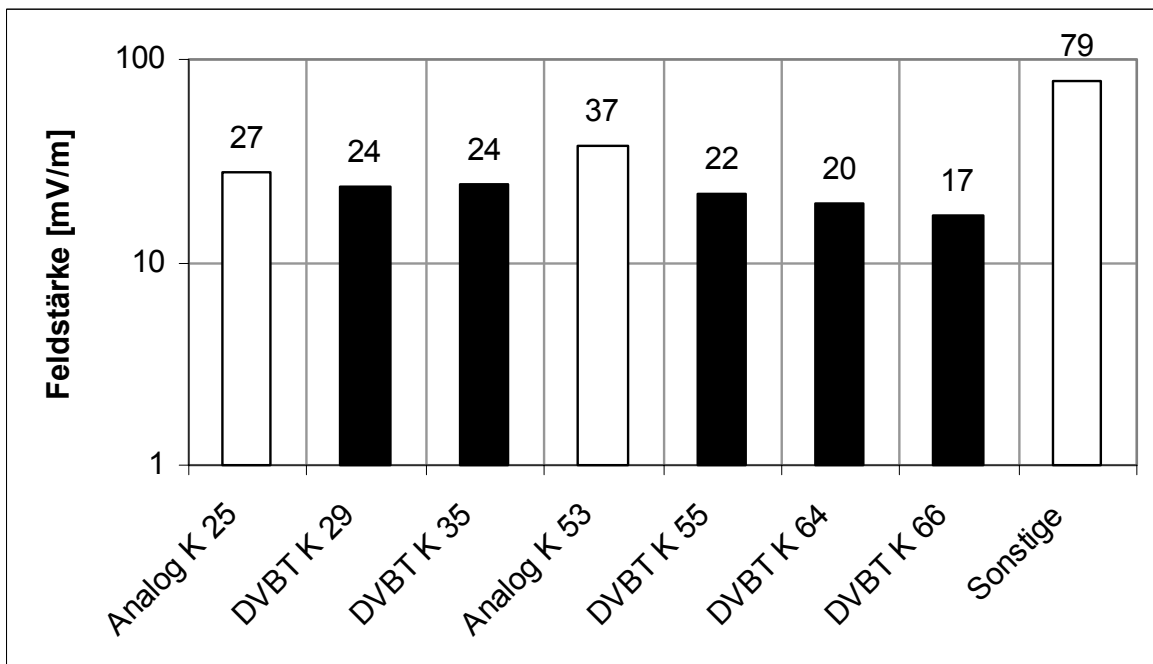
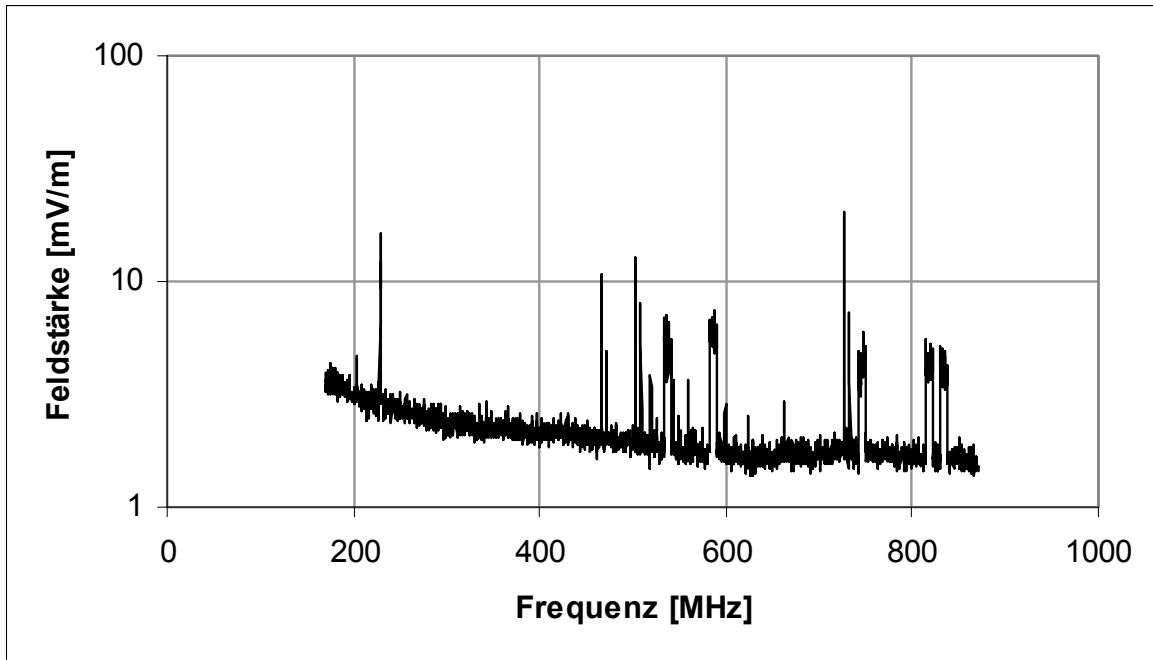
Messpunkt 22-1715	TV gesamt:	596 mV/m
Dortmund, Kortenstr. 17.03.2005, 12:57	TV analog:	404 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	393 mV/m
	TV digital:	438 mV/m
	TV Sonstige:	92 mV/m



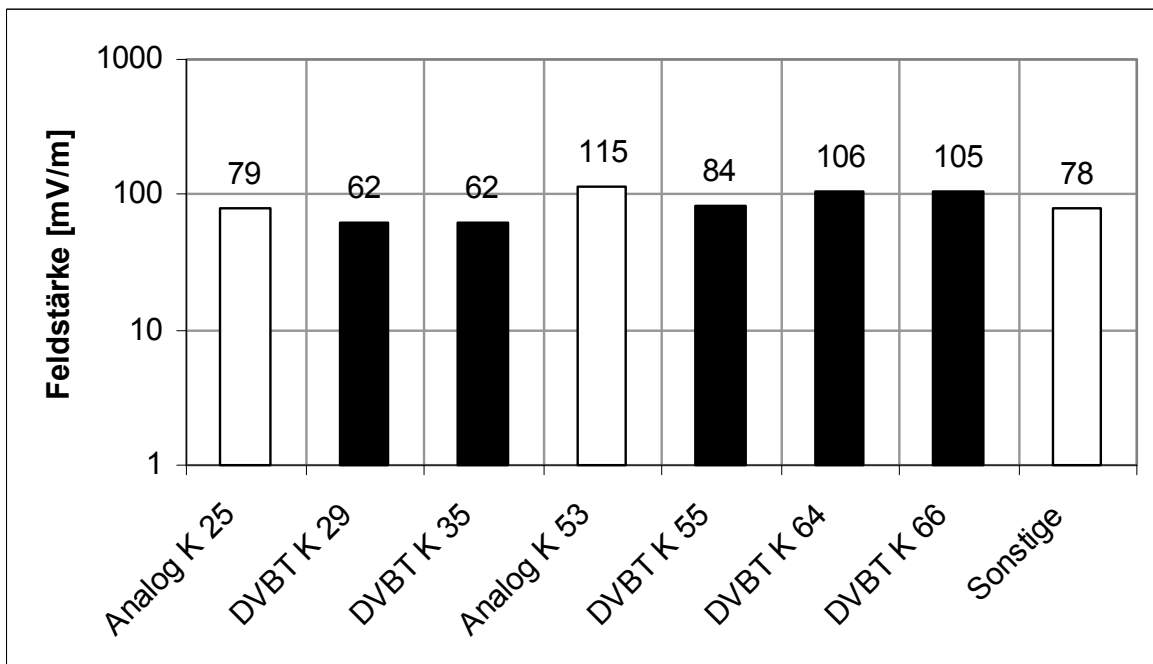
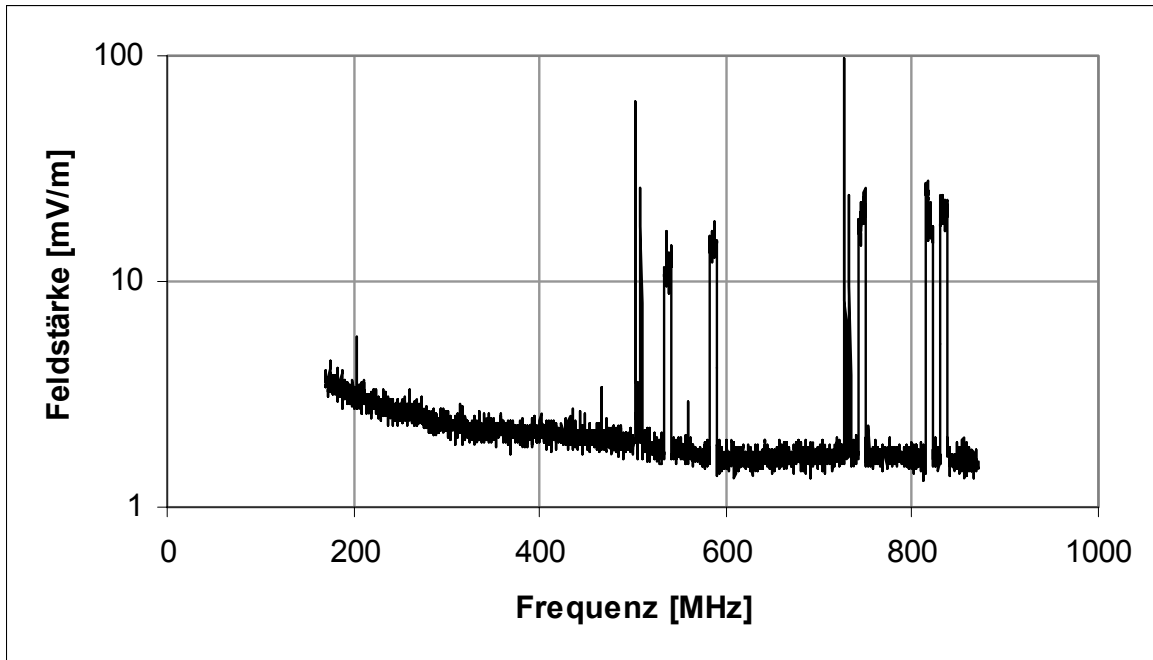
Messpunkt 23-1809	TV gesamt:	125 mV/m
Dortmund, Kemminghauser Str. 18.03.2005, 11:45	TV analog:	102 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	68 mV/m
	TV digital:	72 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



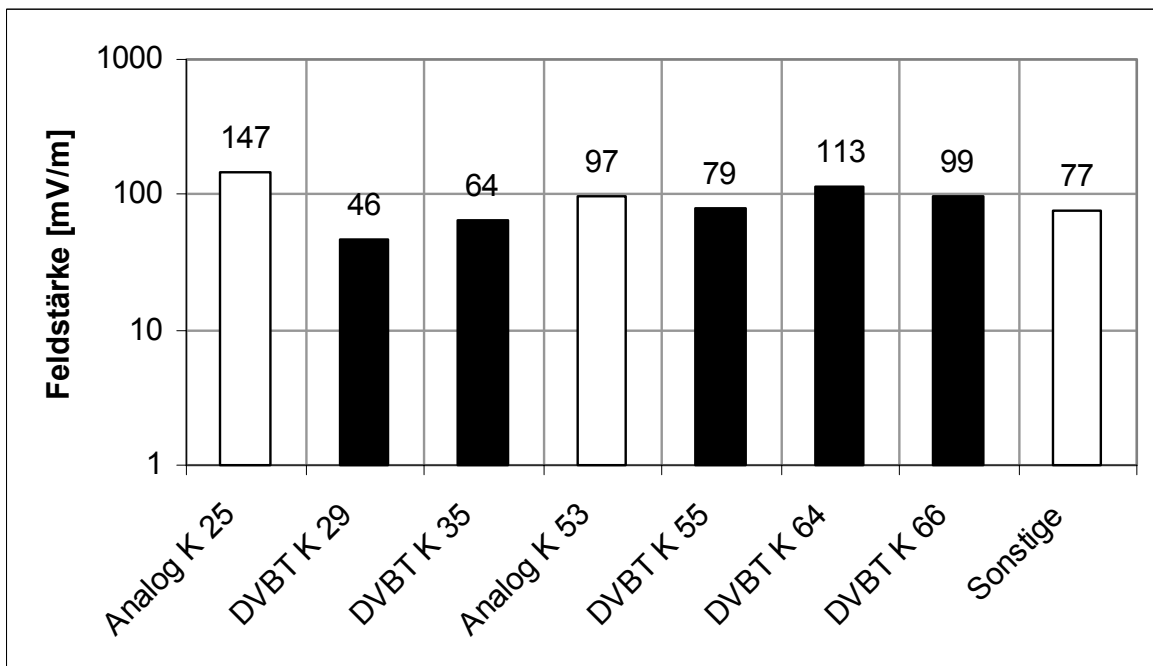
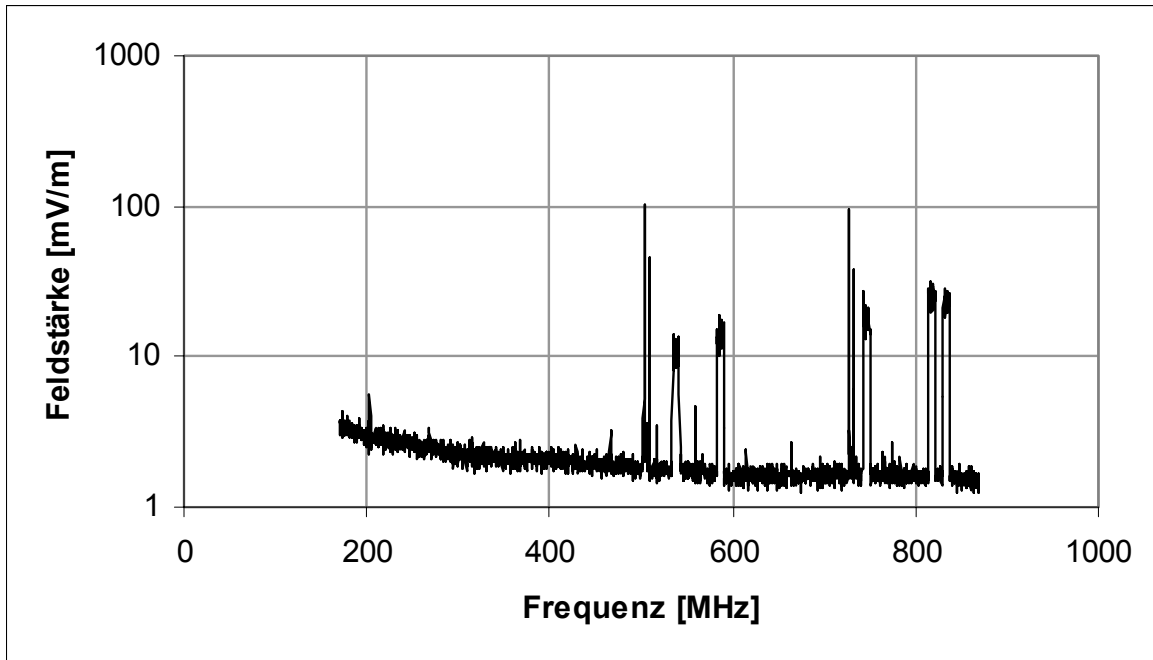
Messpunkt 24-1607	TV gesamt:	104 mV/m
Dortmund, Emschertalstr. 16.03.2005, 12:42	TV analog:	92 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	46 mV/m
	TV digital:	48 mV/m
	TV Sonstige:	79 mV/m



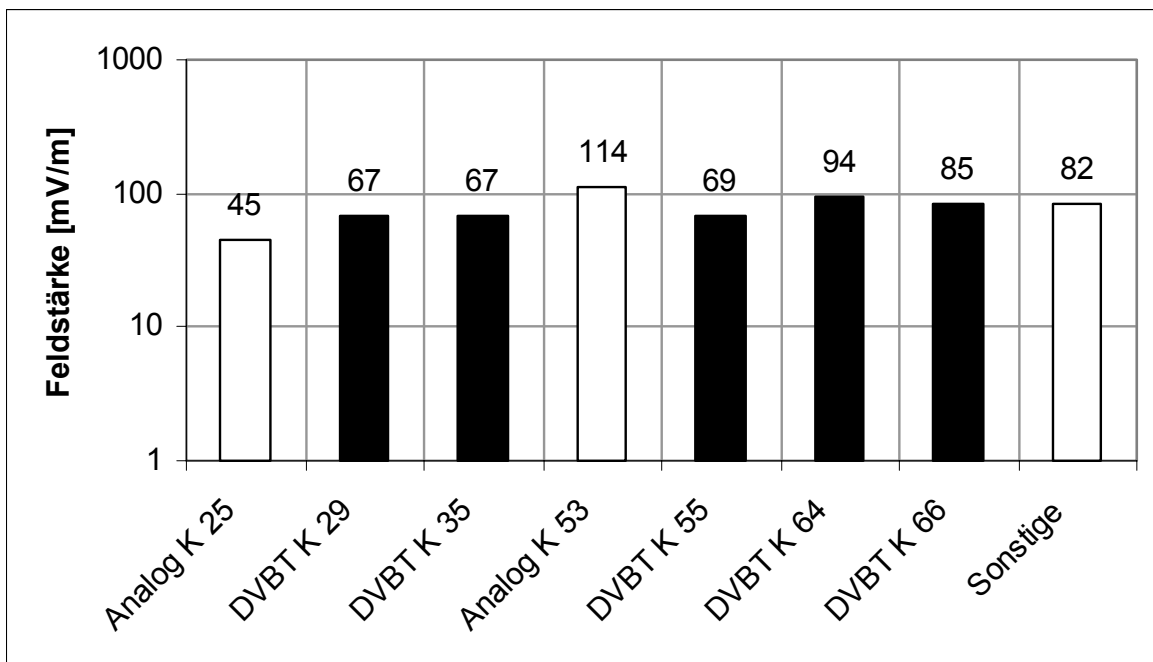
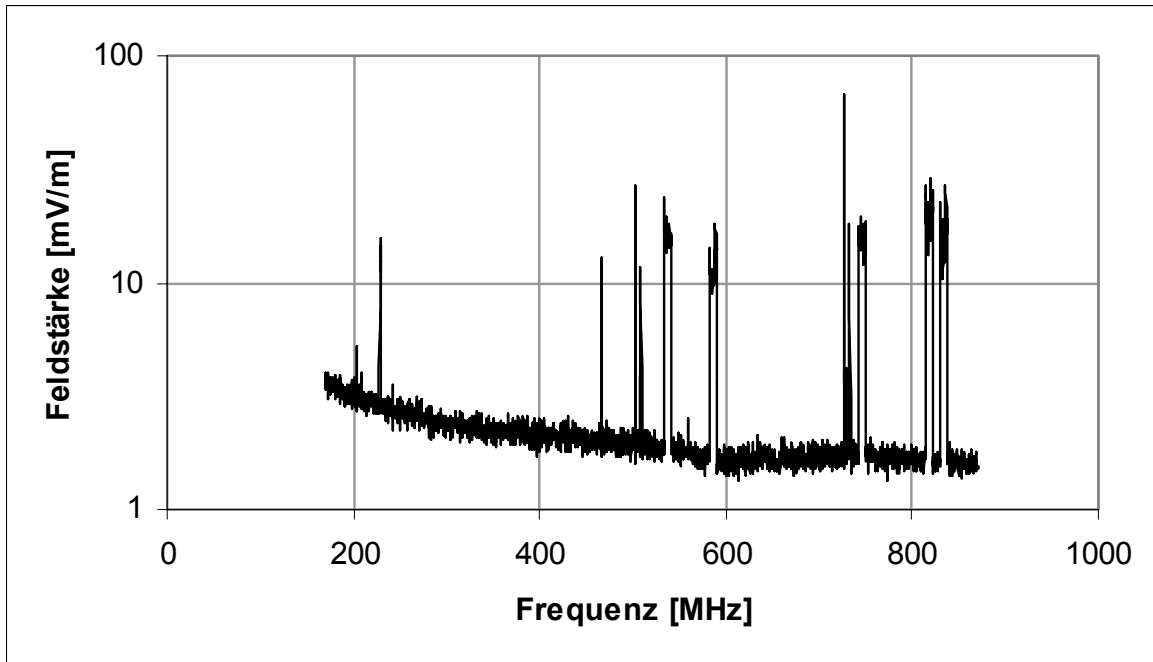
Messpunkt 25-1805	TV gesamt:	250 mV/m
Dortmund, Walther-Kohlmann-Str. 18.03.2005, 10:45	TV analog:	160 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>139 mV/m</i>
	TV digital:	192 mV/m
	TV Sonstige:	78 mV/m



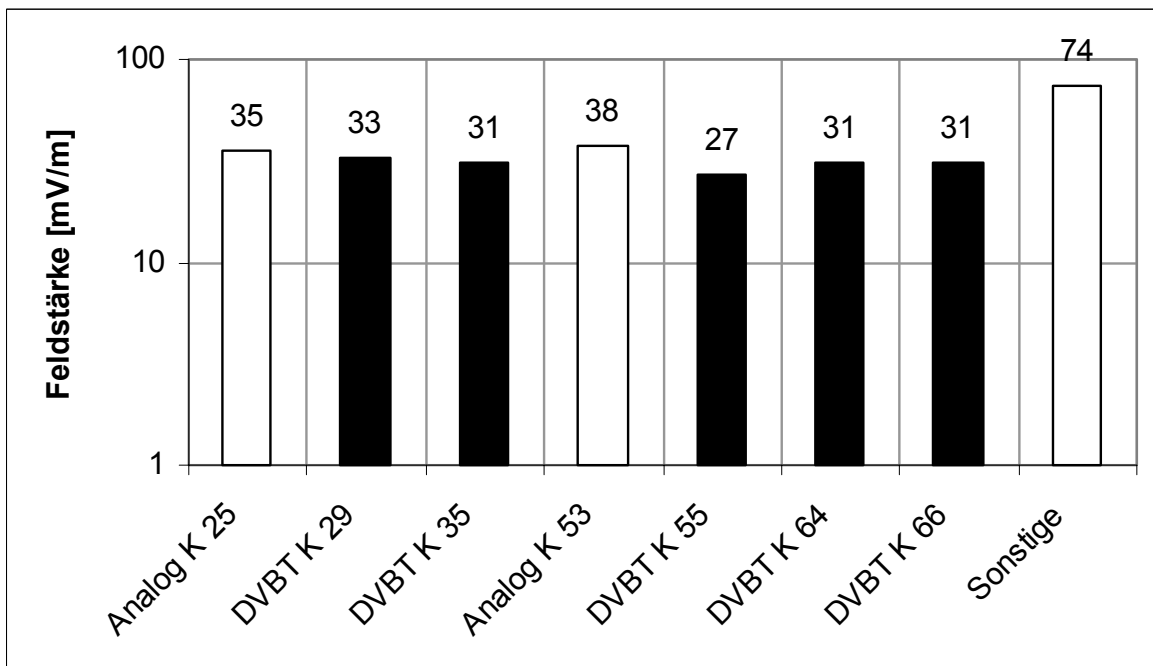
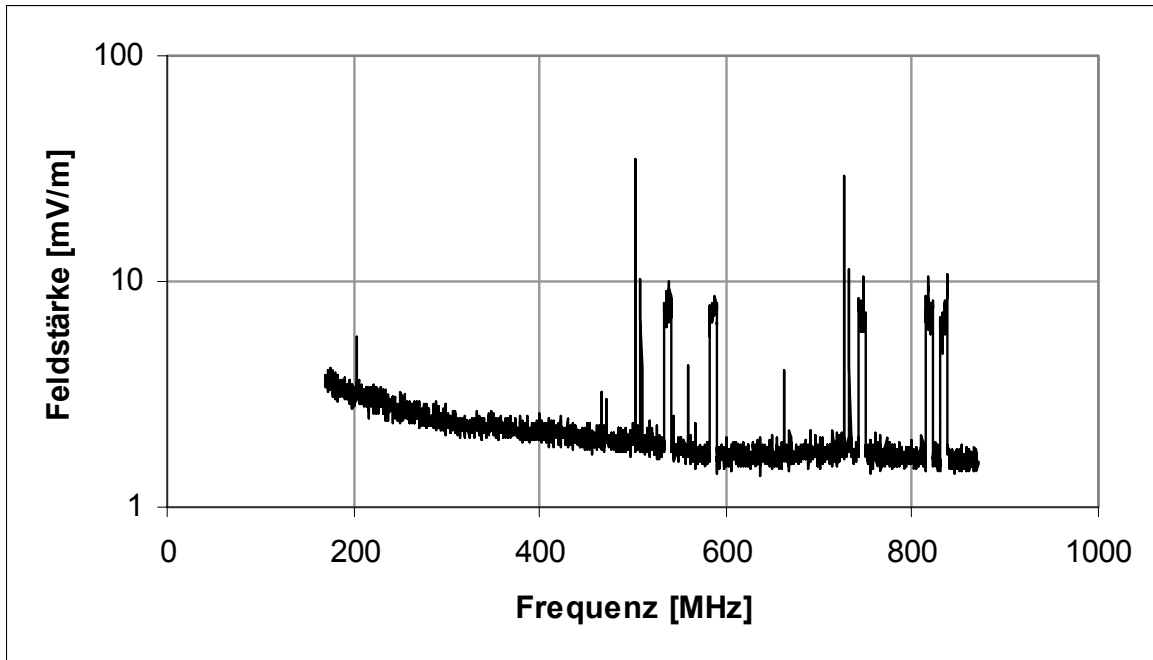
Messpunkt 26-1709	TV gesamt:	269 mV/m
Dortmund, Am Semberg 17.03.2005, 11:32	TV analog:	193 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>176 mV/m</i>
	TV digital:	187 mV/m
	TV Sonstige:	77 mV/m



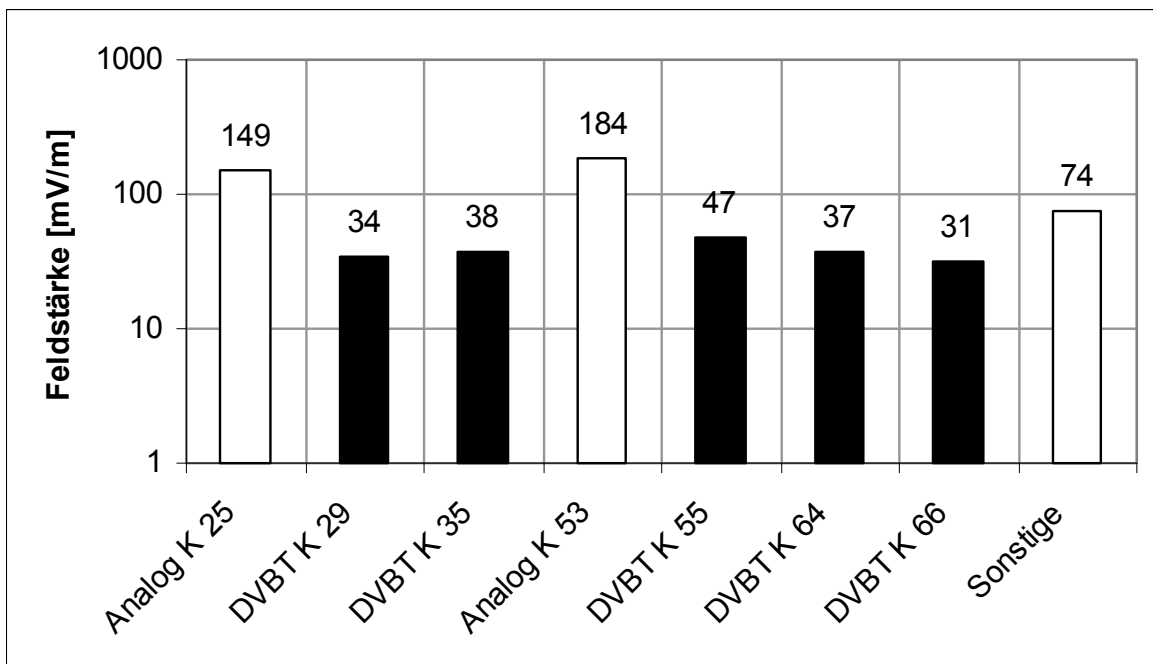
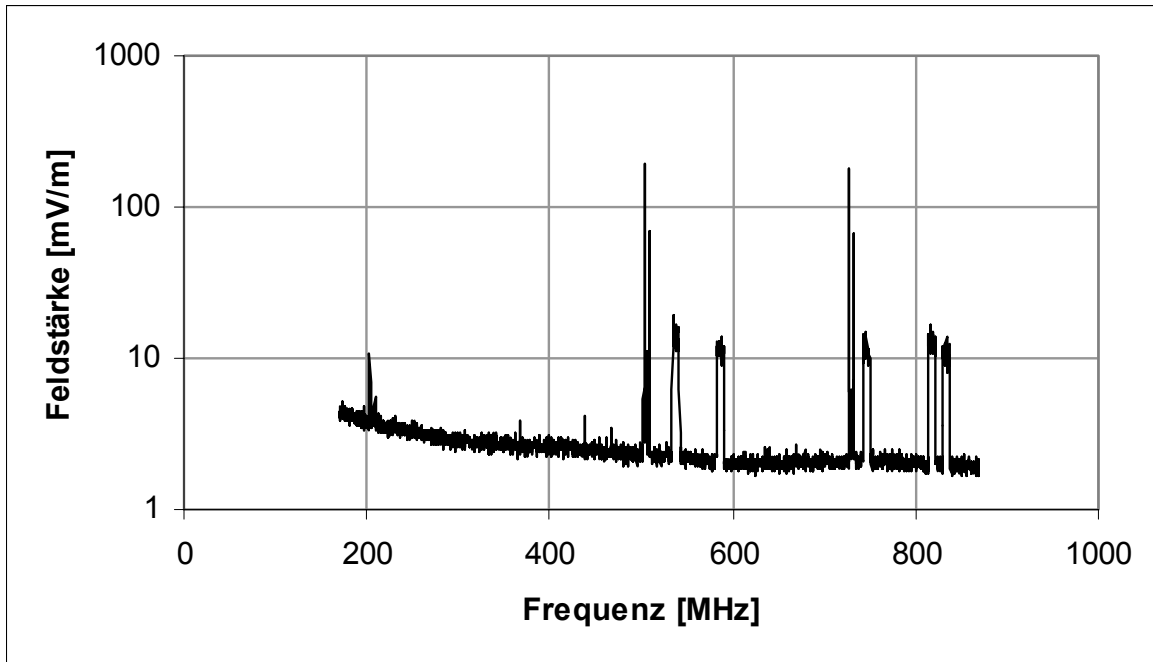
Messpunkt 27-1608	TV gesamt:	228 mV/m
Holzwickede, Rausinger Str. 16.03.2005, 12:56	TV analog:	148 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>122 mV/m</i>
	TV digital:	173 mV/m
	TV Sonstige:	82 mV/m



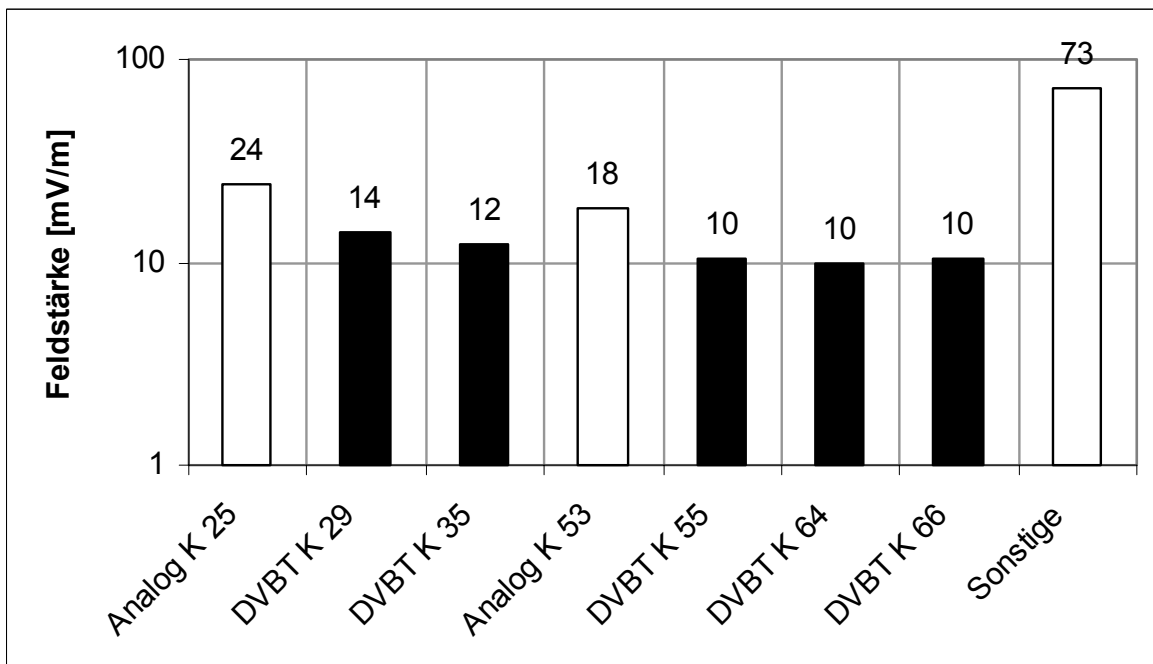
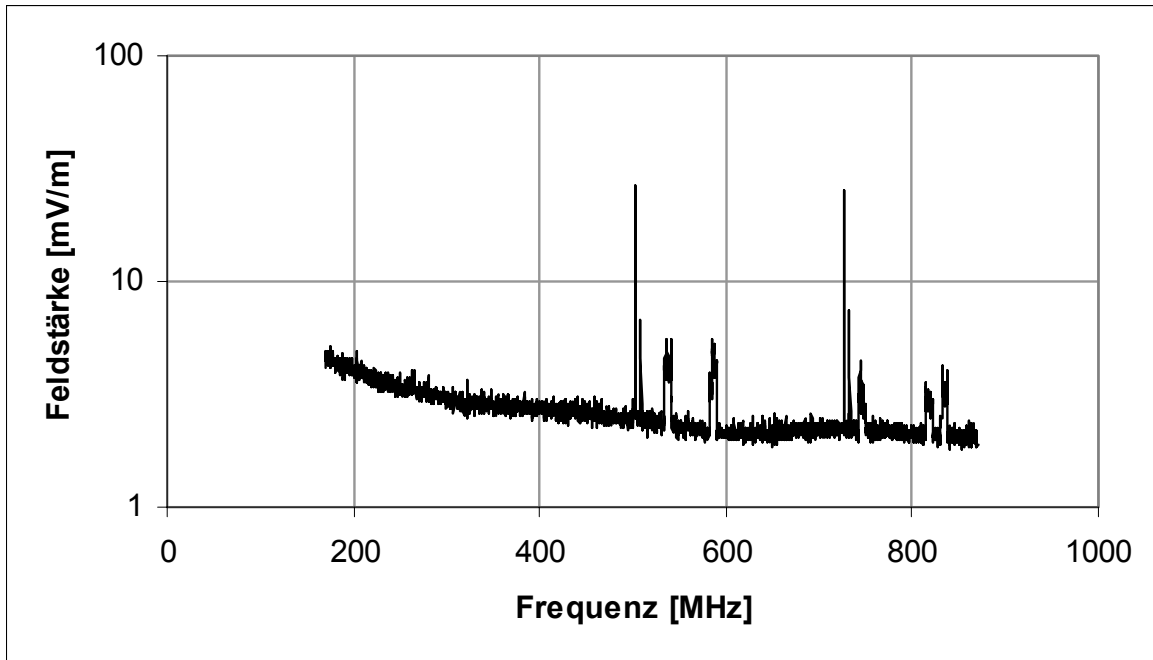
Messpunkt 28-1808	TV gesamt:	114 mV/m
Dortmund, Am Belsenkamp 18.03.2005, 11:31	TV analog:	91 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	52 mV/m
	TV digital:	68 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



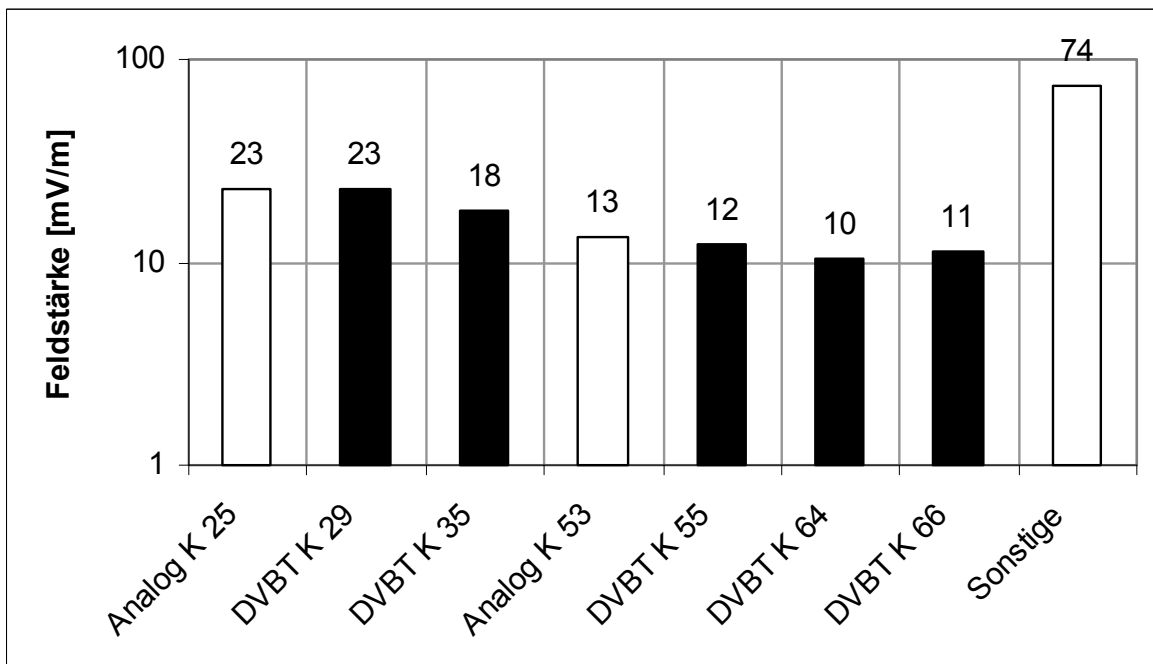
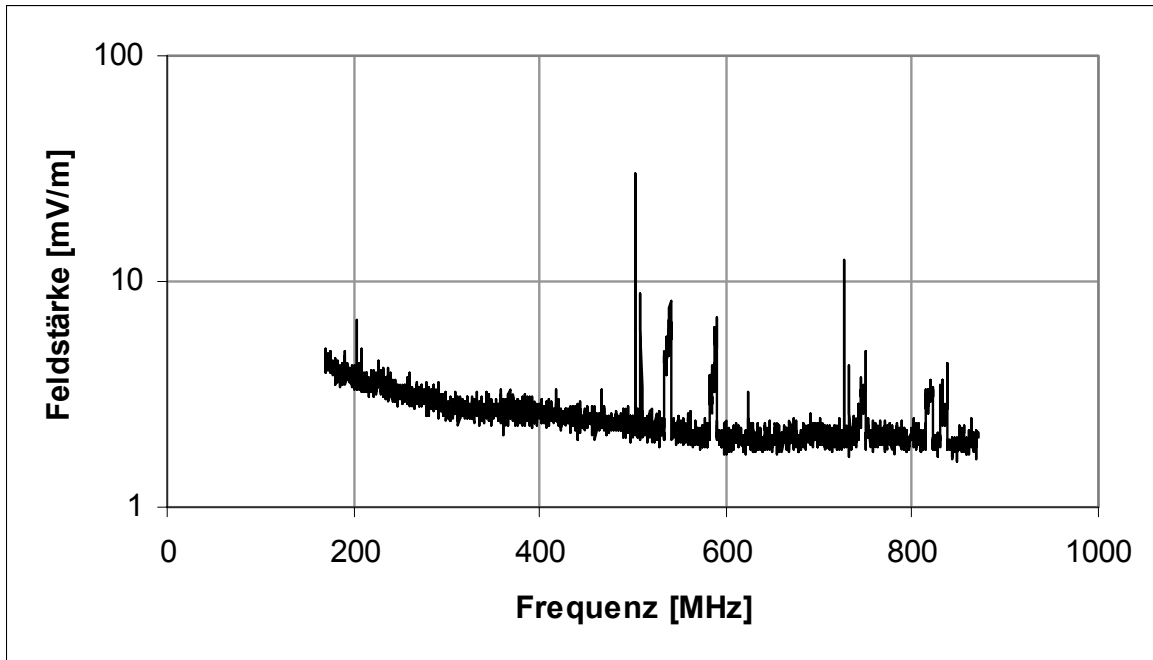
Messpunkt 29-1815	TV gesamt:	262 mV/m
Dortmund, Martener Str. 18.03.2005, 13:10	TV analog:	248 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>236 mV/m</i>
	TV digital:	85 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



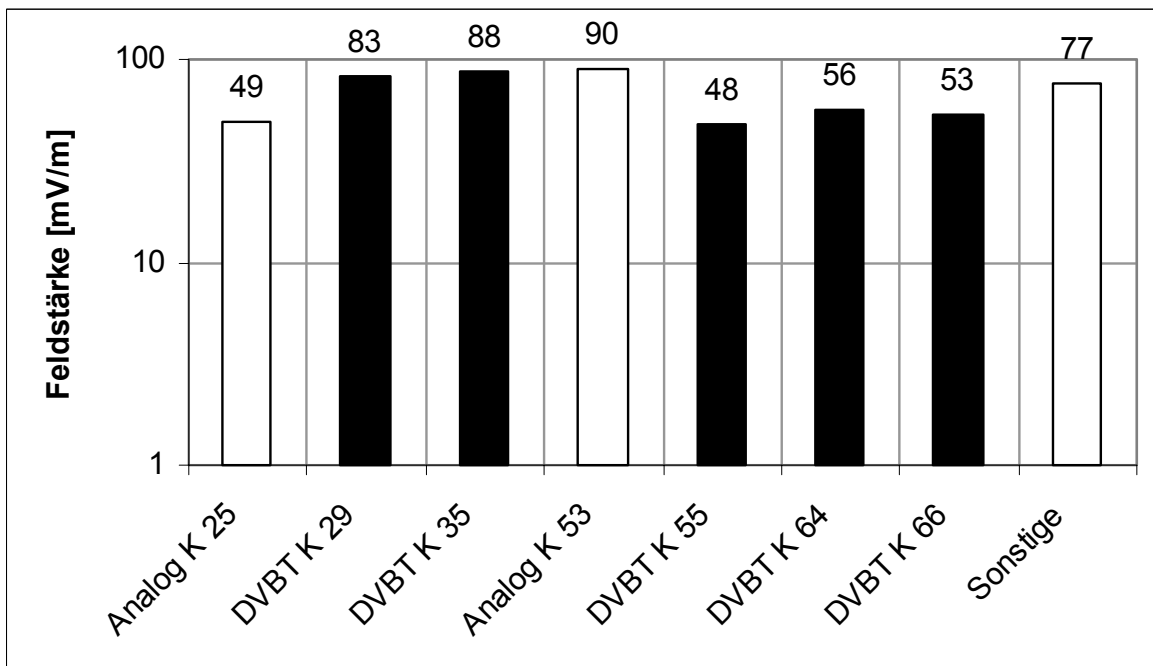
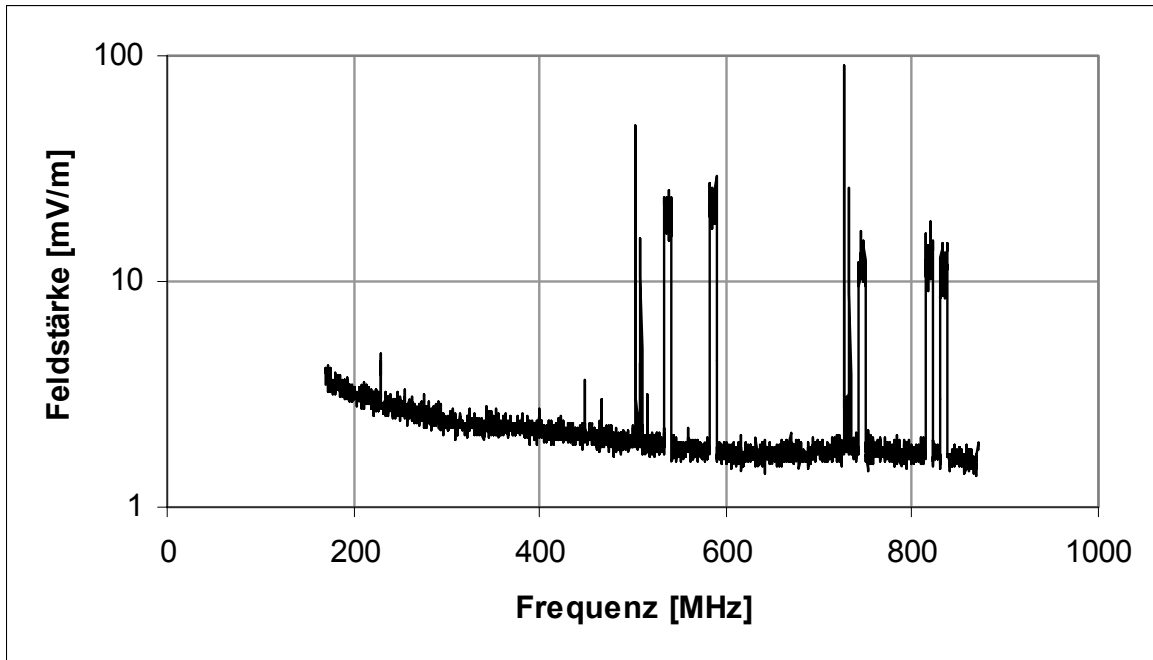
Messpunkt 30-1812	TV gesamt:	84 mV/m
Dortmund, Mosselde 18.03.2005, 12:23	TV analog:	80 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	31 mV/m
	TV digital:	26 mV/m
	TV Sonstige:	73 mV/m



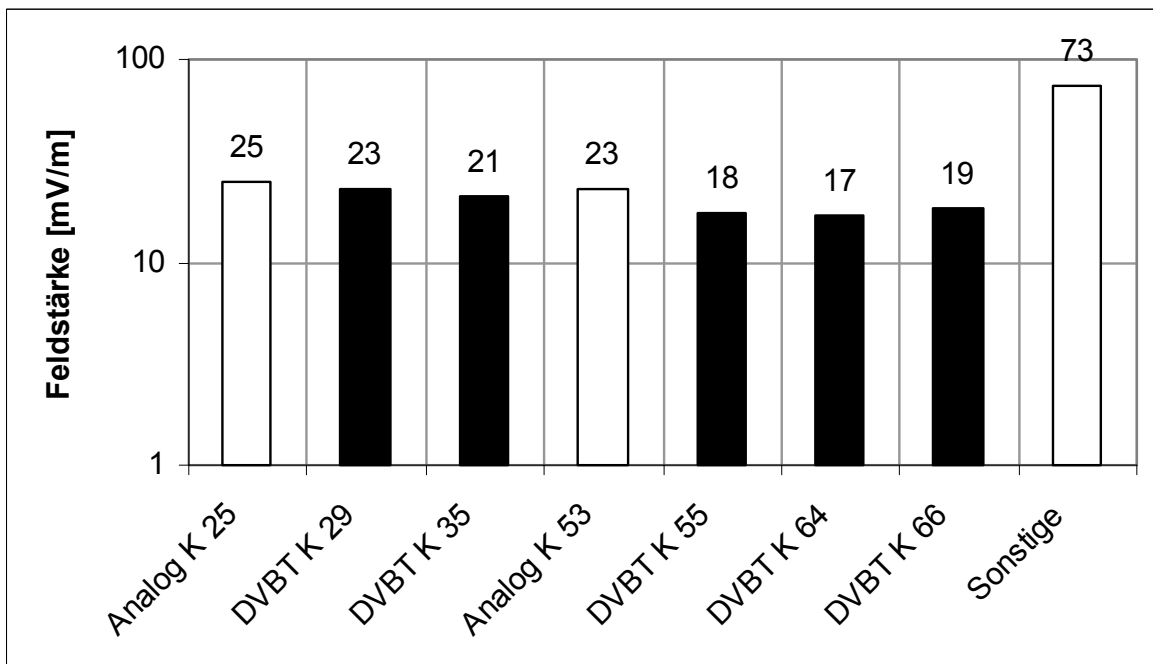
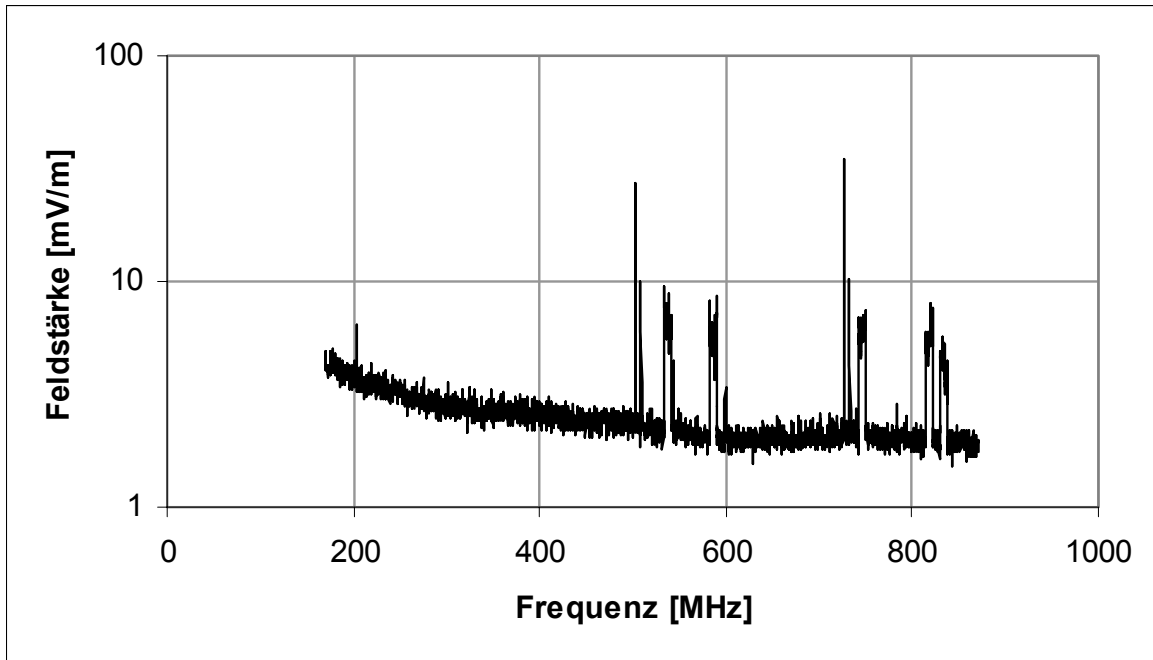
Messpunkt 31-1804	TV gesamt:	87 mV/m
Dortmund, Hostedder Str. 18.03.2005, 10:37	TV analog:	80 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	26 mV/m
	TV digital:	35 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



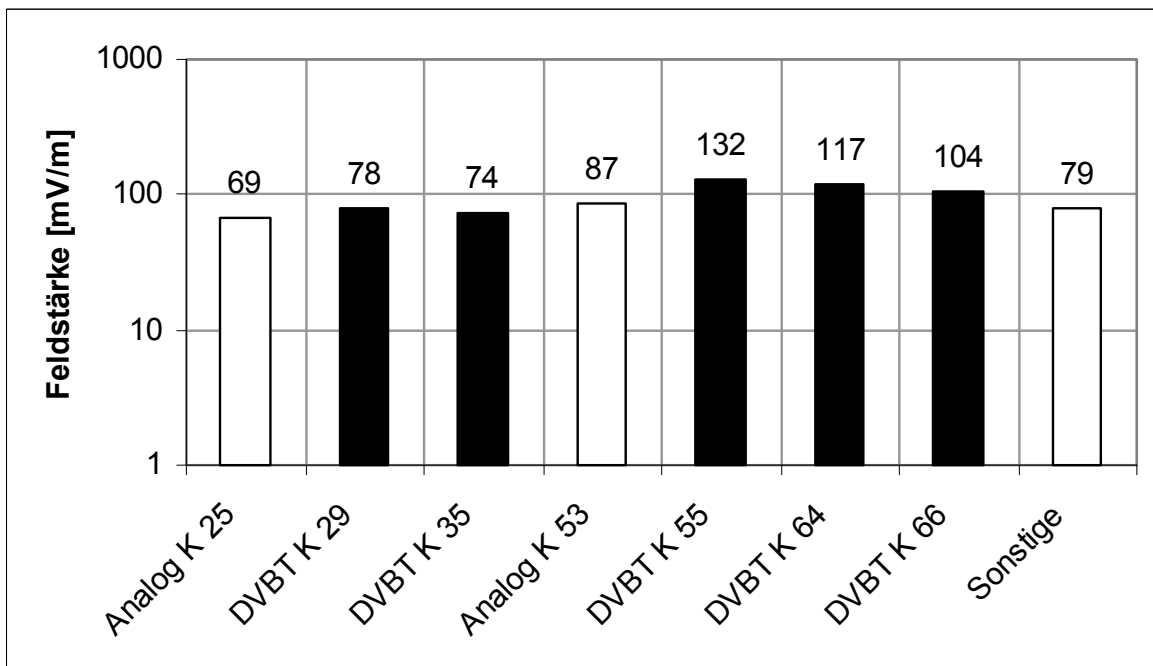
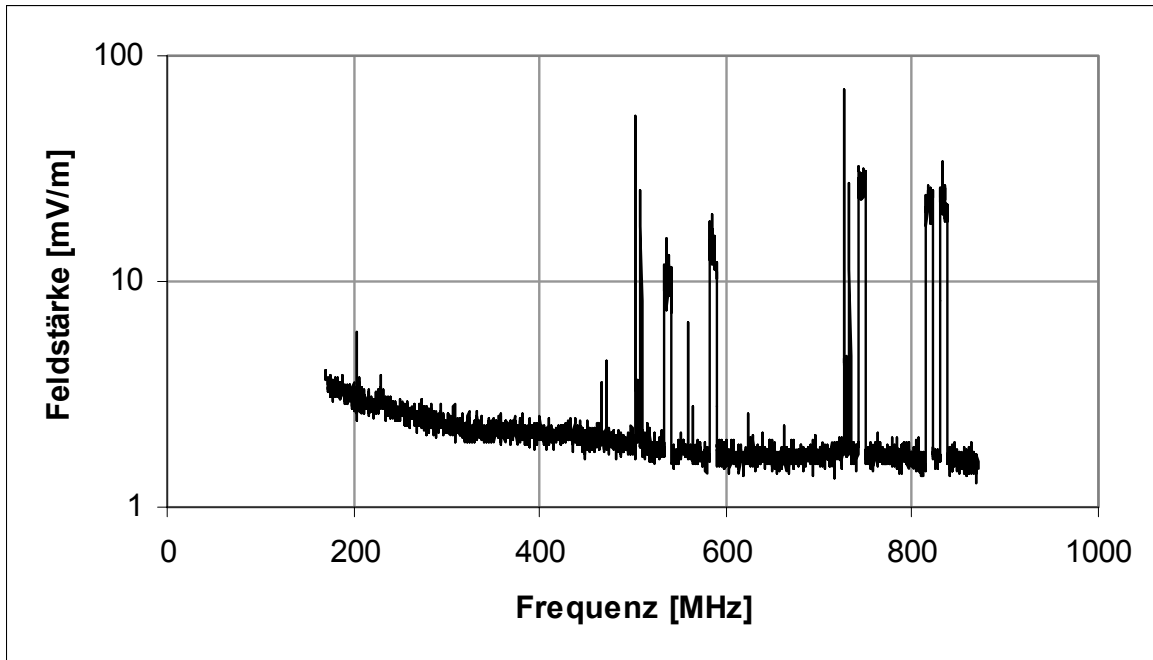
Messpunkt 32-1801	TV gesamt:	199 mV/m
Dortmund, Kurler Str. 18.03.2005, 10:06	TV analog:	129 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>103mV/m</i>
	TV digital:	151 mV/m
	TV Sonstige:	77 mV/m



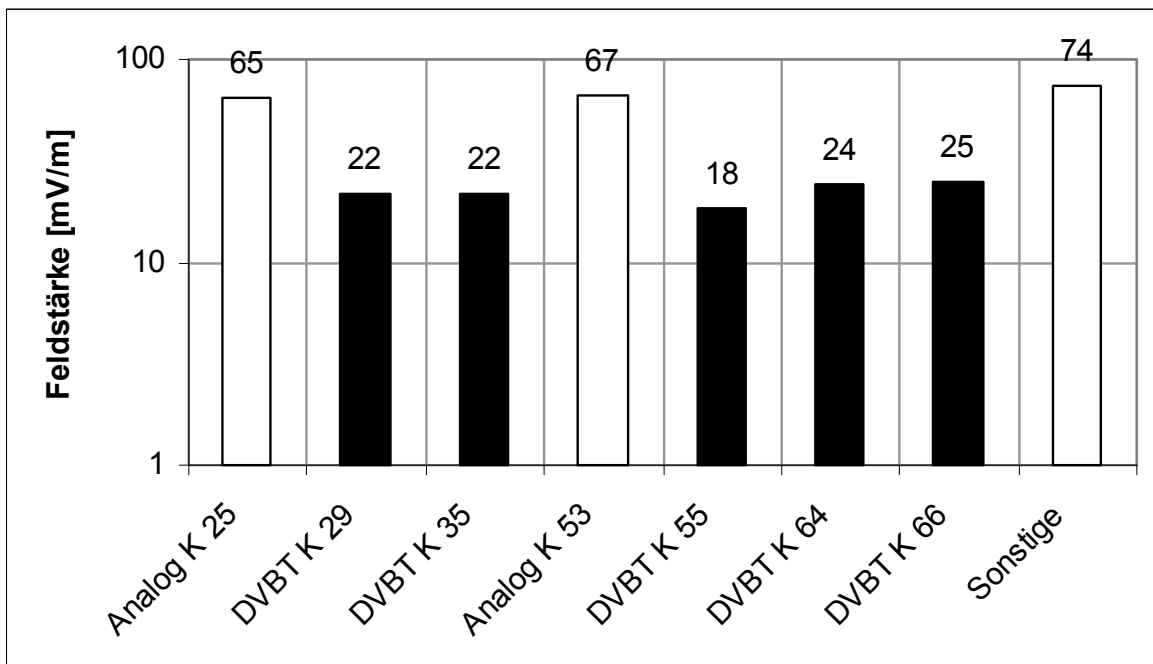
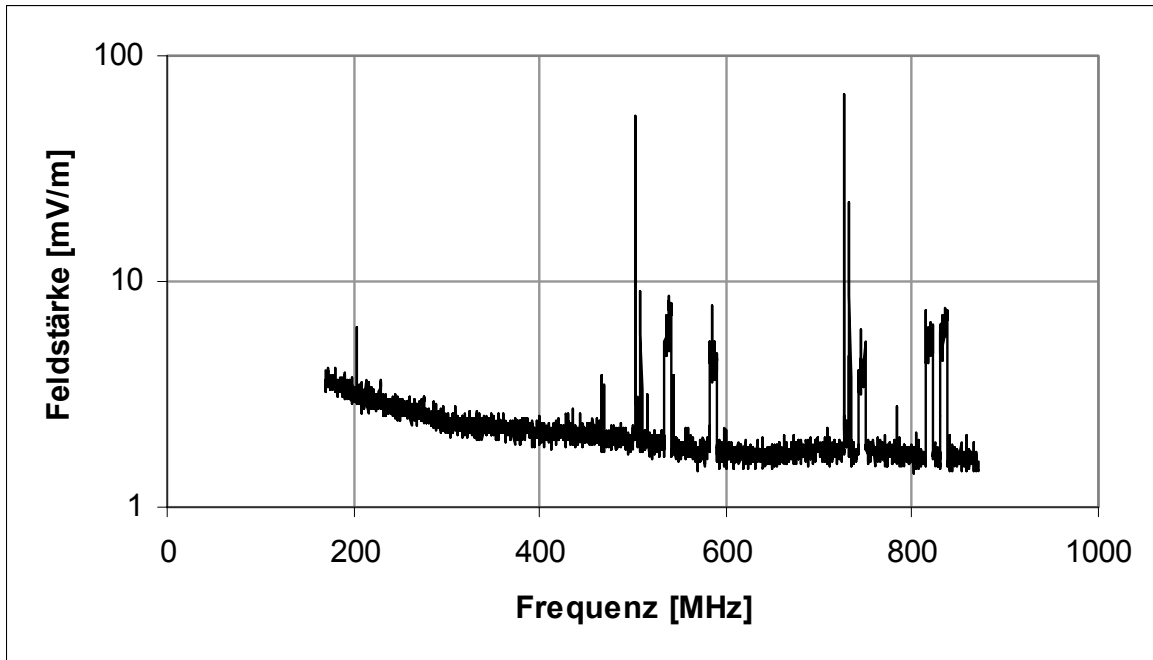
Messpunkt 33-1803	TV gesamt:	93 mV/m
Dortmund, Greveler Str. 18.03.2005, 10:27	TV analog:	82 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	34 mV/m
	TV digital:	44 mV/m
	TV Sonstige:	73 mV/m



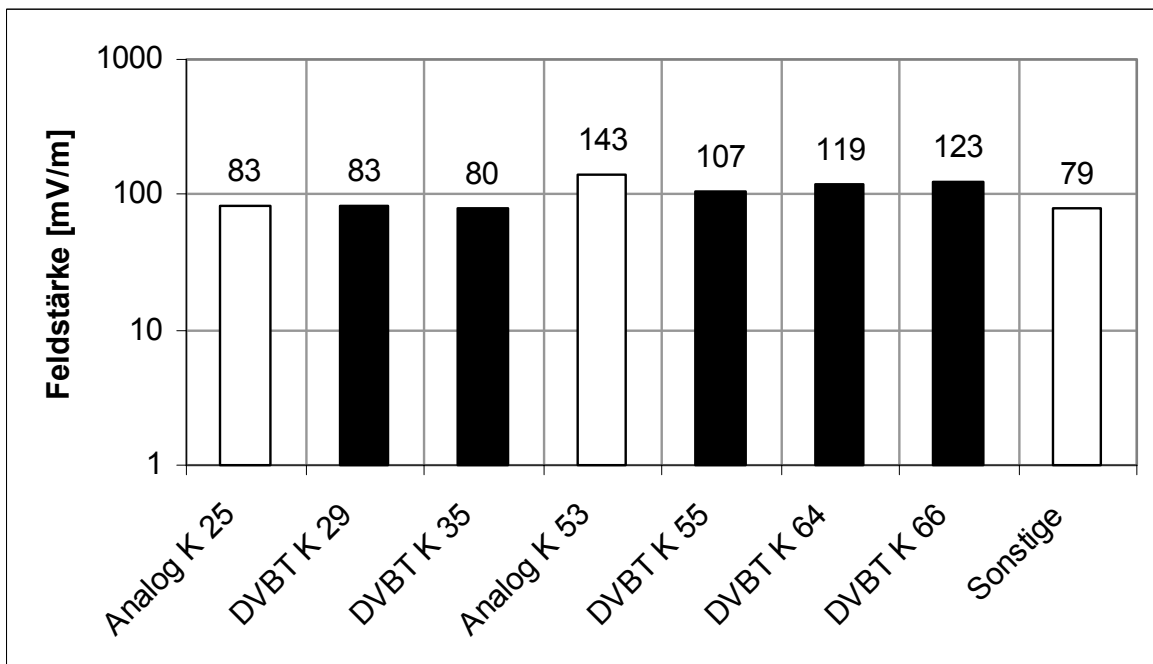
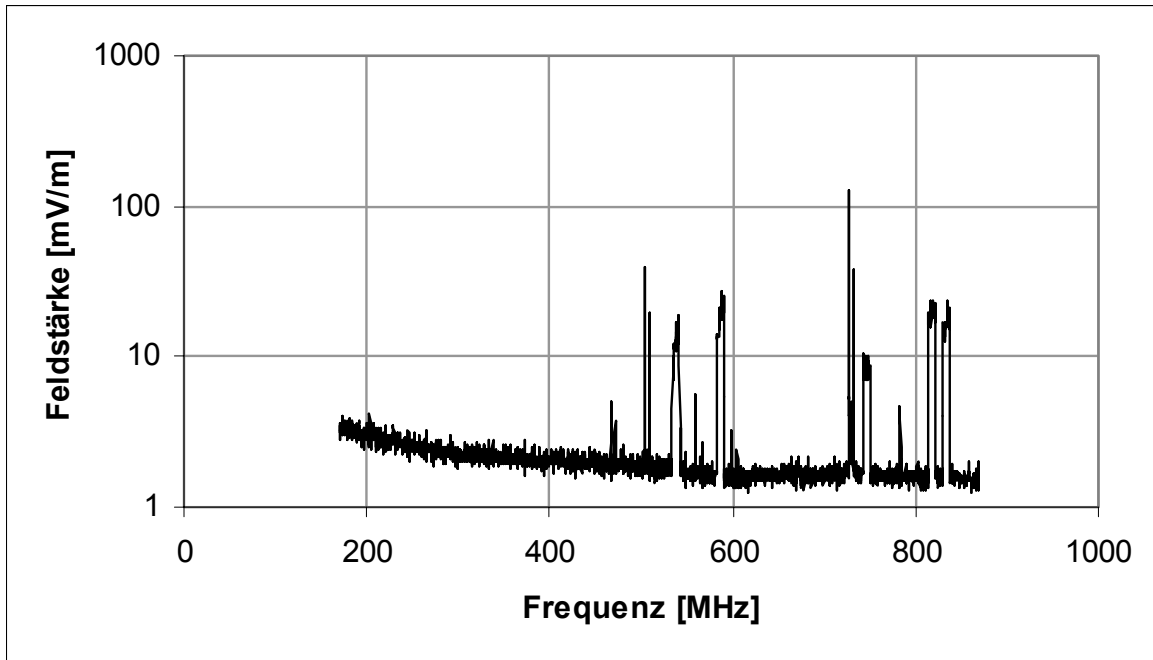
Messpunkt 34-1811	TV gesamt:	269 mV/m
Dortmund, Ellinghauser Str. 18.03.2005, 12:10	TV analog:	137 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>111 mV/m</i>
	TV digital:	231 mV/m
	TV Sonstige:	79 mV/m



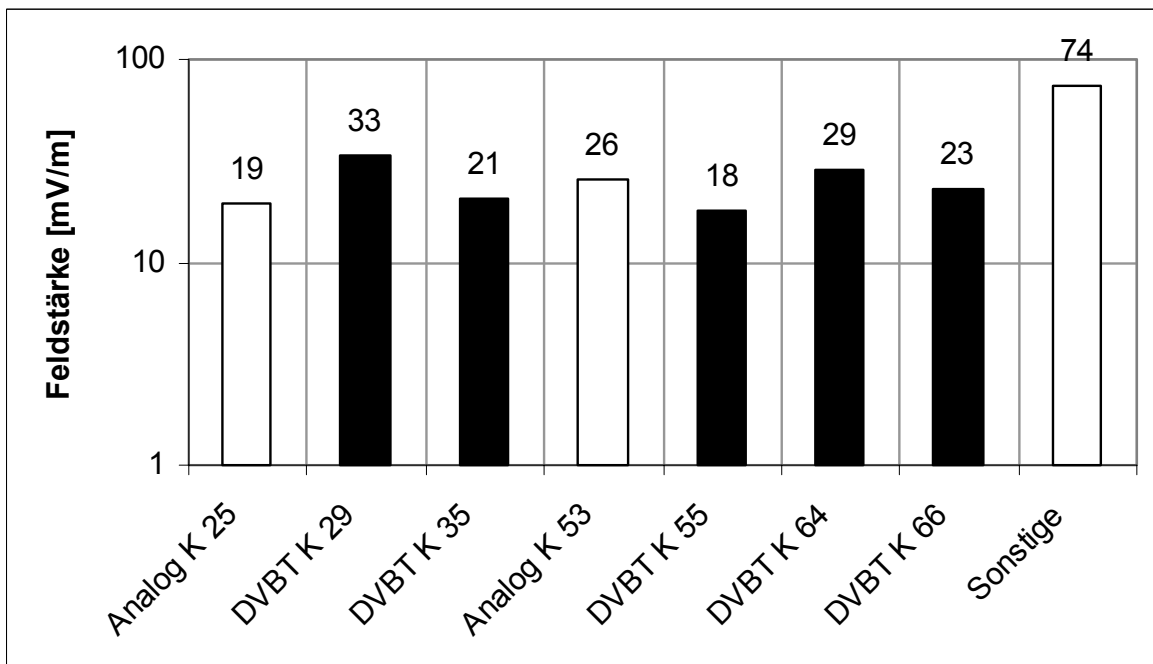
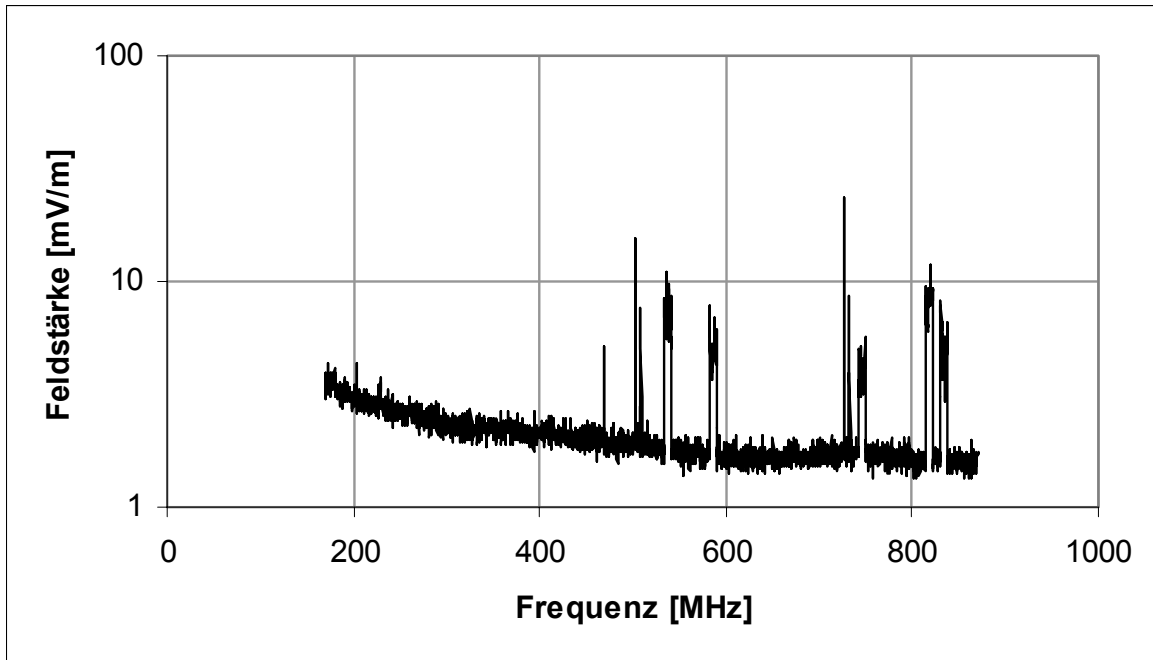
Messpunkt 35-1705	TV gesamt:	130 mV/m
Dortmund, Parkplatz B1	TV analog:	120 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	93 mV/m
17.03.2005, 10:37	TV digital:	50 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



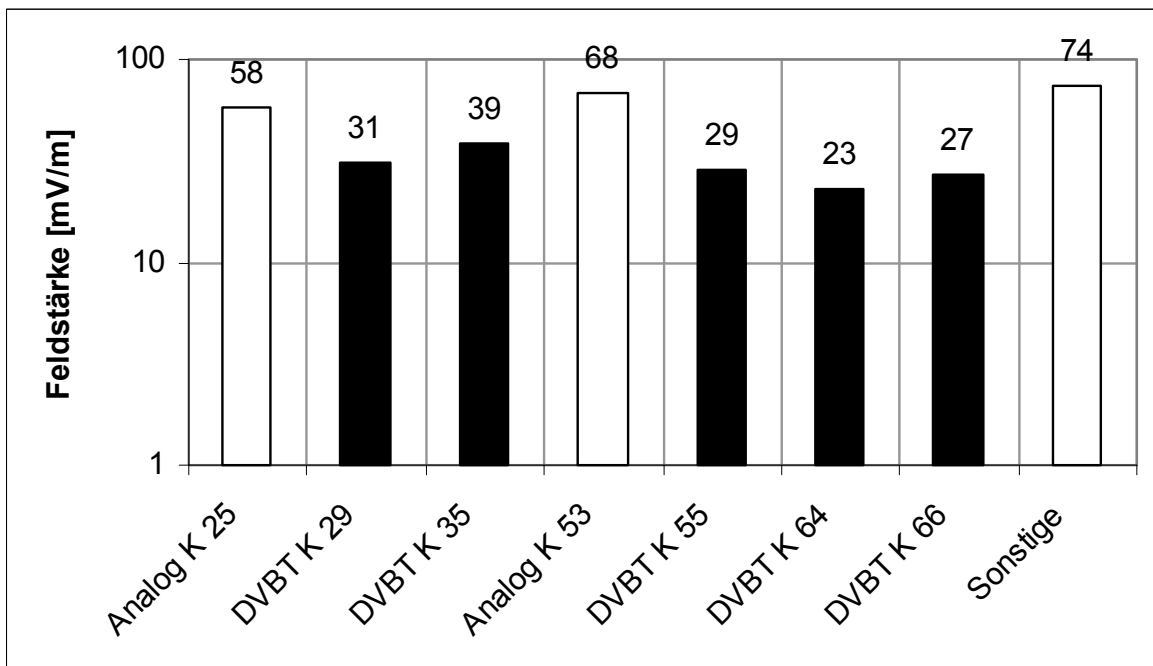
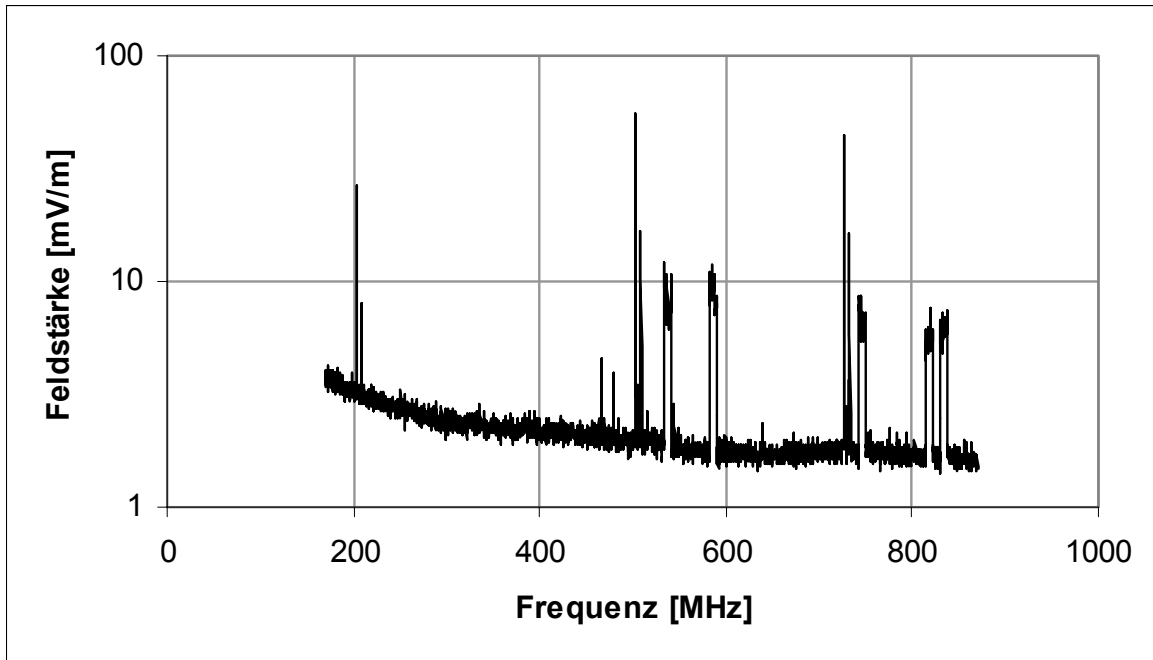
Messpunkt 36-1611	TV gesamt:	296 mV/m
Dortmund, Grevel Wasserturm 18.03.2005, 13:52	TV analog:	184 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>165 mV/m</i>
	TV digital:	232 mV/m
	TV Sonstige:	79 mV/m



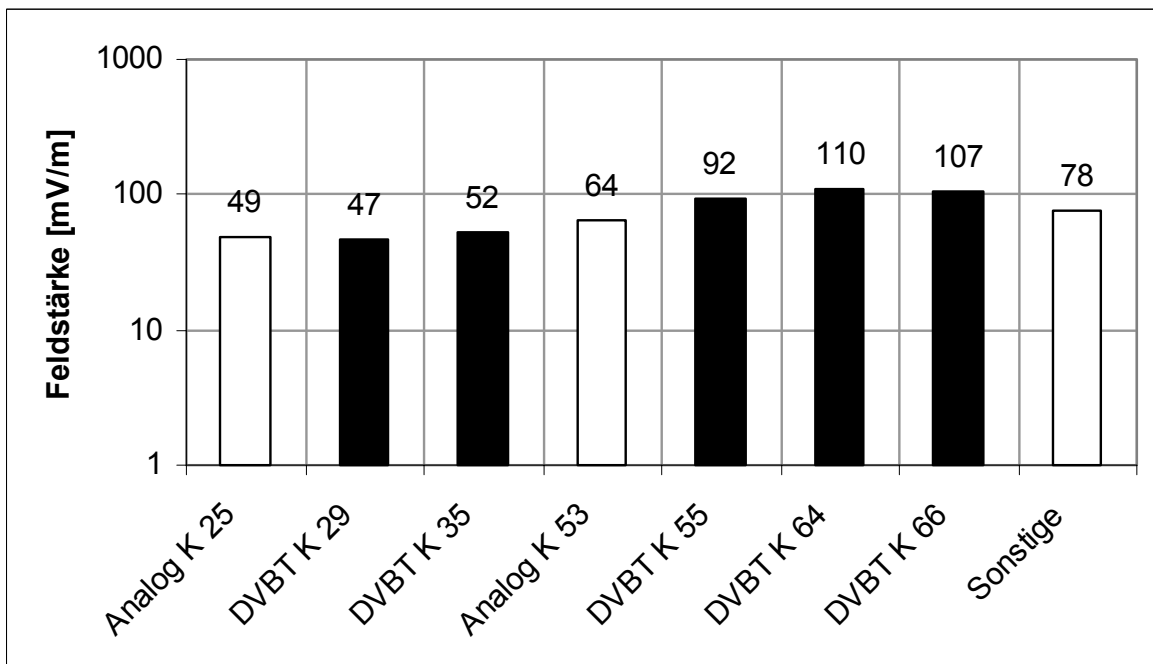
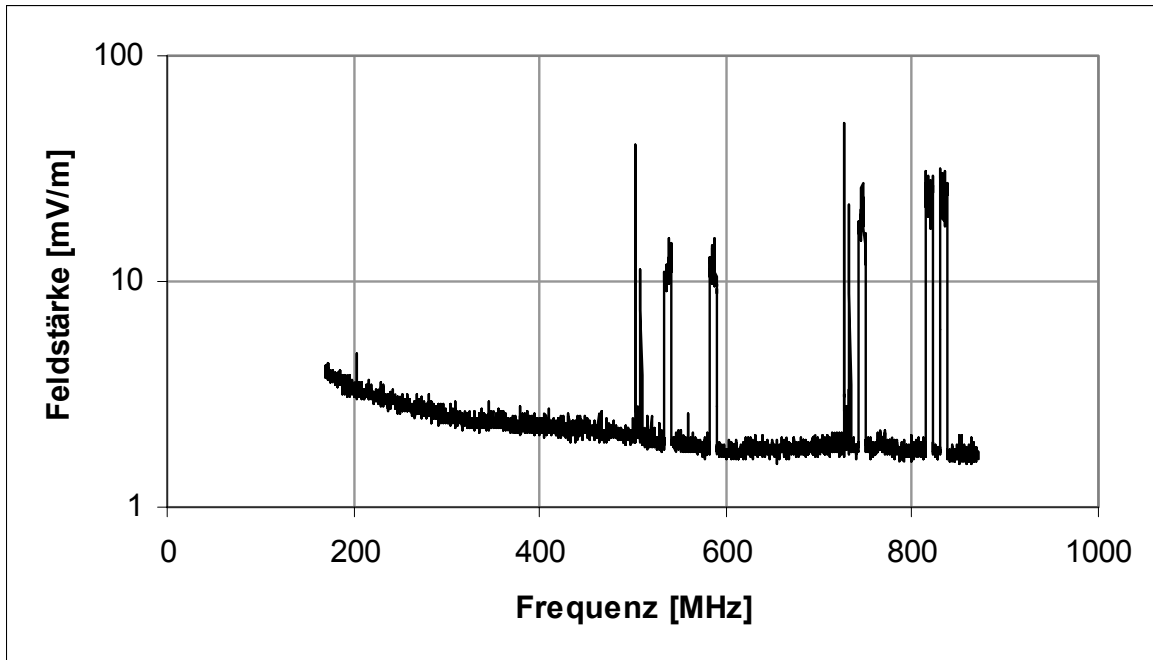
Messpunkt 37-1802	TV gesamt:	99 mV/m
Dortmund, Kusener Str. 18.03.2005, 10:18	TV analog:	81 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	32 mV/m
	TV digital:	56 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



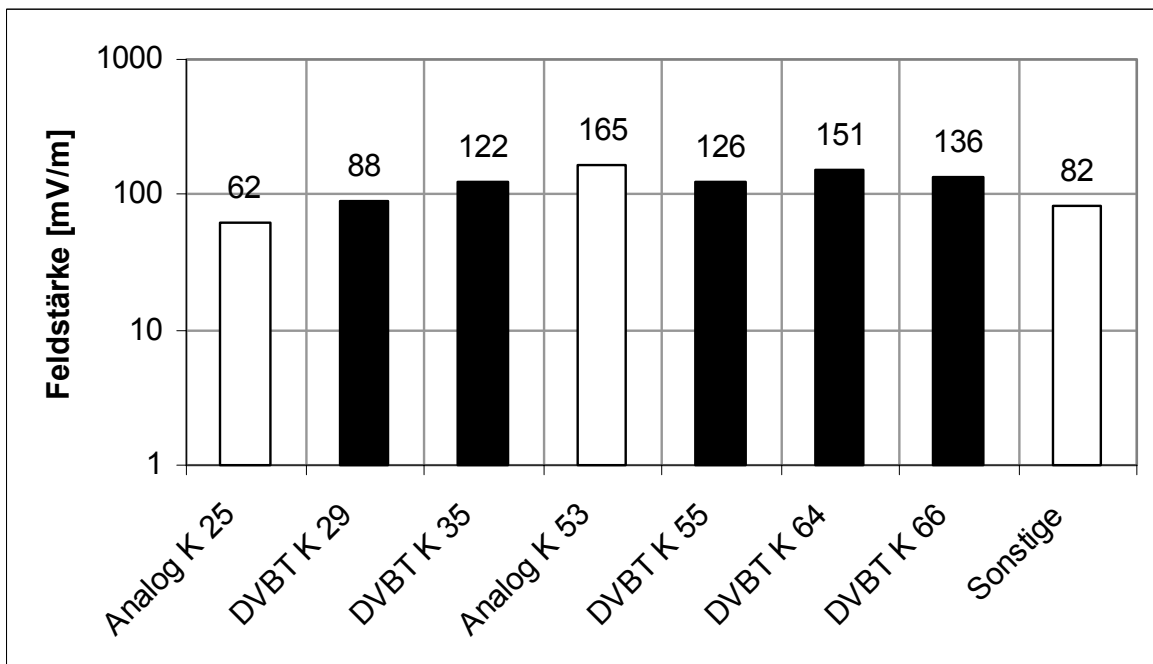
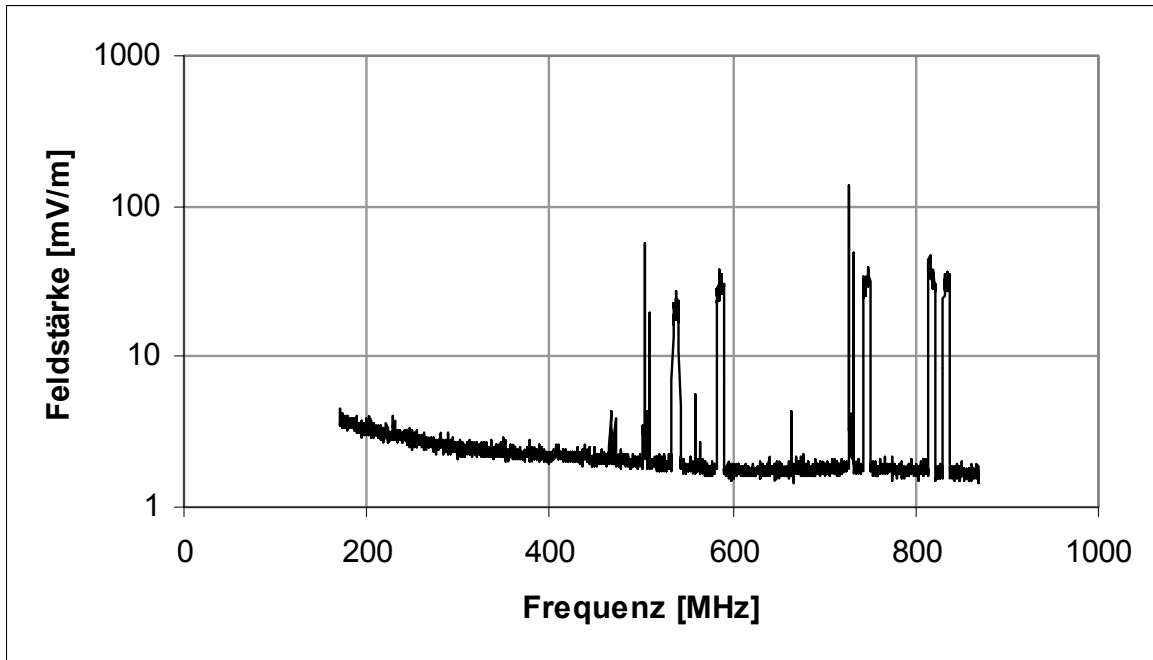
Messpunkt 38-1704	TV gesamt:	137 mV/m
Dortmund, Harpener Hellweg 17.03.2005, 10:25	TV analog:	119 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	89 mV/m
	TV digital:	67 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



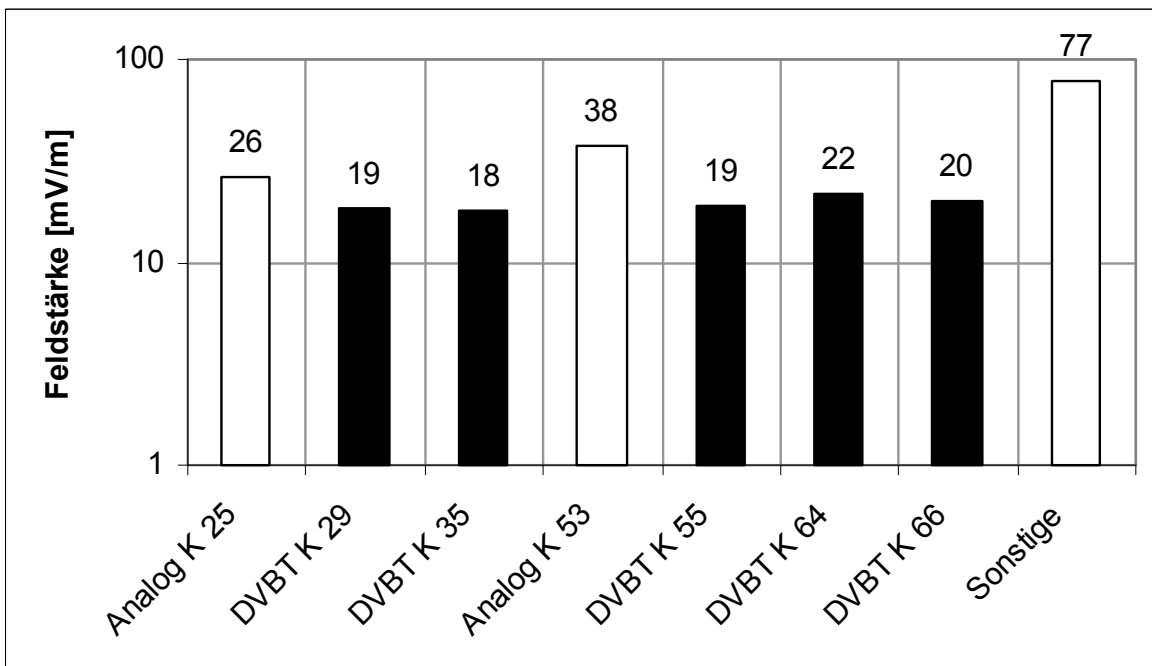
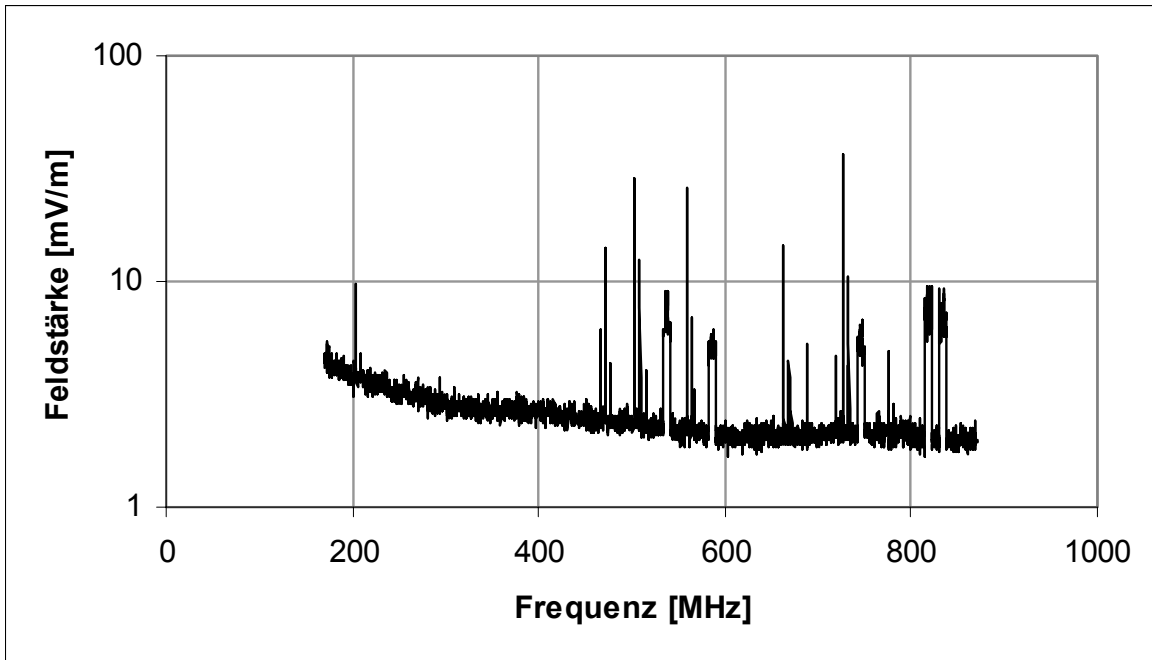
Messpunkt 39-1610	TV gesamt:	223 mV/m
Kamen, Massener Str. 16.03.2005, 13:36	TV analog:	113 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	80 mV/m
	TV digital:	192 mV/m
	TV Sonstige:	78 mV/m



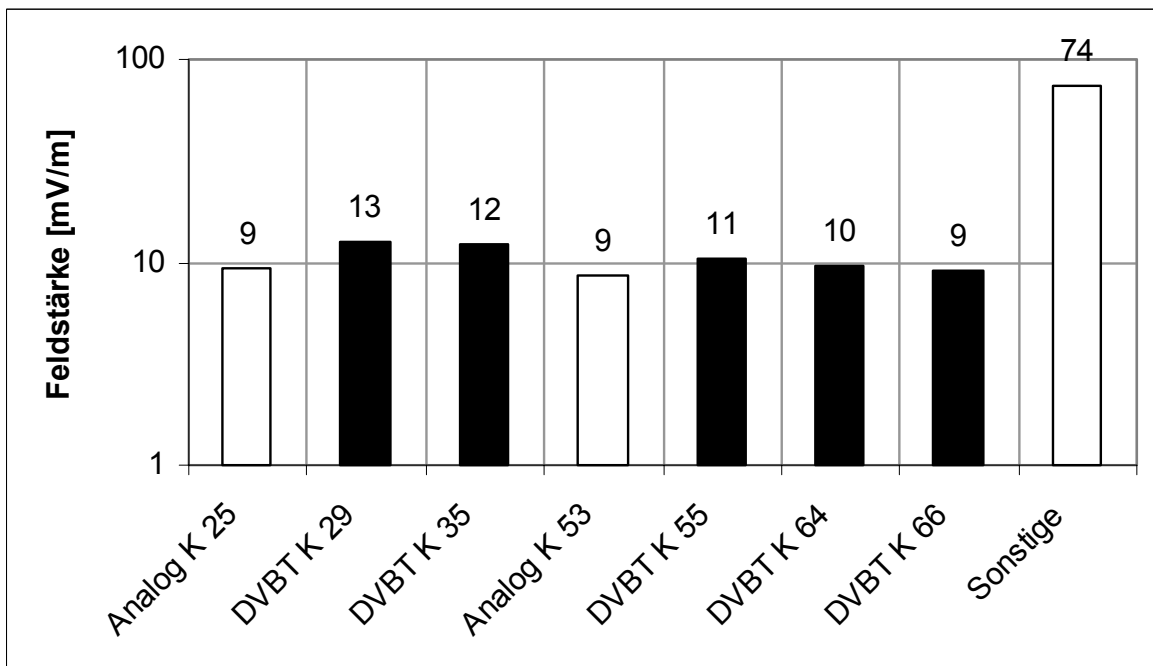
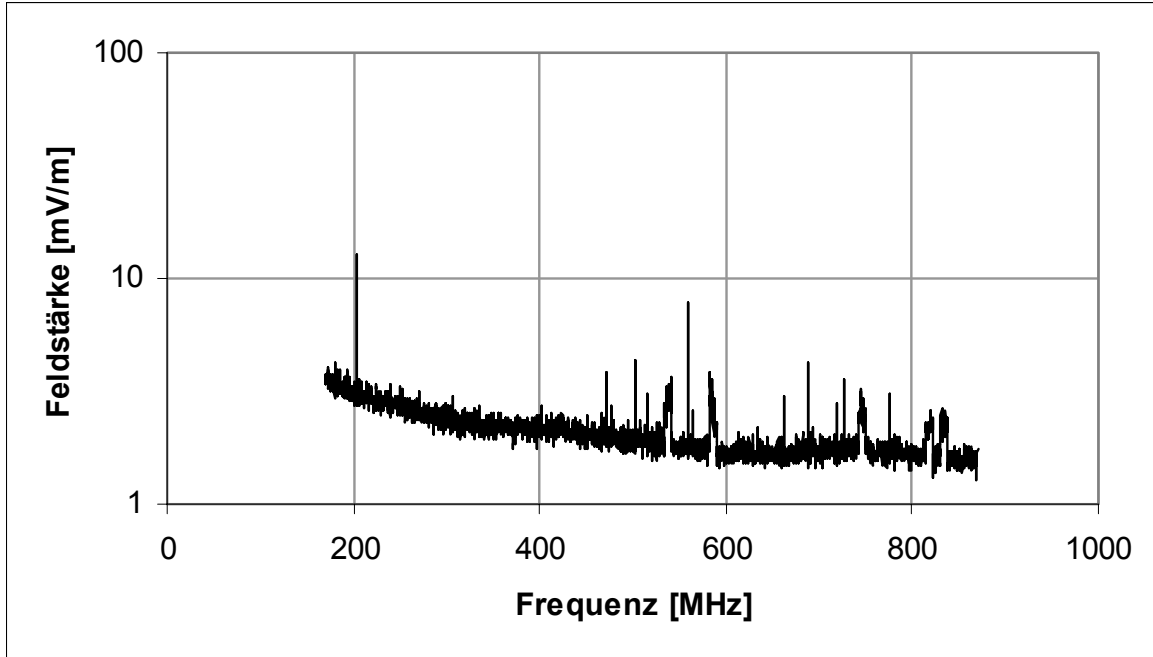
Messpunkt 40-1609	TV gesamt:	343 mV/m
Unna, Massener Heide	TV analog:	195 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>176 mV/m</i>
18.03.2005, 13.18	TV digital:	283 mV/m
	TV Sonstige:	82 mV/m



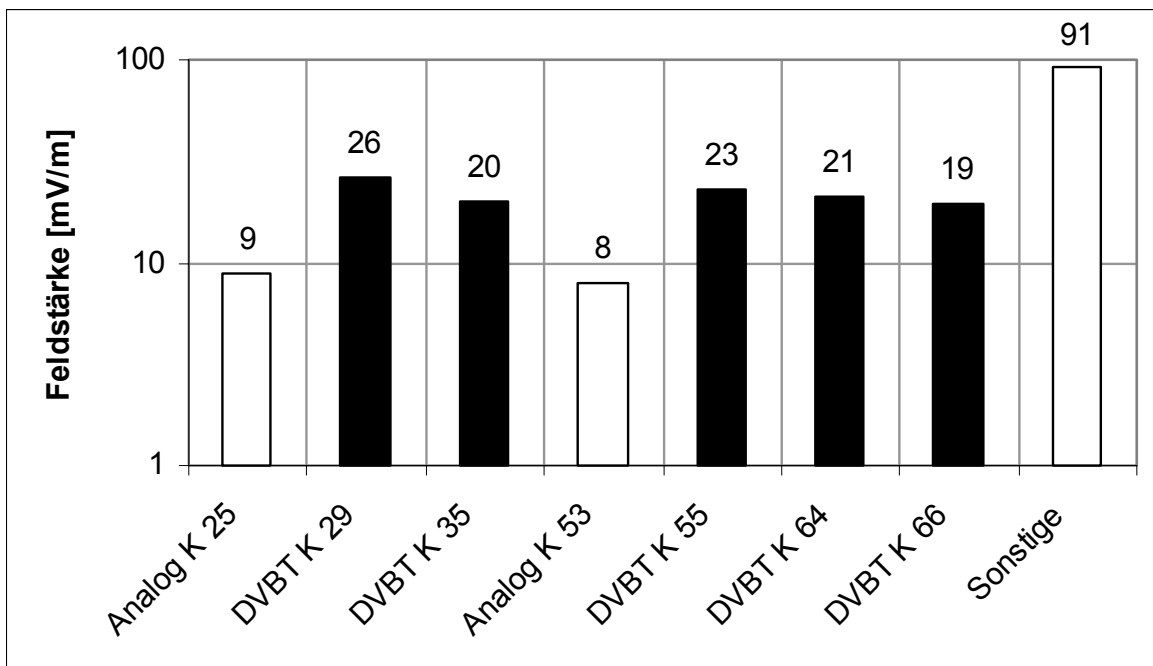
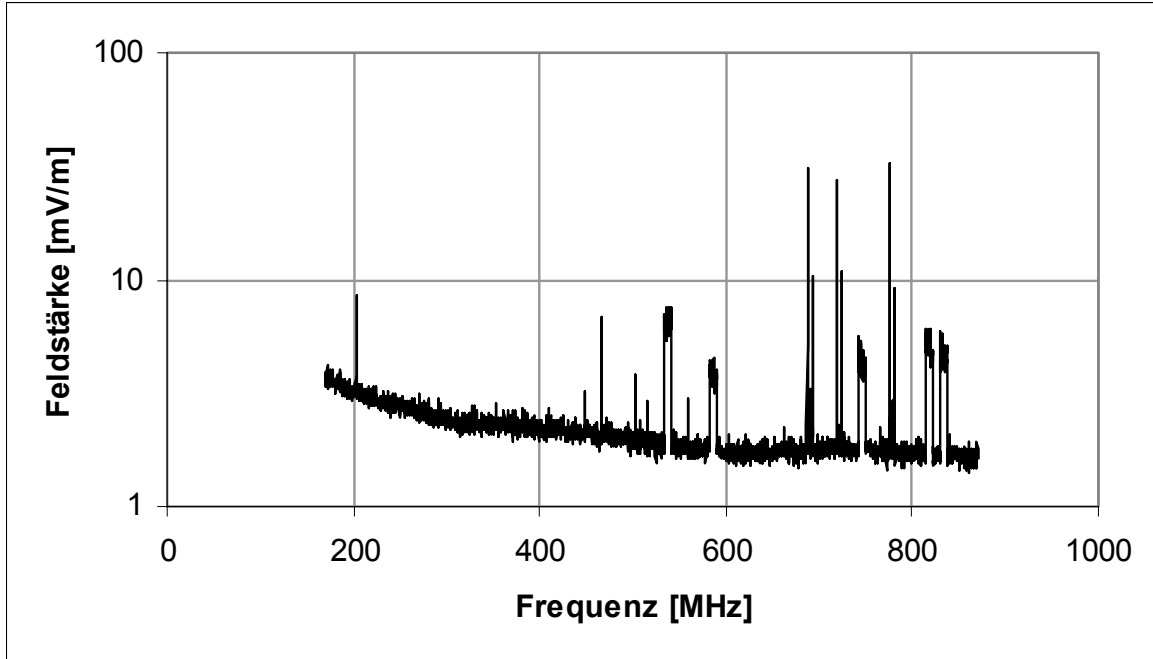
Messpunkt 41-1703	TV gesamt:	101 mV/m
Herne, Gerther Str. 17.03.2005, 10:04	TV analog:	91 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	46 mV/m
	TV digital:	44 mV/m
	TV Sonstige:	77 mV/m



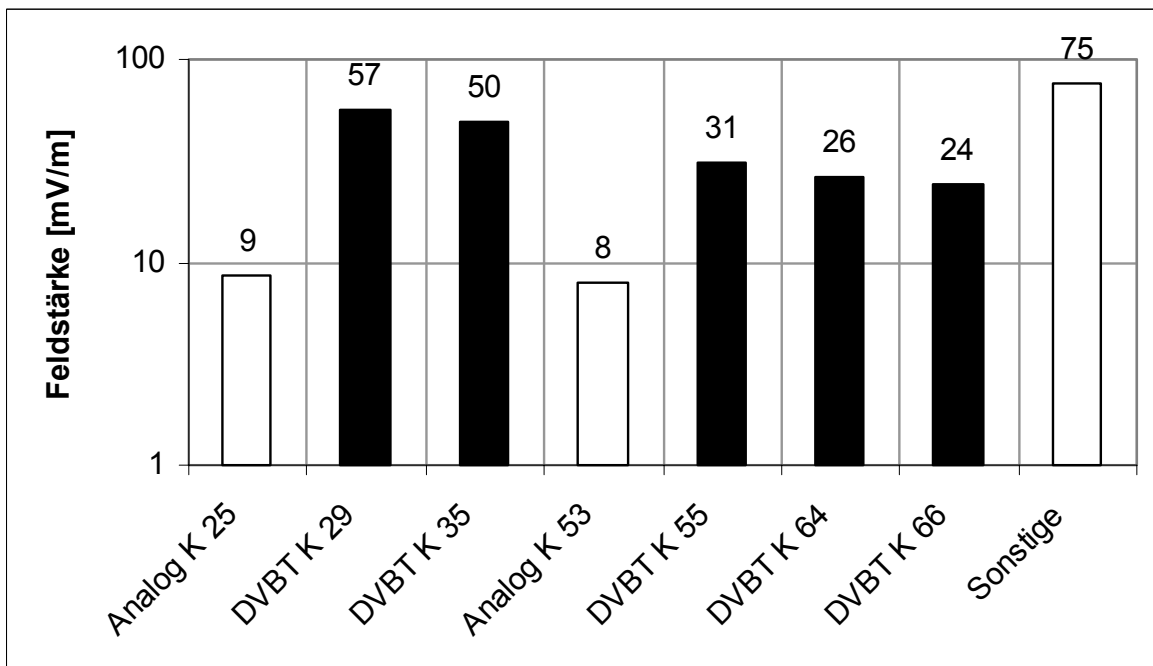
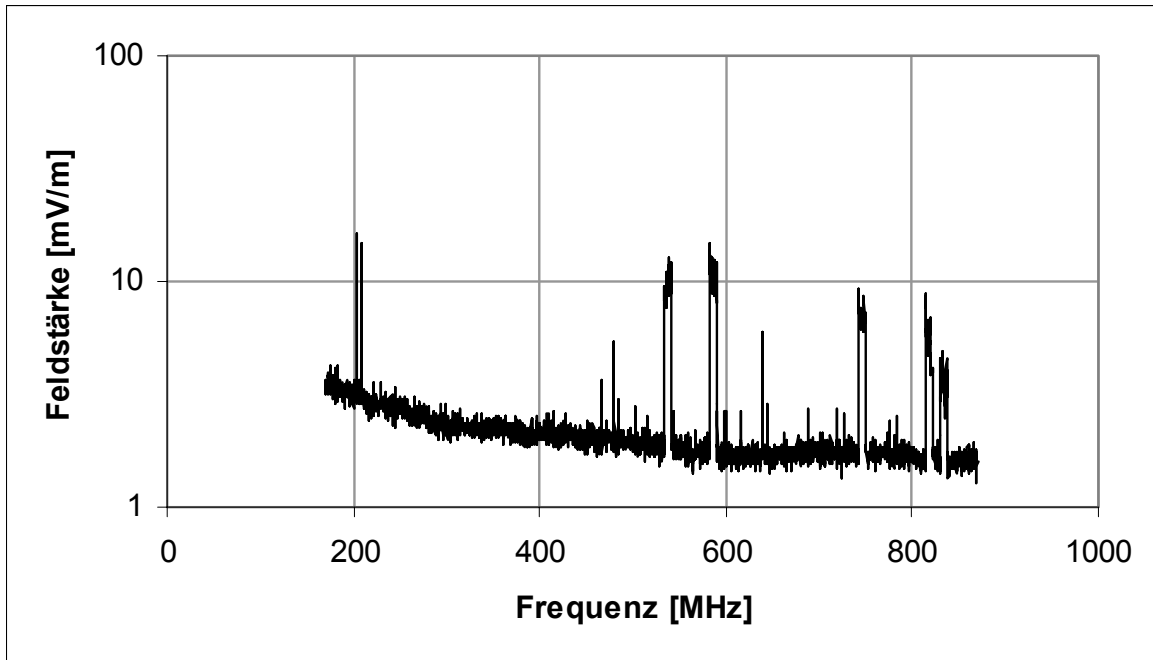
Messpunkt 42-1701	TV gesamt:	81 mV/m
Herne, Zillertalstr. 17.03.2005, 9:32	TV analog:	77 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>13 mV/m</i>
	TV digital:	24 mV/m
	TV Sonstige:	74 mV/m



Messpunkt 43-1702	TV gesamt:	106 mV/m
Bochum, Tippelsberger Str. 17.03.2005, 9:47	TV analog:	93 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>12 mV/m</i>
	TV digital:	49 mV/m
	TV Sonstige:	91 mV/m

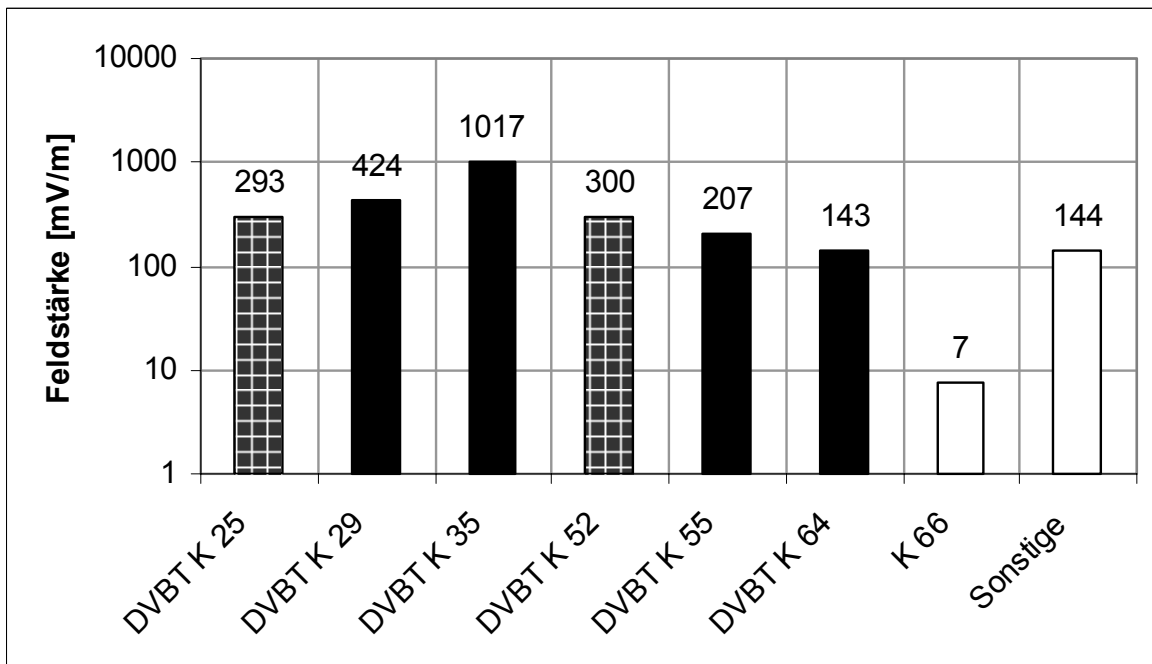
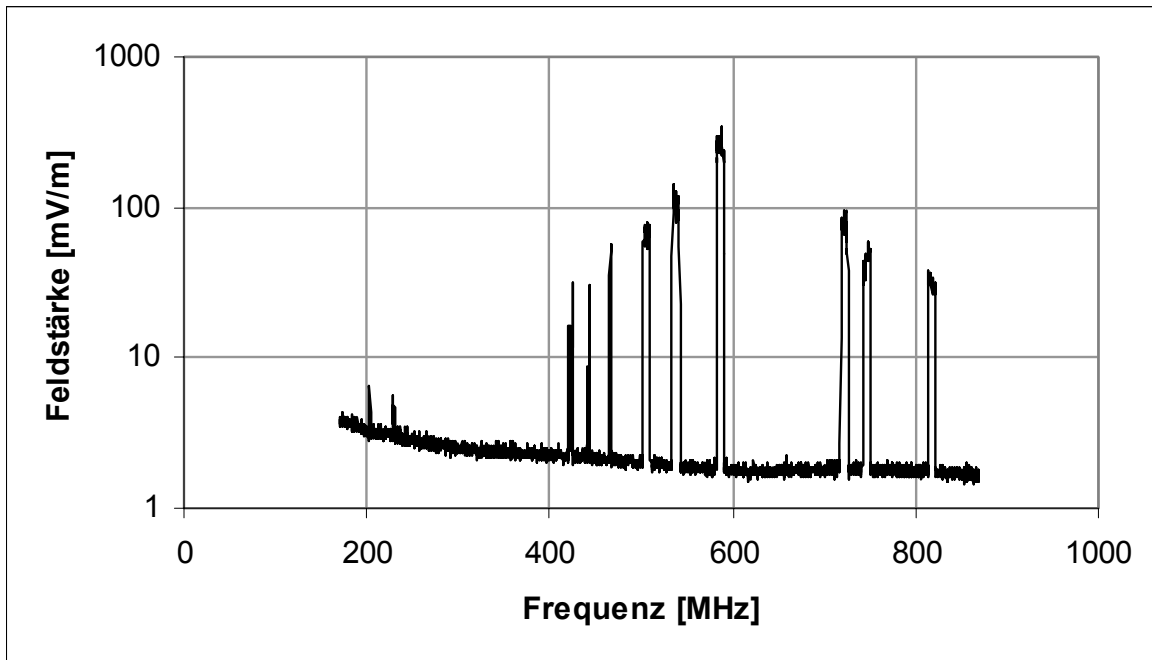


Messpunkt 44-LUA	TV gesamt:	125 mV/m
Essen, Wallneyer Str. 18.03.2005, 14:22	TV analog:	87 mV/m
	<i>davon SenderDortmund:</i>	<i>12 mV/m</i>
	TV digital:	89 mV/m
	TV Sonstige:	75 mV/m

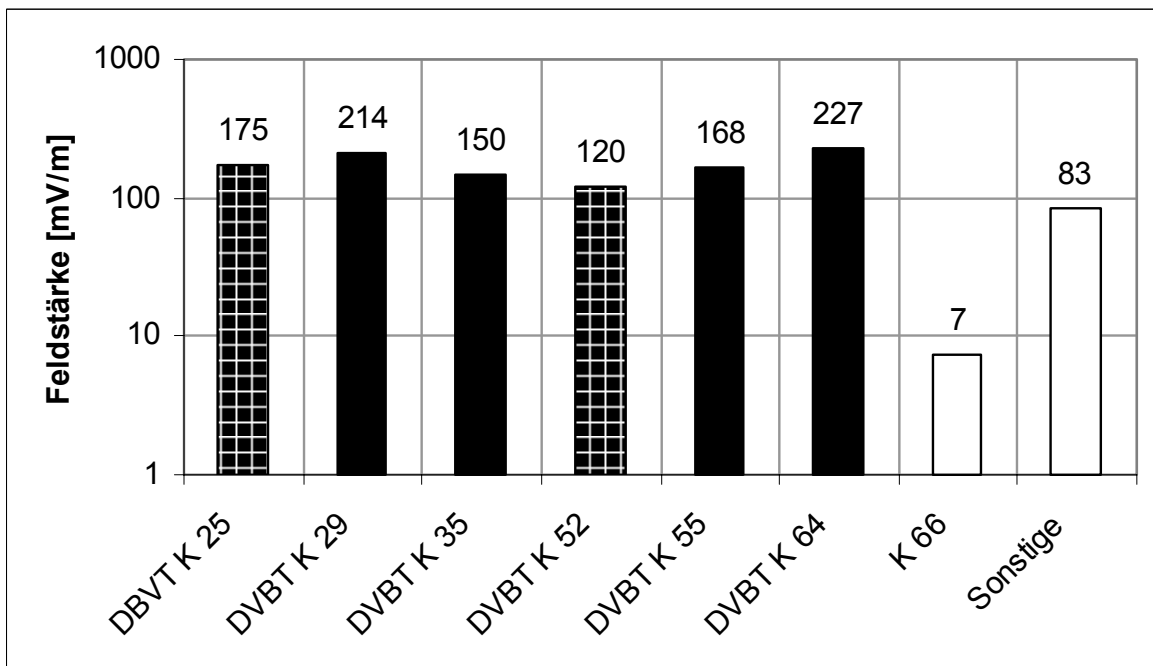
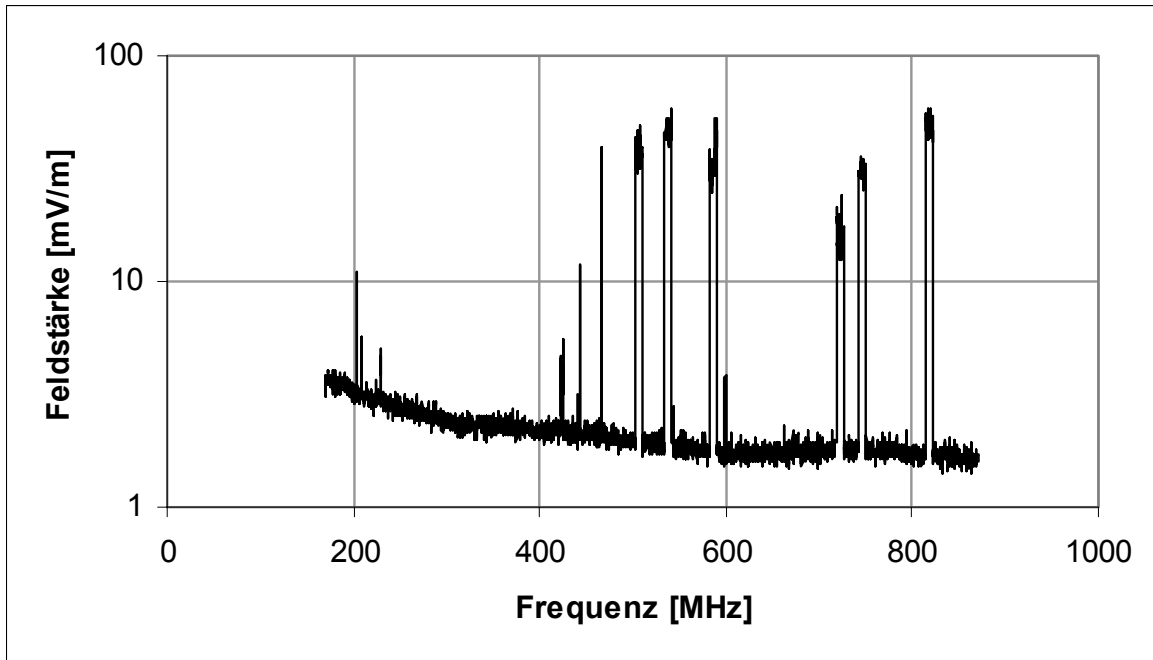


4.2 Wiederholungsmessungen April 2005

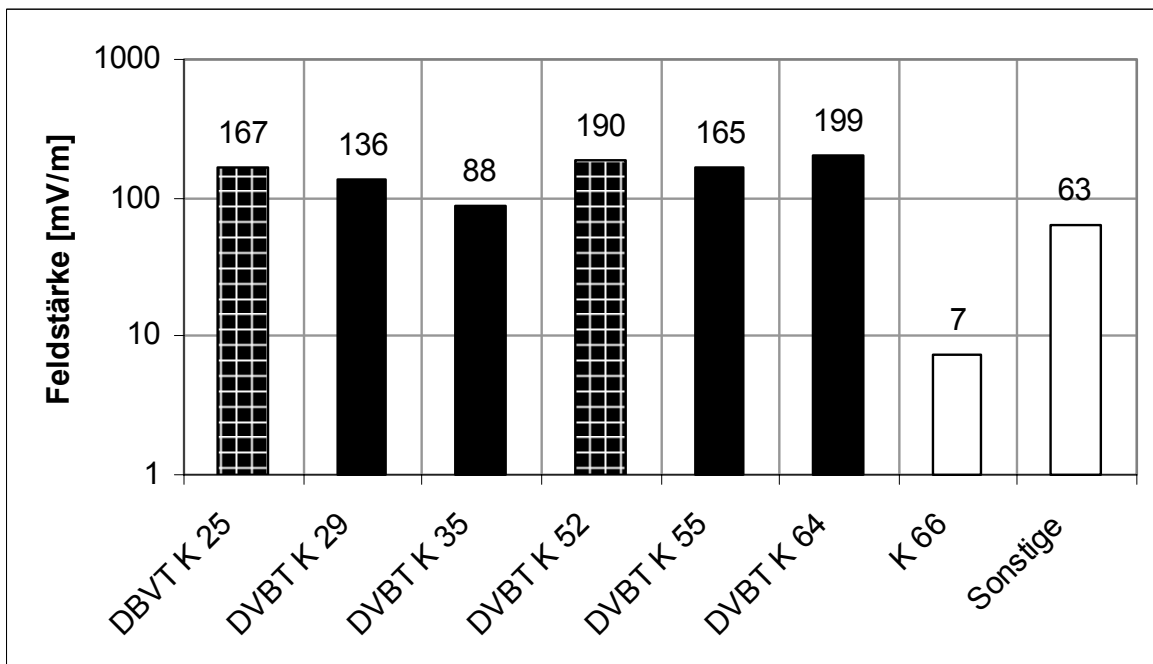
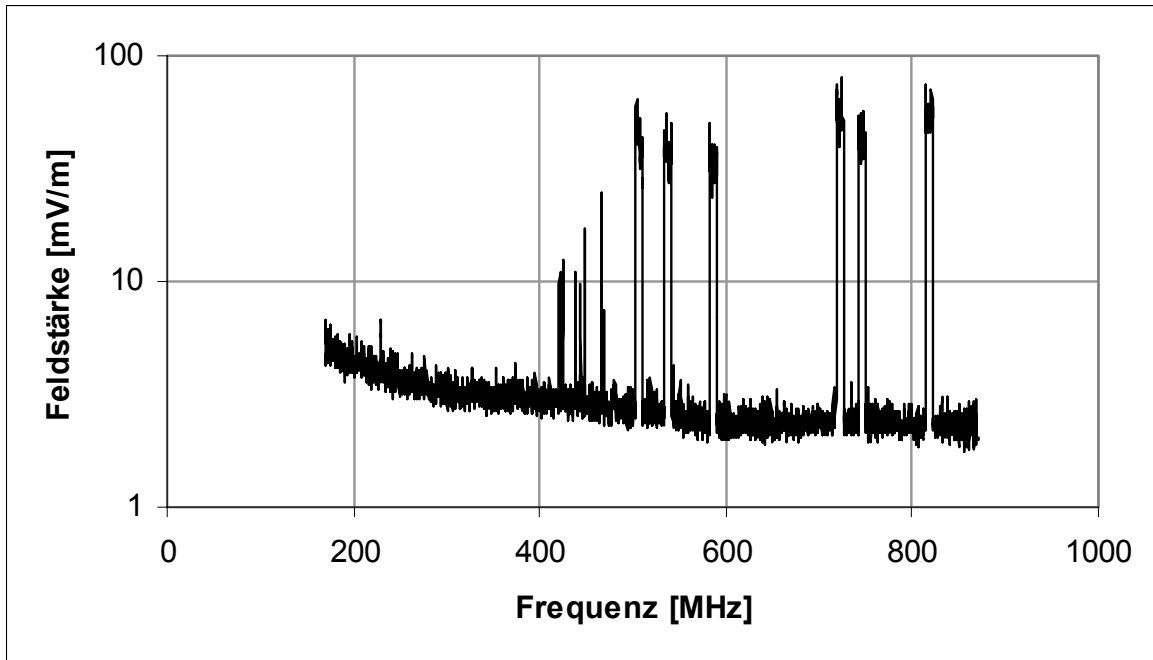
Messpunkt 01-1604 X	TV gesamt:	1214 mV/m
Dortmund, Baurat-Marx-Allee 14.04.2005, 11:15	TV digital:	1205 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	144 mV/m



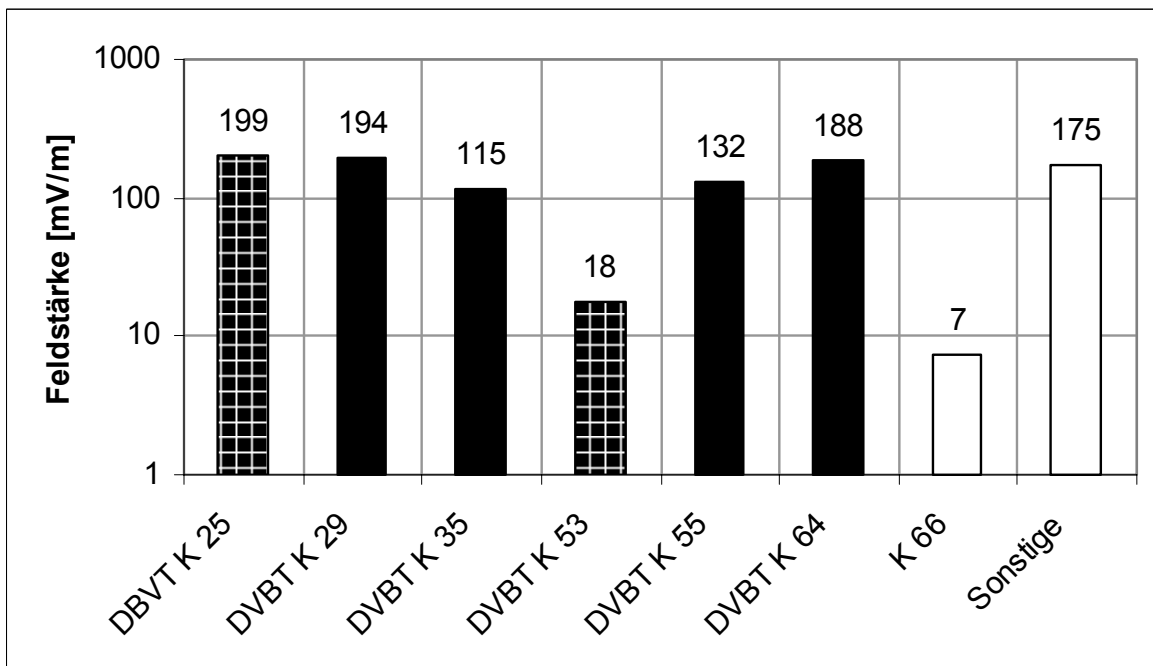
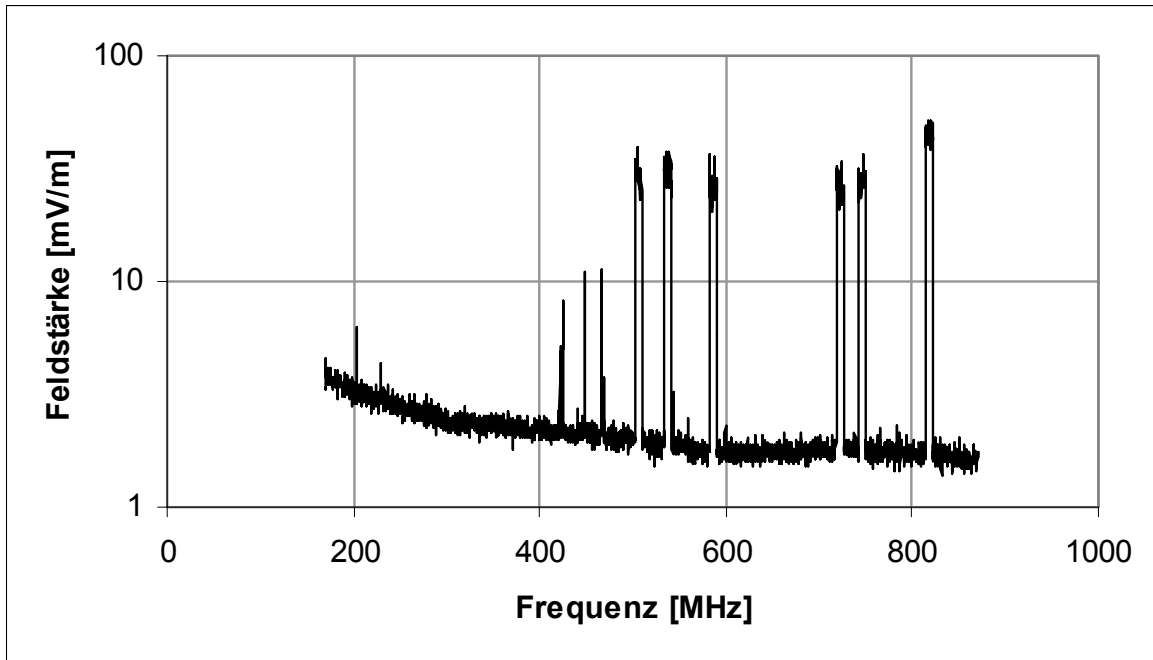
Messpunkt 02-1605 X	TV gesamt:	447 mV/m
Dortmund, Rathenastr. 14.04.2005, 11:45	TV digital:	439 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	83 mV/m



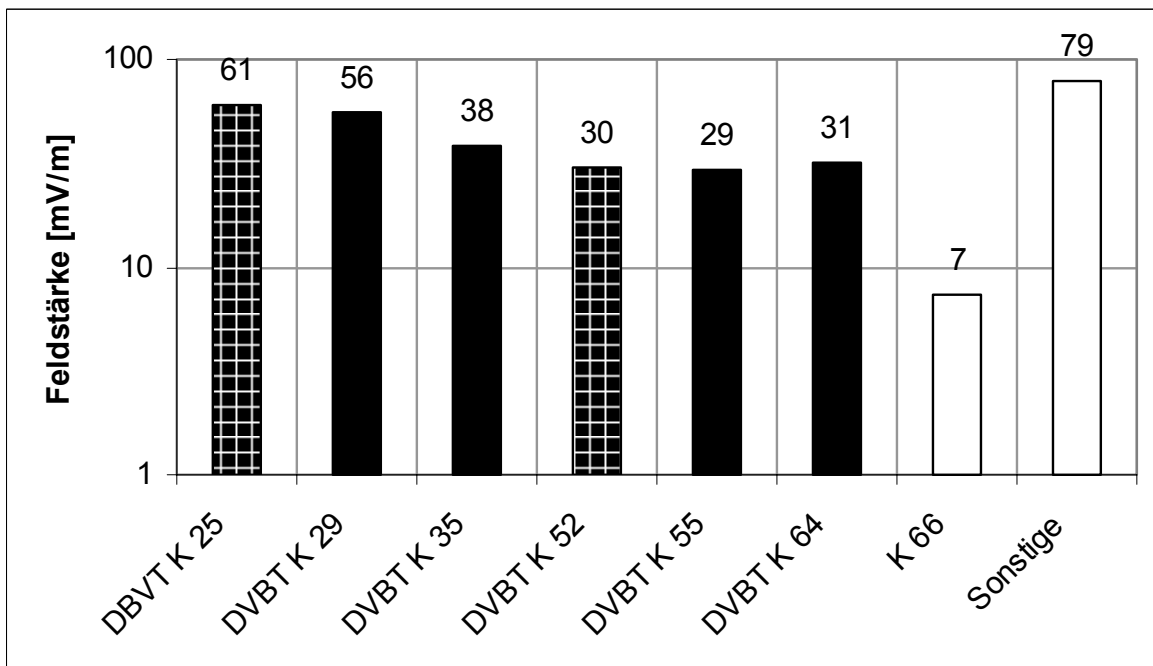
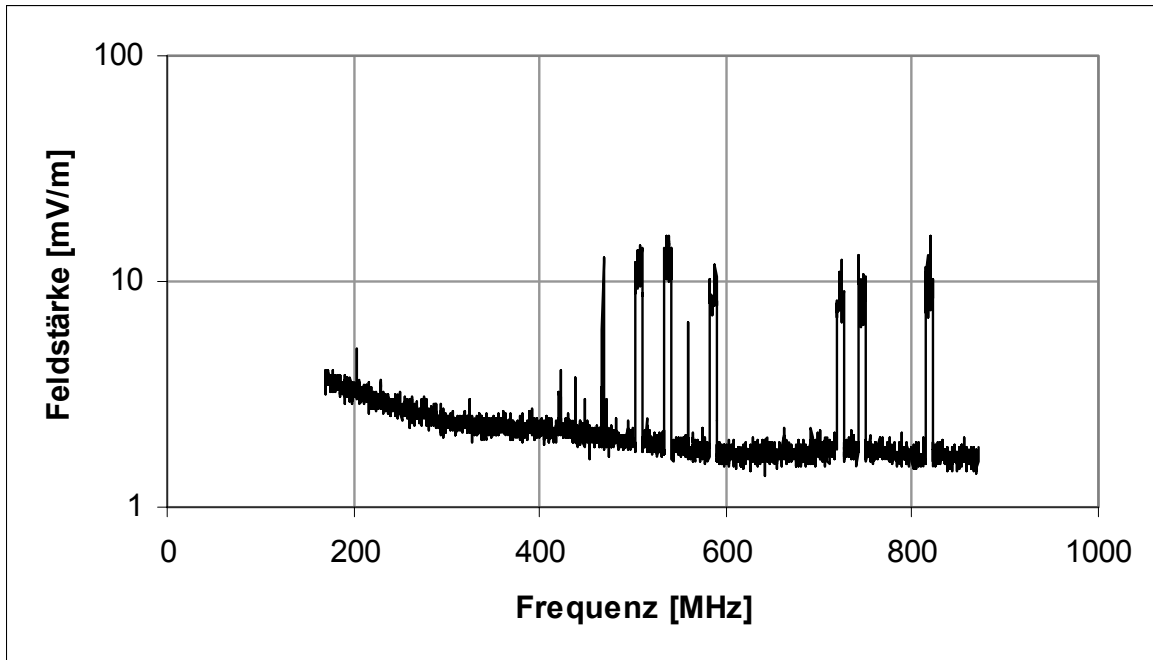
Messpunkt 06-1602 X	TV gesamt:	401 mV/m
Dortmund, Emil-Figge-Str. 14.04.2005, 10:45	TV digital:	396 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	63 mV/m



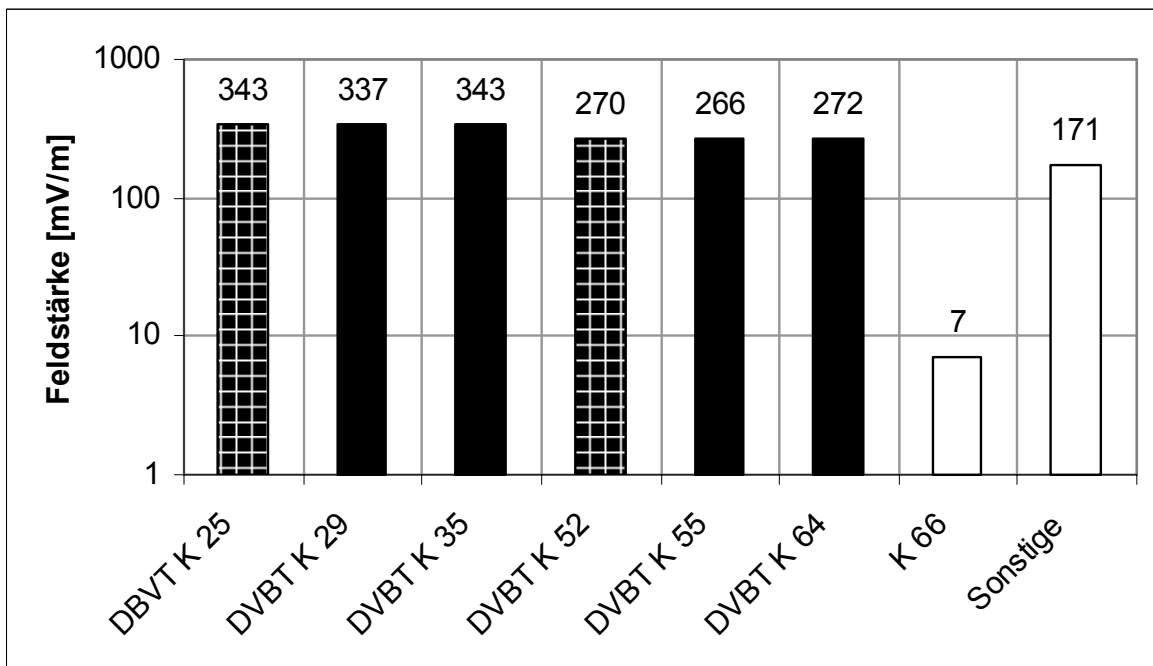
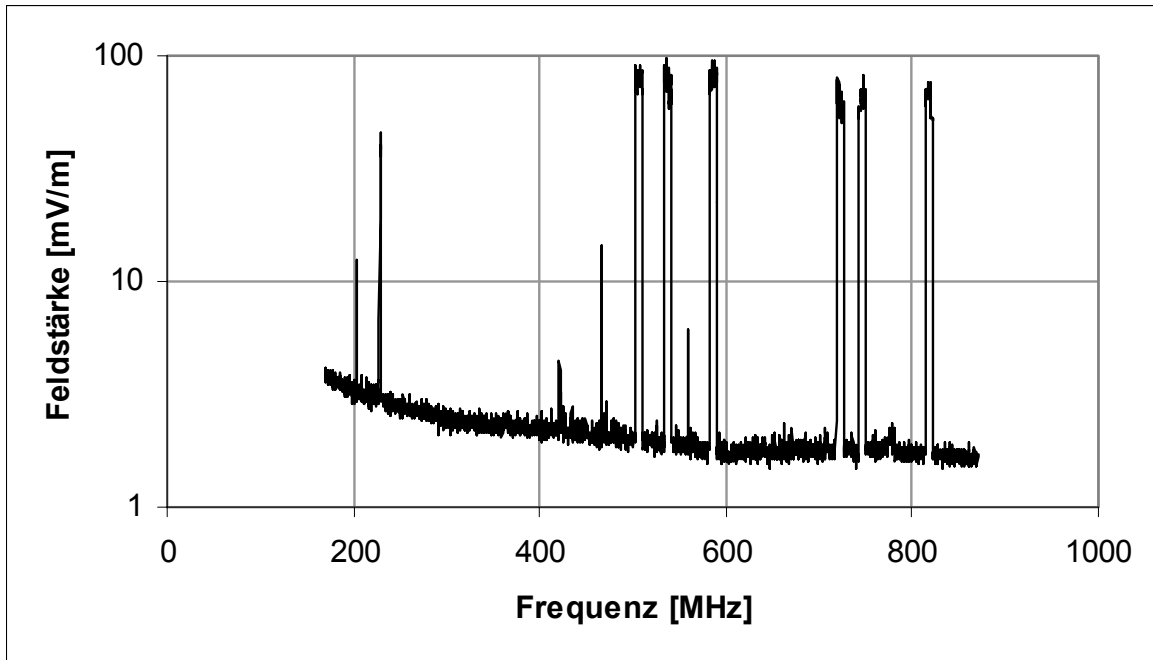
Messpunkt 06-1602 X	TV gesamt:	418 mV/m
Dortmund, Emil-Figge-Str. 15.04.2005, 11:22	TV digital:	379 mV/m
2. Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	175 mV/m



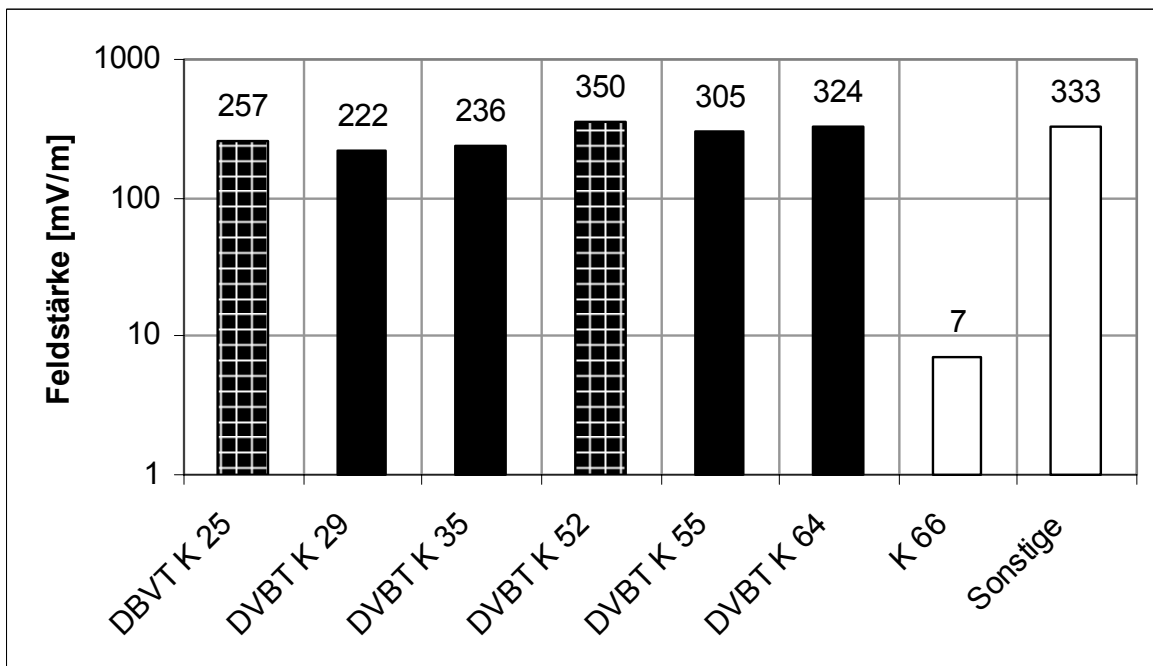
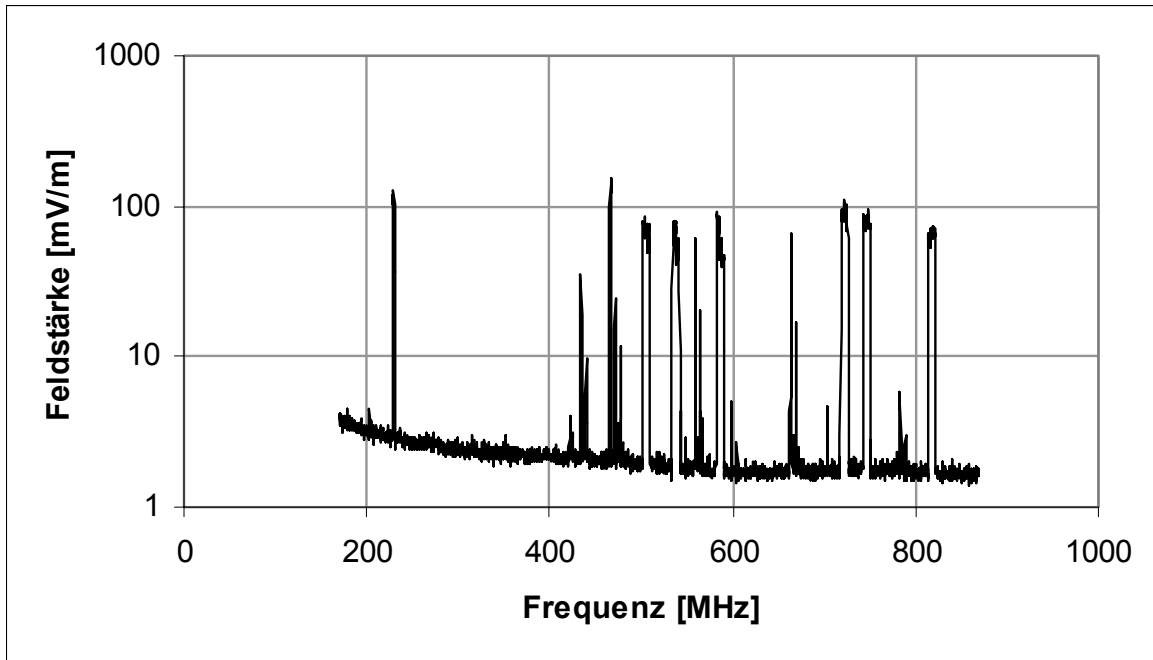
Messpunkt 09-1814 X	TV gesamt:	132 mV/m
Dortmund, Wittener Str. 15.04.2005, 11:09	TV digital:	105 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	79 mV/m



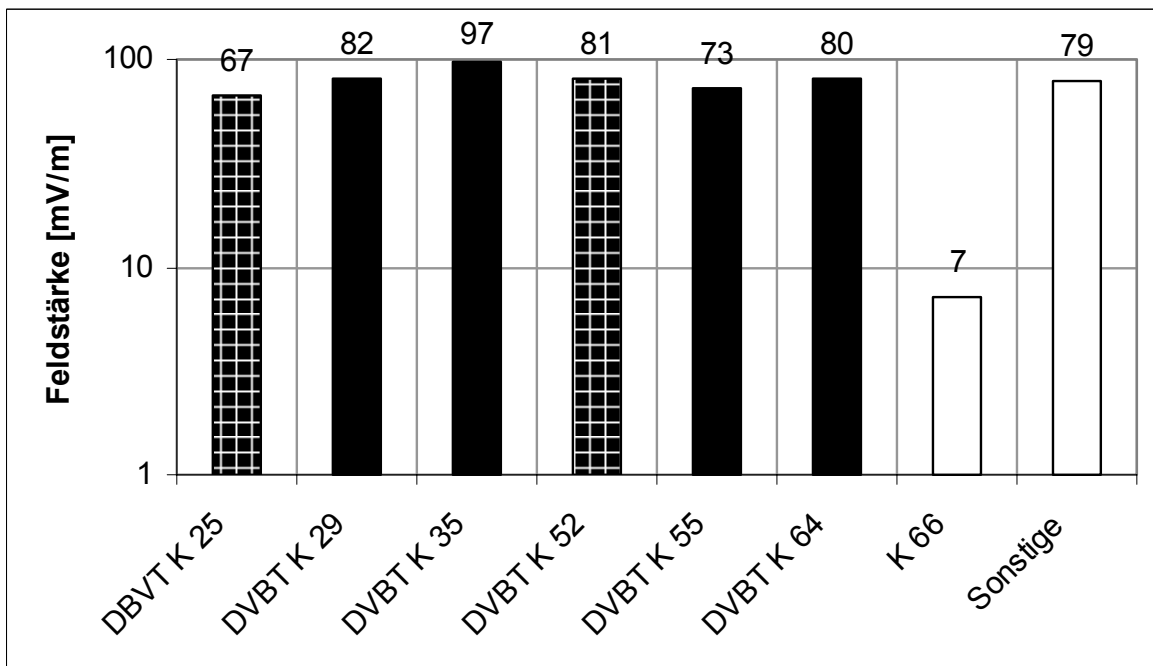
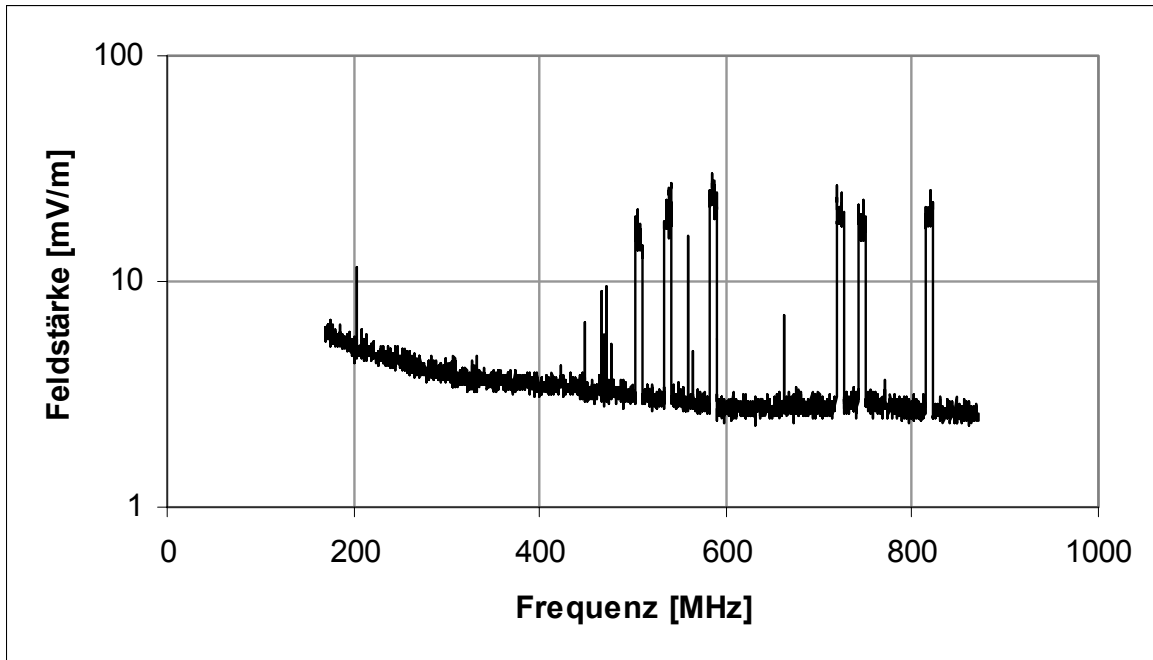
Messpunkt 13-1714 X	TV gesamt:	771 mV/m
Dortmund, Ringelohstr. 14.04.2005, 12:10	TV digital:	752 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	171 mV/m



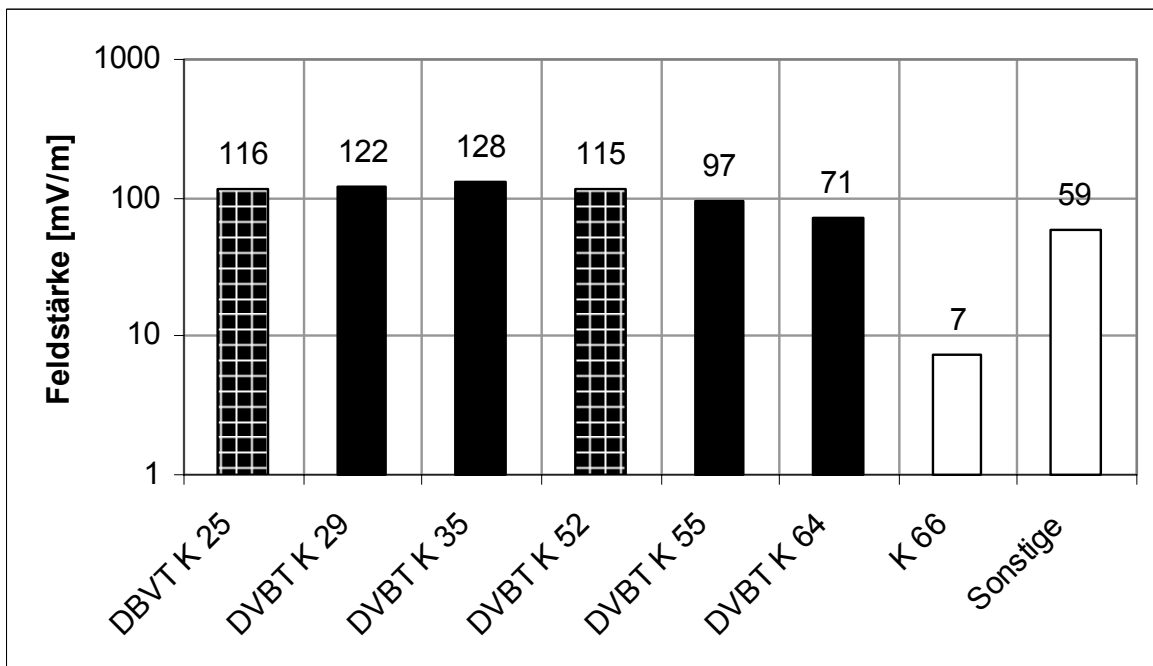
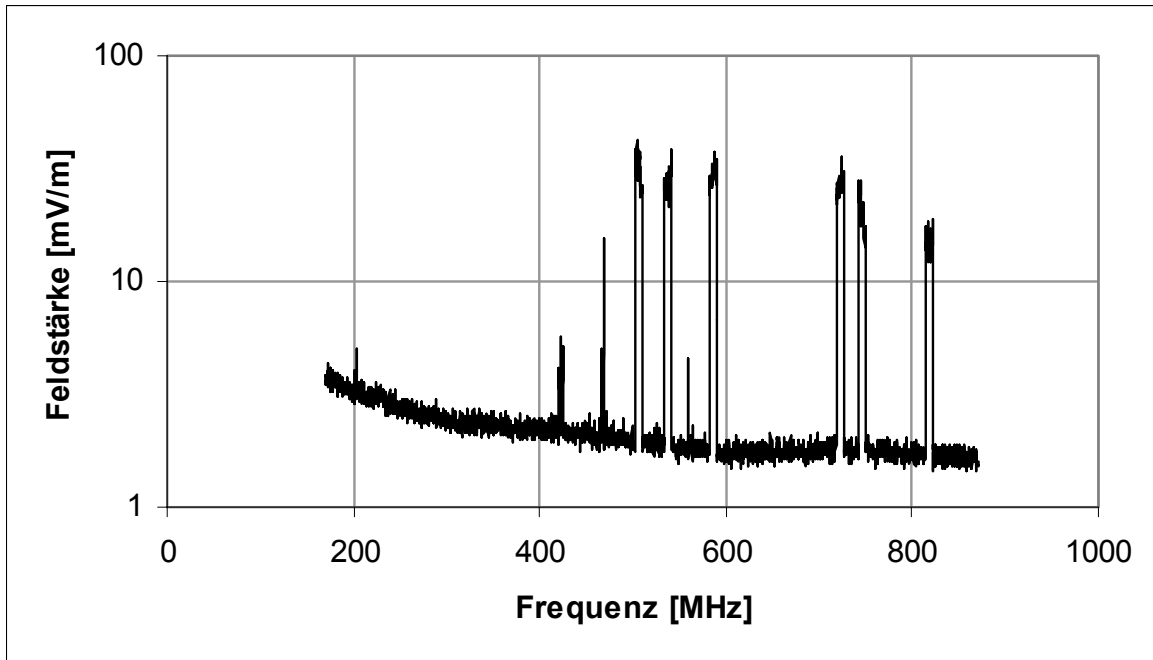
Messpunkt 18-1713 X	TV gesamt:	776 mV/m
Dortmund, Höchstener Str. 14.04.2005, 12:53	TV digital:	701 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	333 mV/m



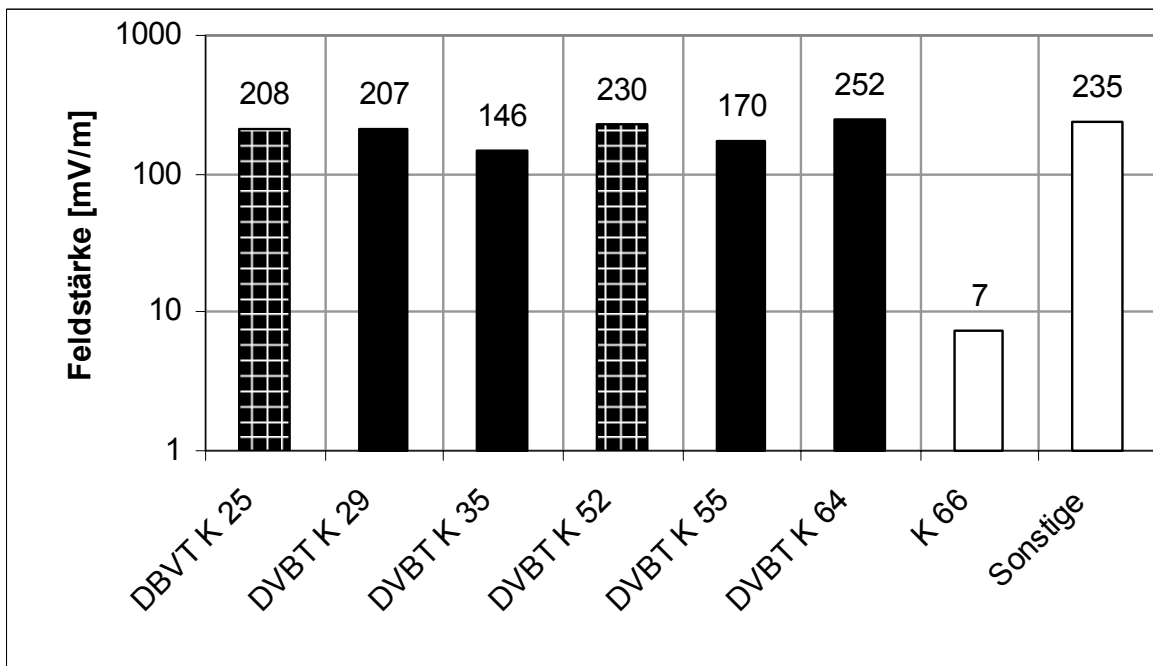
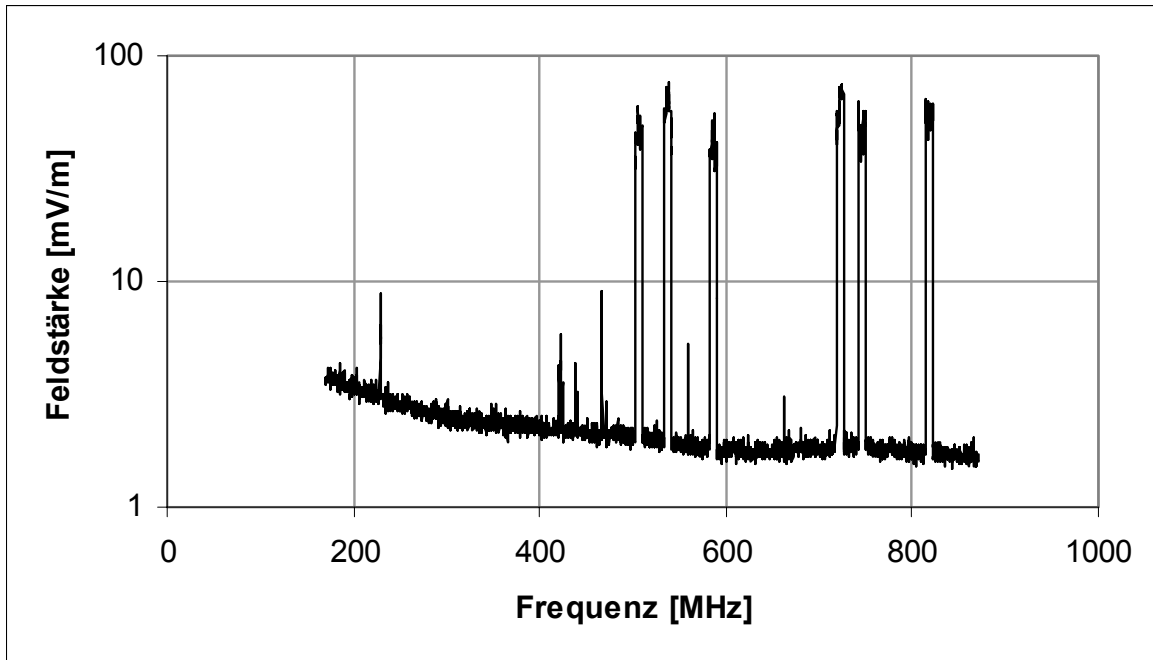
Messpunkt 19-1601 X	TV gesamt:	212 mV/m
Dortmund, Tidbaldweg 14.04.2005, 10:28	TV digital:	197 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	79 mV/m



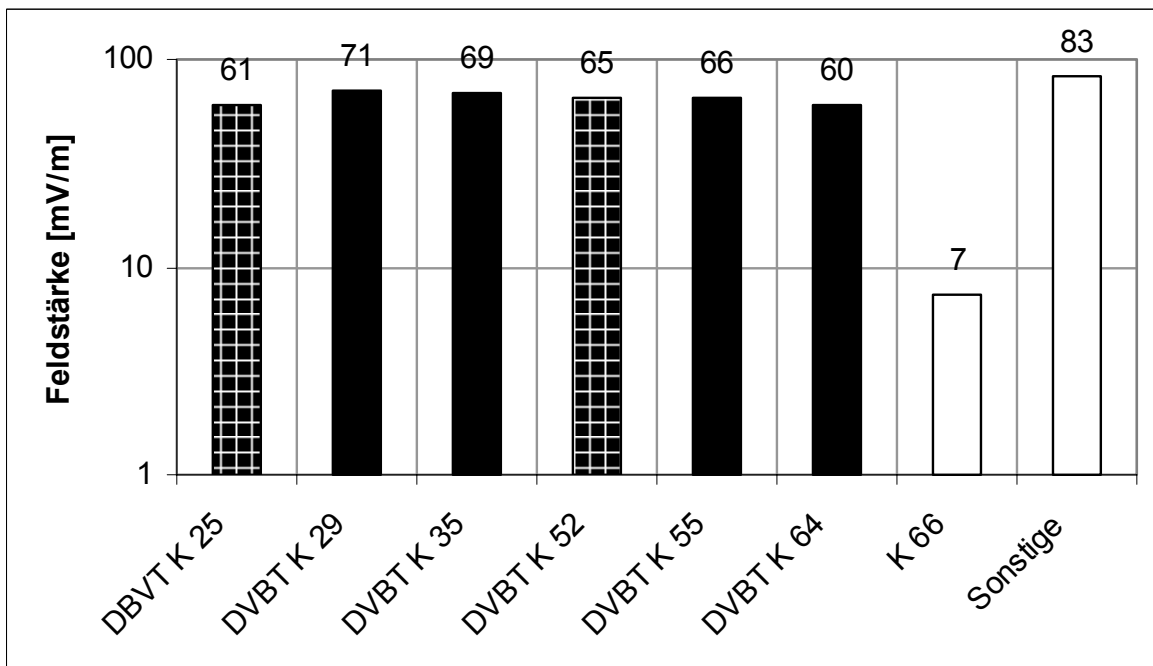
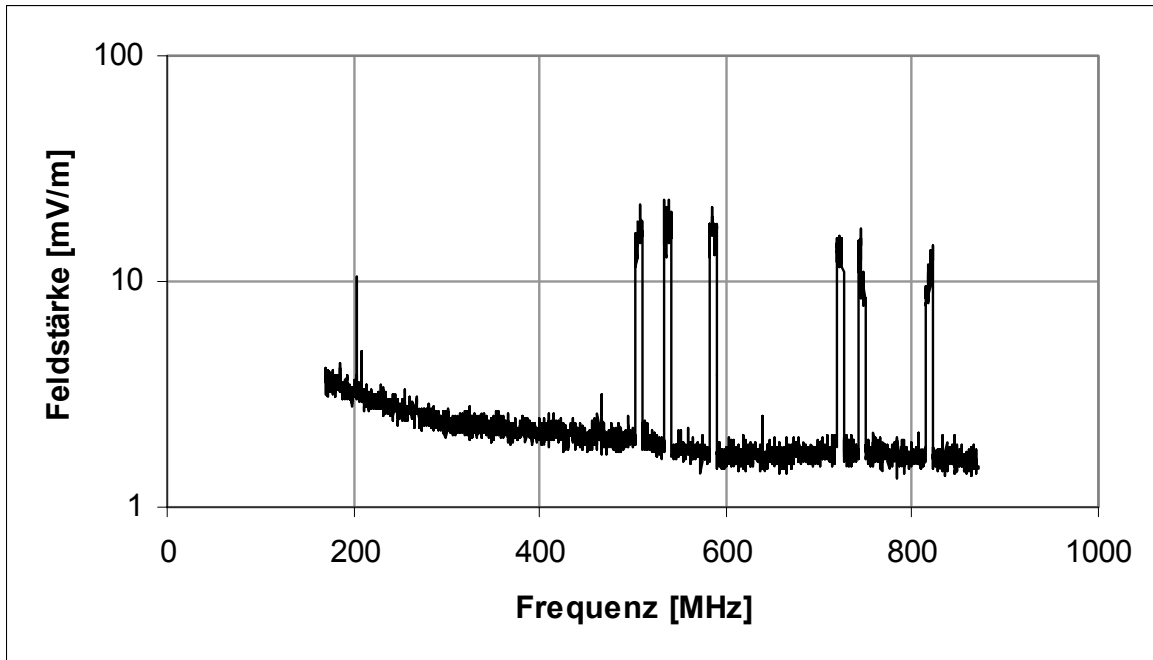
Messpunkt 20-1813 X	TV gesamt:	276 mV/m
Dortmund, Wischlinger Weg 15.04.2005, 11:44	TV digital:	269 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	59 mV/m



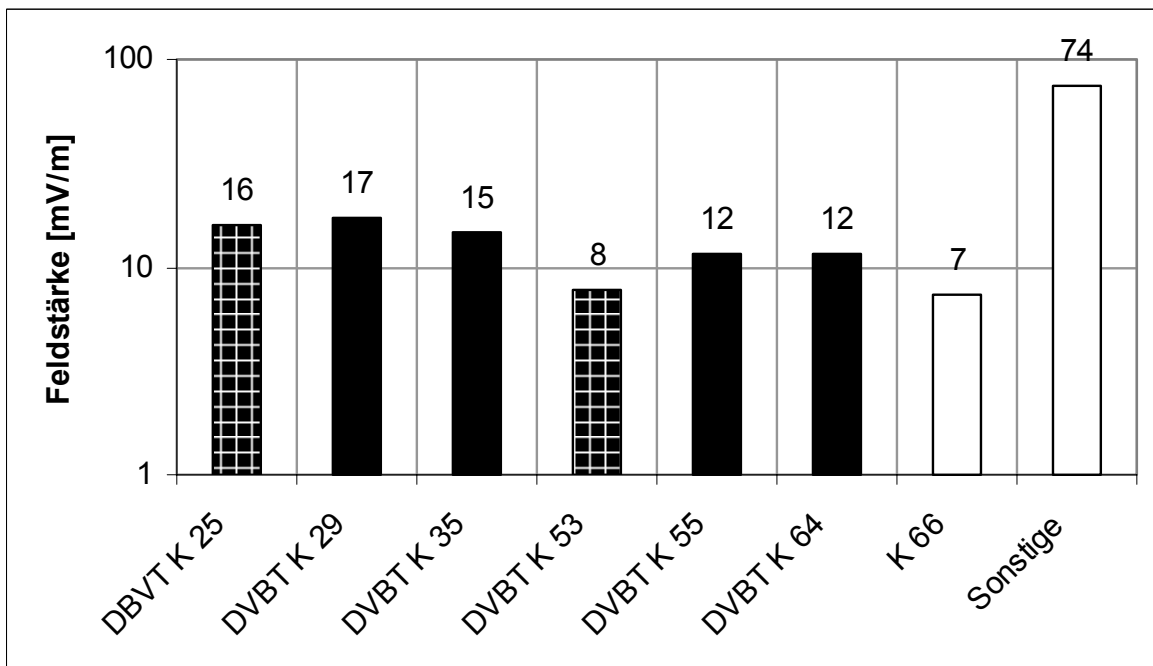
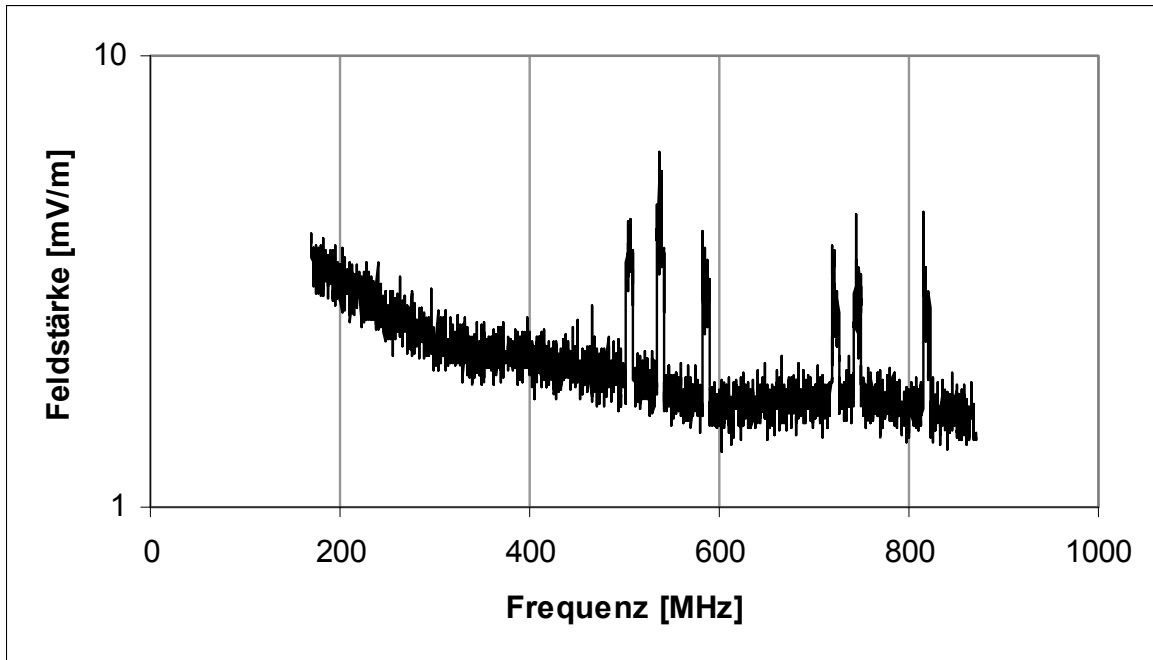
Messpunkt 22-1715 X	TV gesamt:	506 mV/m
Dortmund, Kortenstr. 14.04.2005, 12:28	TV digital:	502 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	57 mV/m



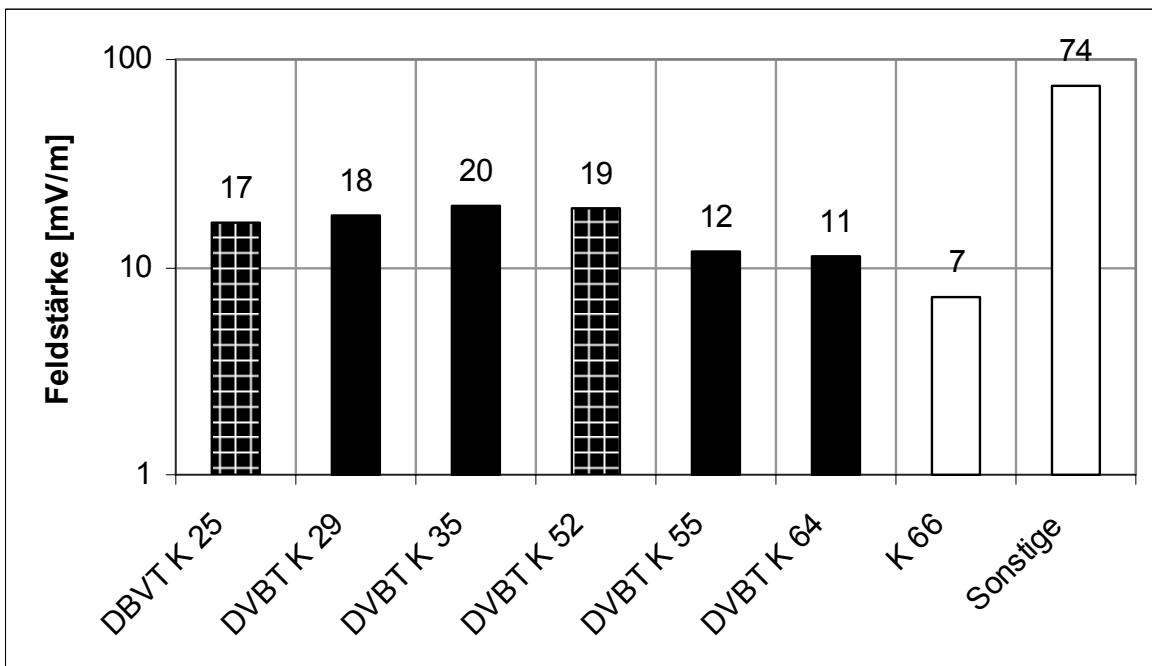
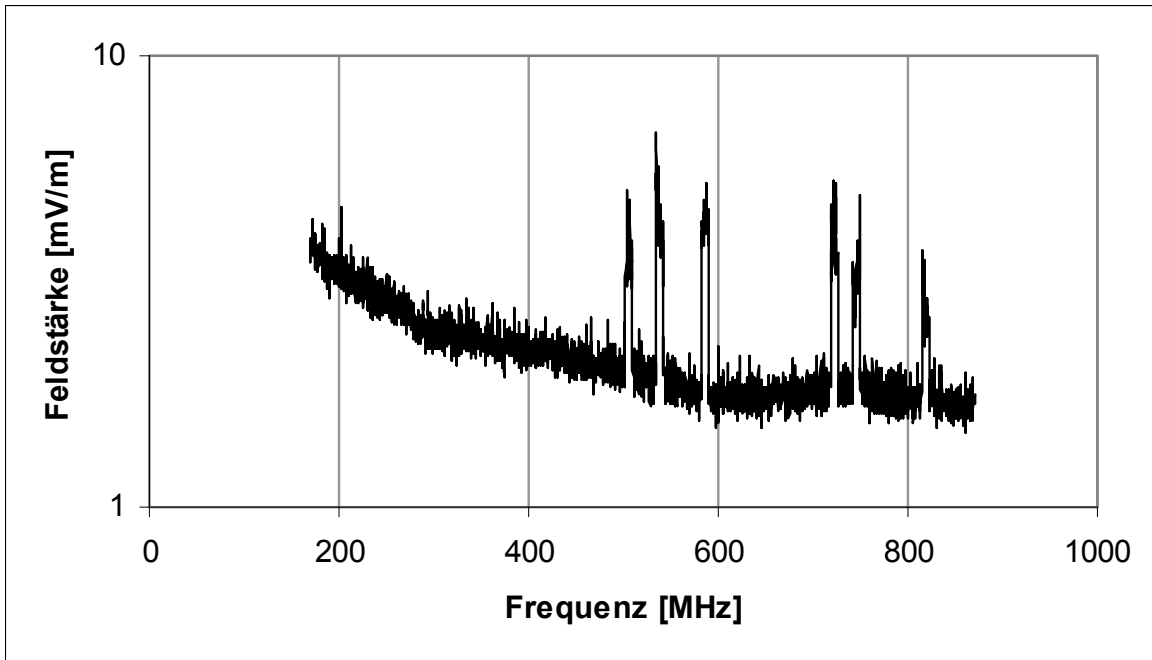
Messpunkt 29-1815 X	TV gesamt:	181 mV/m
Dortmund, Martener Str. 15.04.2005, 10:20	TV digital:	161 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	83 mV/m



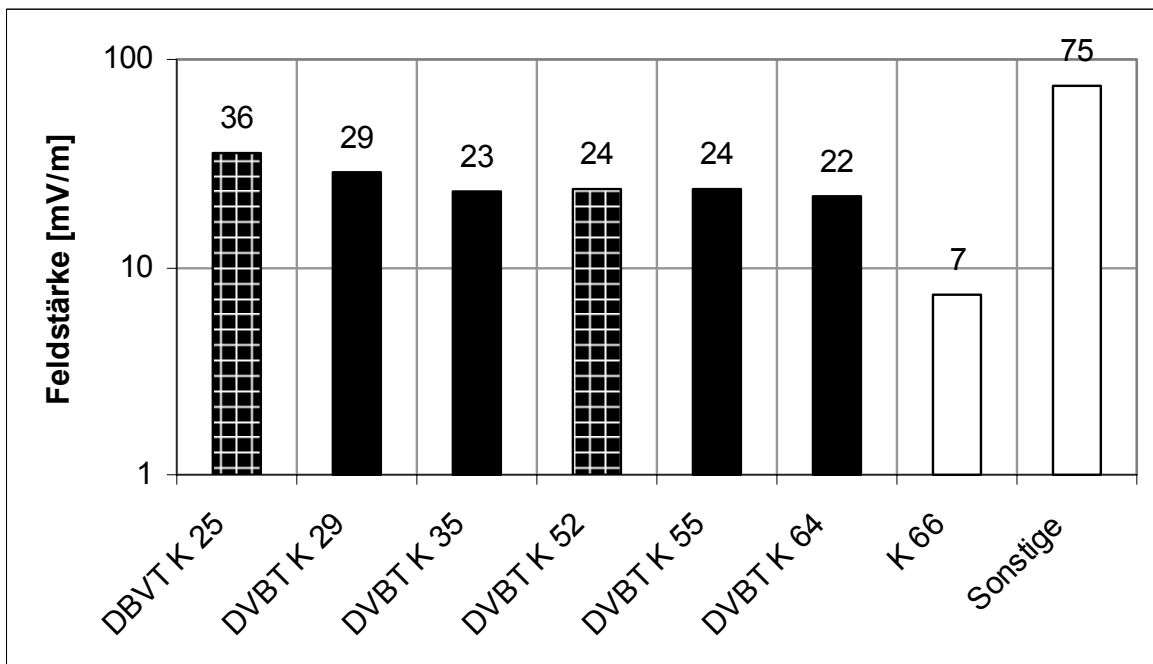
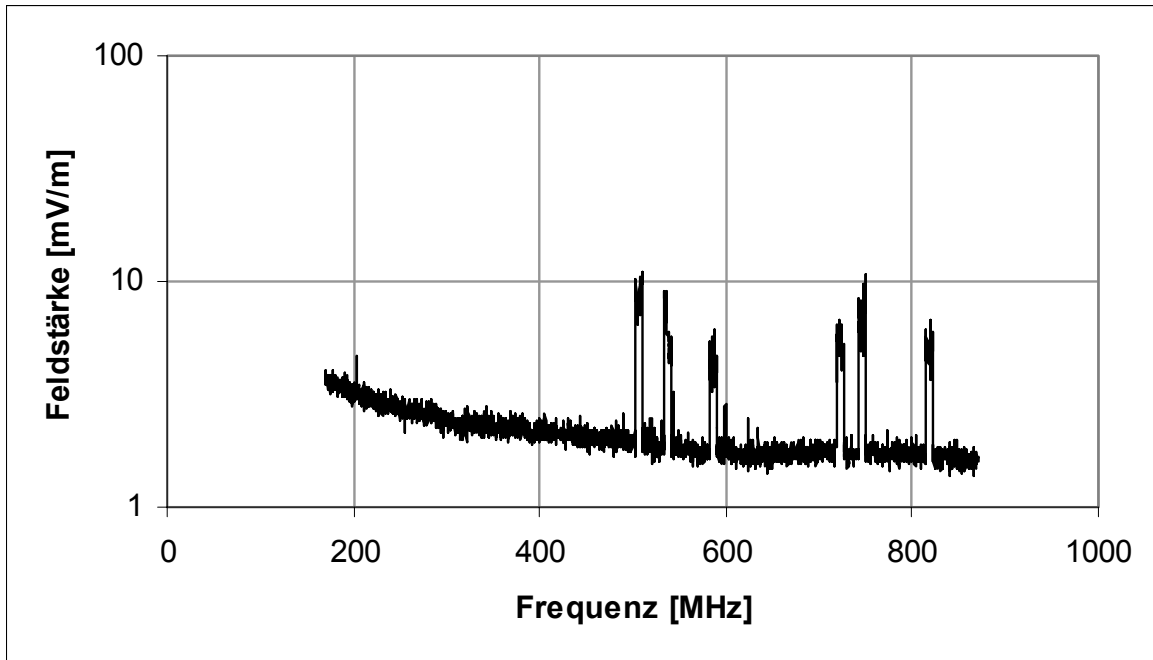
Messpunkt 30-1812 X	TV gesamt:	83 mV/m
Dortmund, Mosselde 15.04.2005, 11:59	TV digital:	33 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	75 mV/m



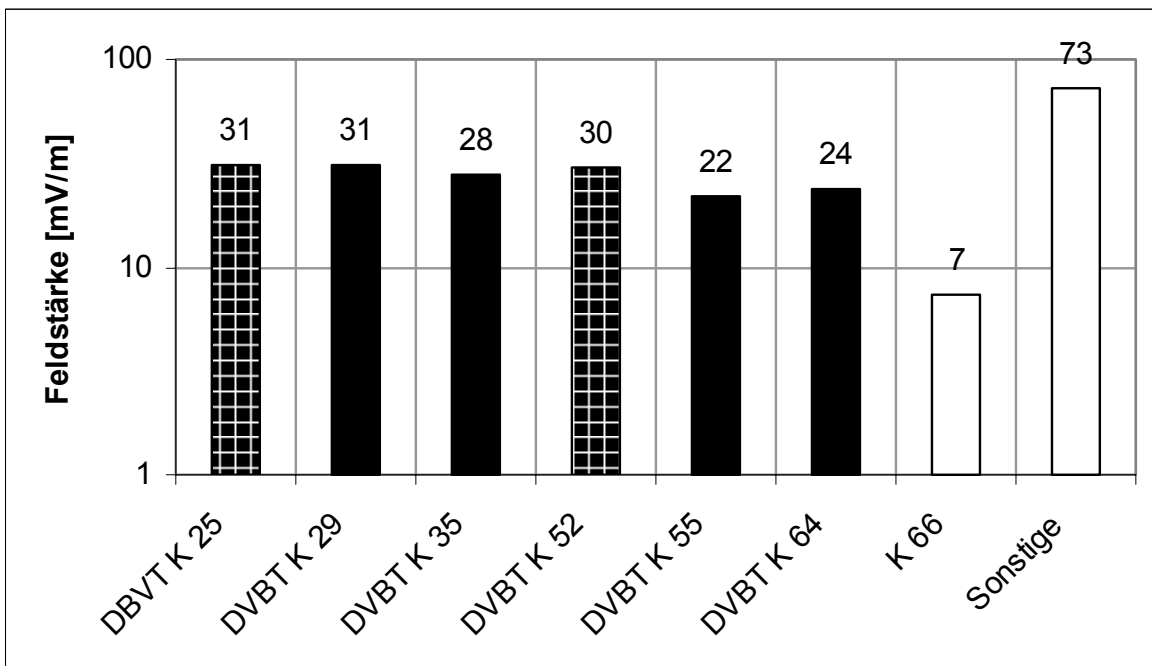
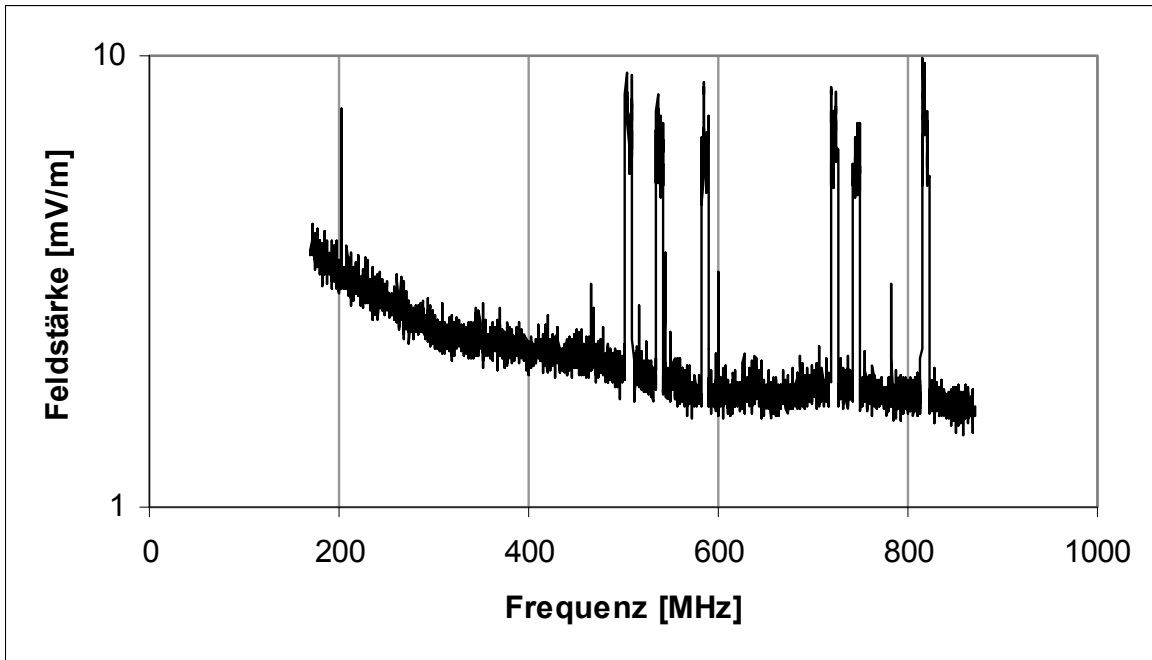
Messpunkt 31-1804 X	TV gesamt:	84 mV/m
Dortmund, Hostedder Str. 15.04.2005, 11:59	TV digital:	40 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	74 mV/m



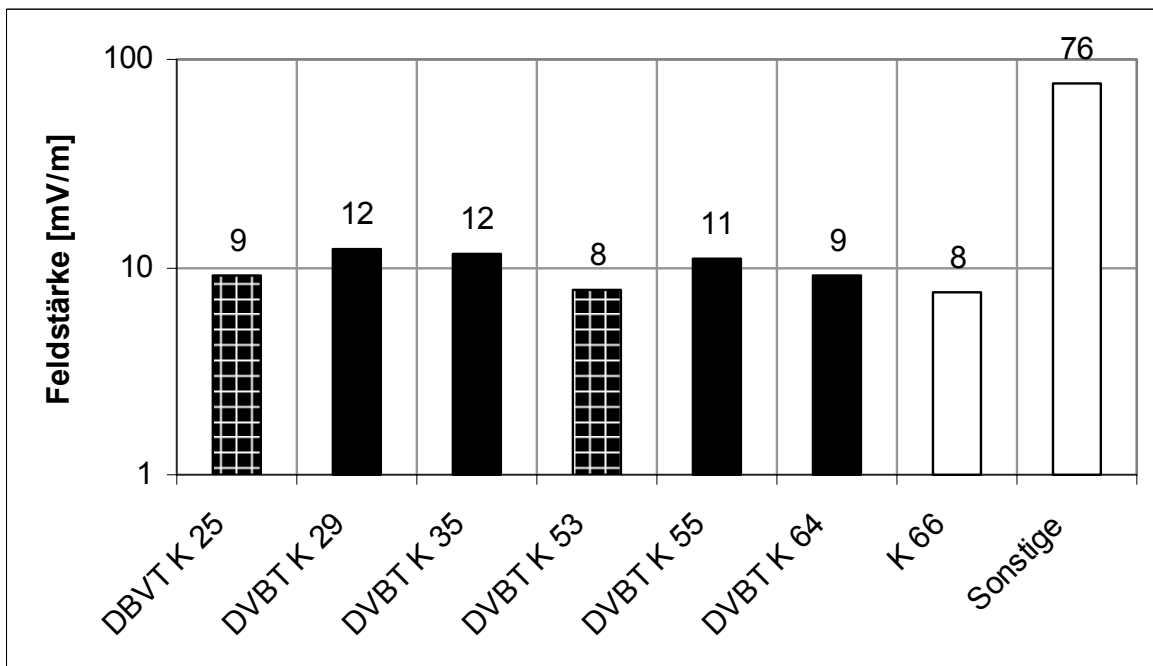
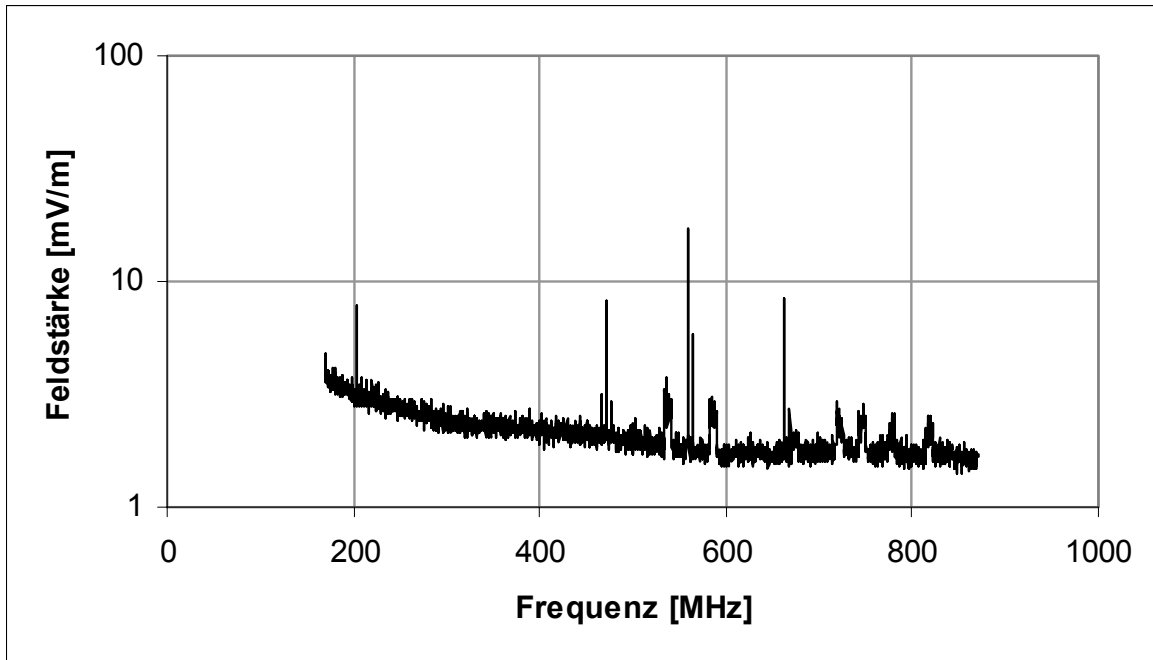
Messpunkt 33-1803 X	TV gesamt:	99 mV/m
Dortmund, Greveler Str. 15.04.2005, 12:54	TV digital:	65 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	75 mV/m



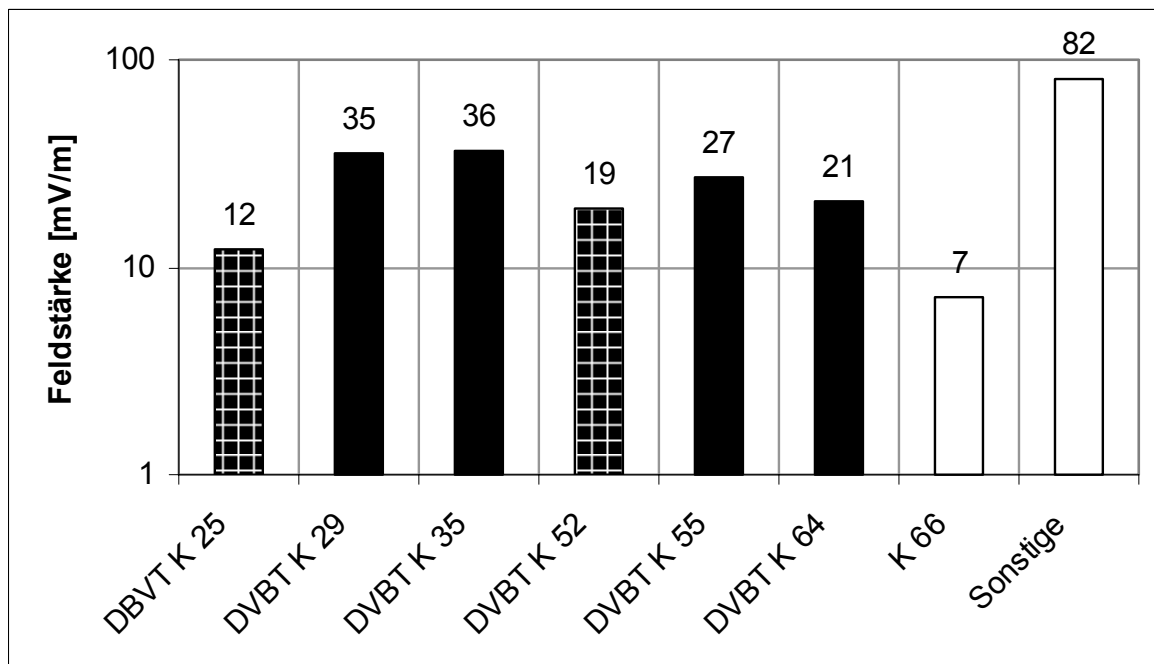
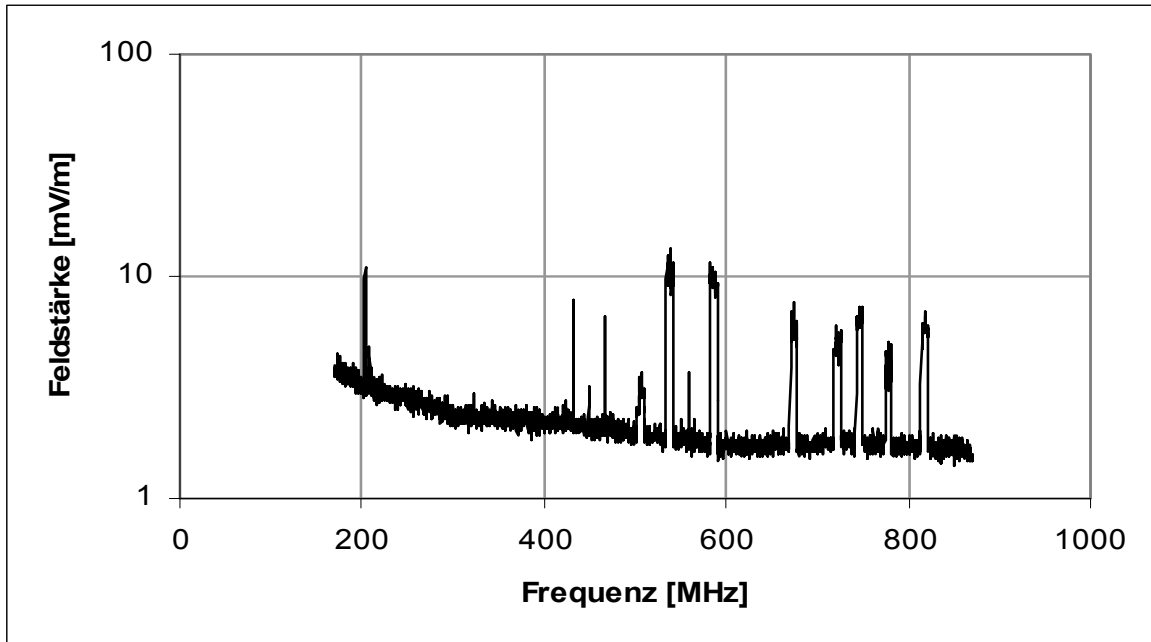
Messpunkt 35-1705 X	TV gesamt:	100 mV/m
Dortmund, Parkplatz B1 14.04.2005, 10:17	TV digital:	68 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	73 mV/m



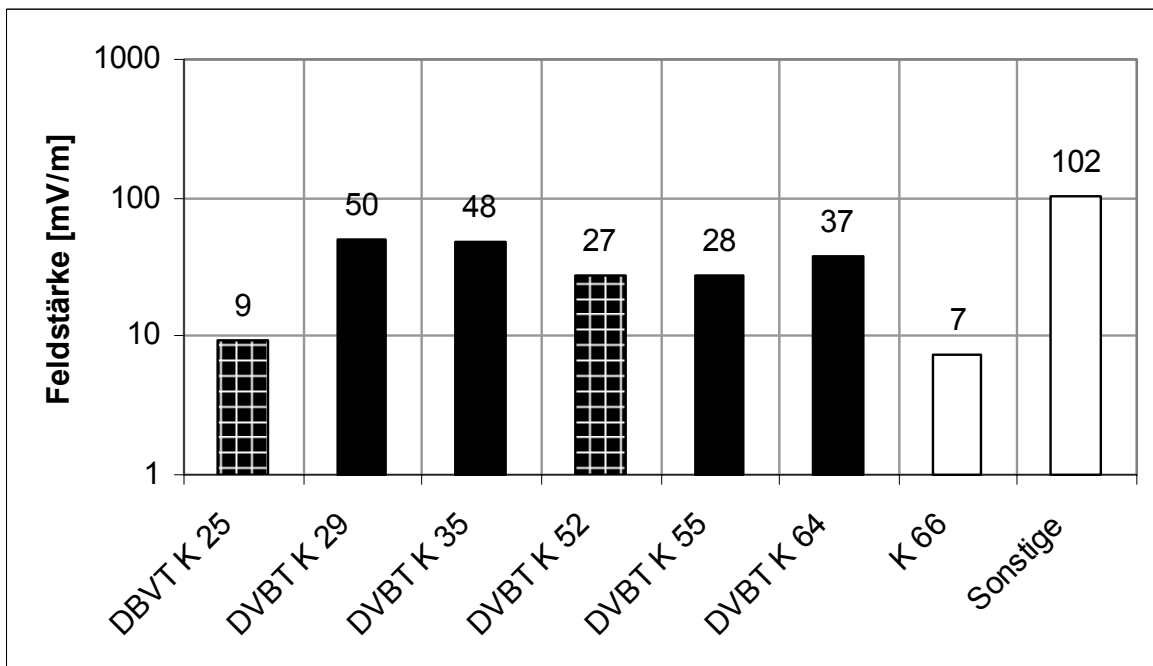
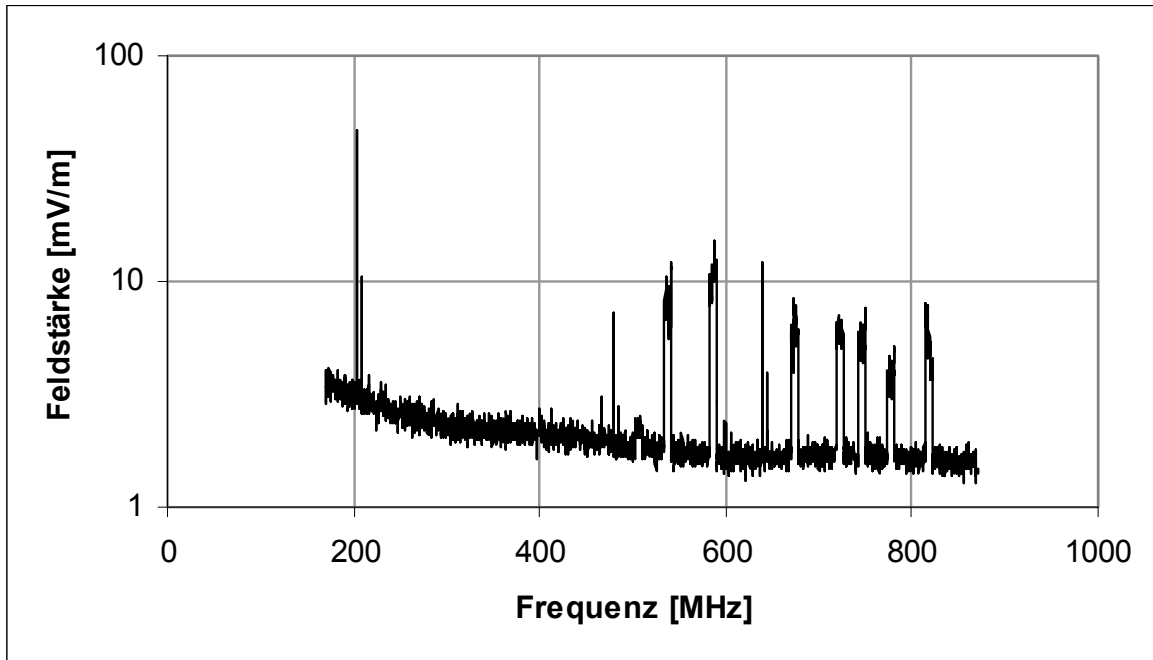
Messpunkt 42-1701 X	TV gesamt:	82 mV/m
Herne, Zillertalstr. 14.04.2005, 9:48	TV digital:	25 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	76 mV/m



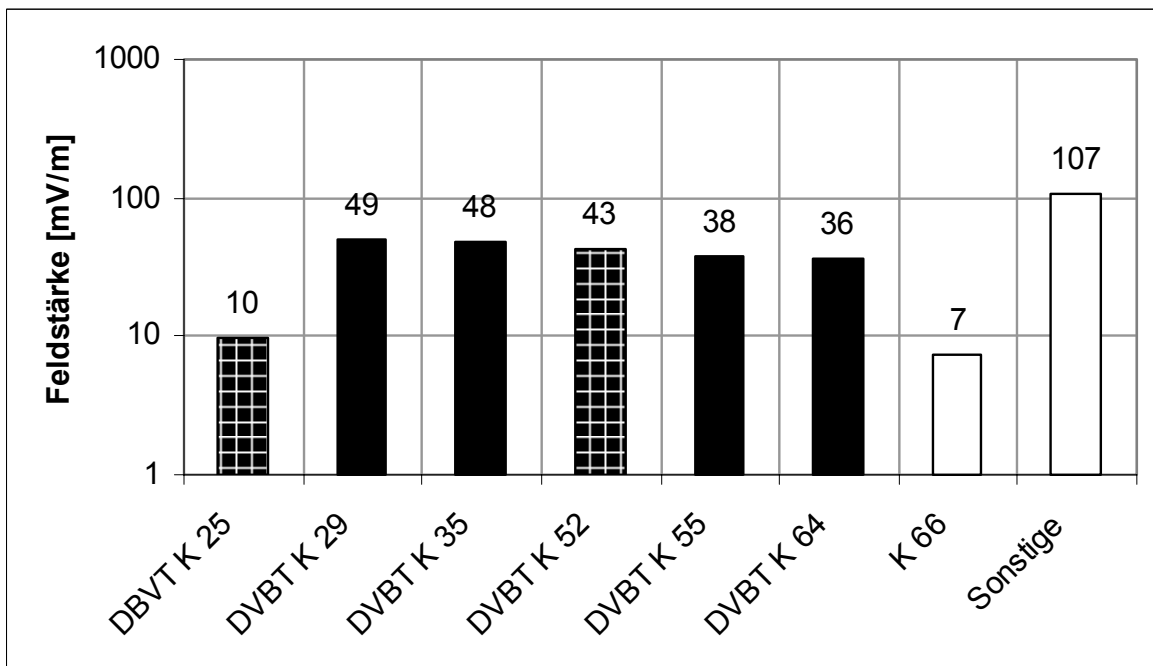
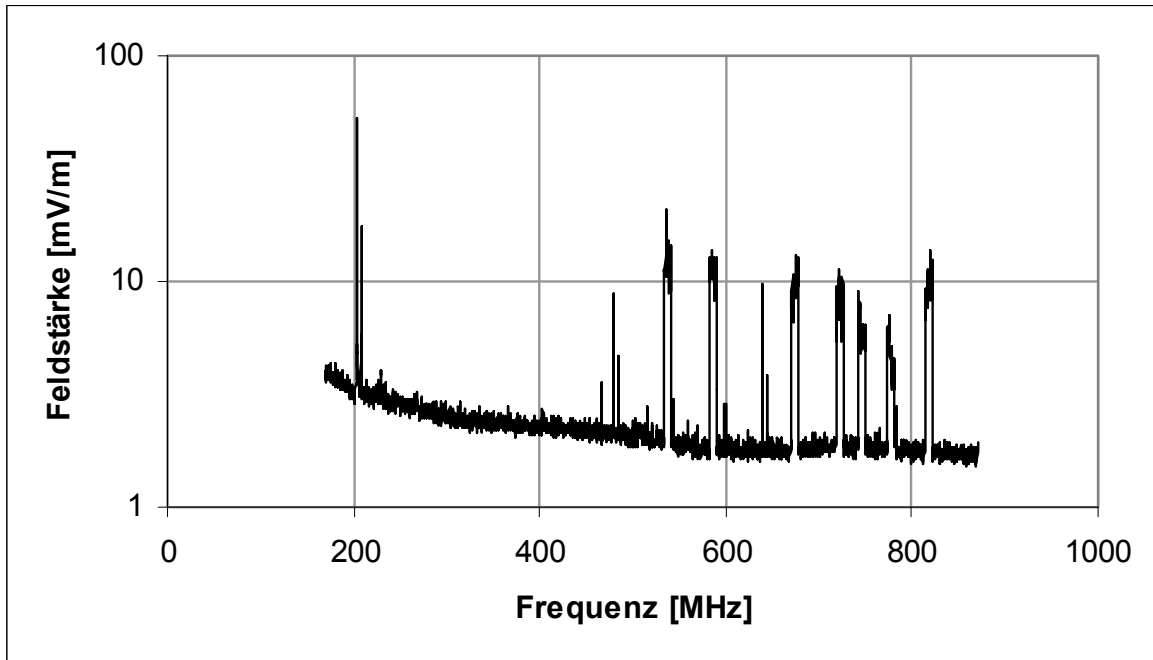
Messpunkt 43-1702 X	TV gesamt:	105 mV/m
Bochum, Tippelsberger Str. 14.04.2005, 9:33	TV digital:	64 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	82 mV/m



Messpunkt 44-LUA X	TV gesamt:	135 mV/m
Essen, Wallneyer Str. 14.04.2005, 14:07	TV digital:	88 mV/m
Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	102 mV/m



Messpunkt 44-LUA X	TV gesamt:	145 mV/m
Essen, Wallneyer Str. 15.04.2005, 9:00	TV digital:	97 mV/m
2. Wiederholungsmessung	TV Sonstige (incl. K66):	107 mV/m



5. Auswertung und Diskussion der Messdaten

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Messergebnisse an den einzelnen Messpunkten ausführlich dargestellt wurden, werden in diesem Kapitel die Ergebnisse näher analysiert, gesamthaft dargestellt und im Hinblick auf Veränderungen durch die Analog-/Digitalumstellung betrachtet.

Zunächst wird in einem Überblick die Größenordnung der gemessenen Immissionen des Fernsehfunks dargestellt:

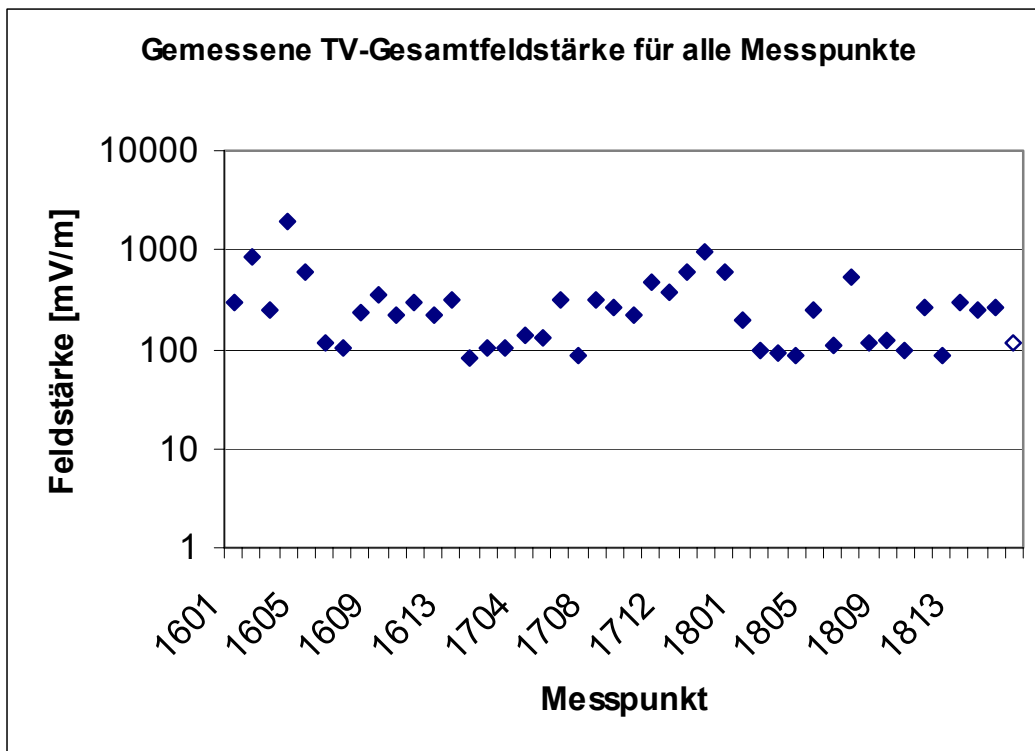


Abbildung: Variation der Gesamtfeldstärke für alle Messpunkte (Simulcast-Phase)

Man erkennt, dass die gemessenen Immissionswerte des Fernsehfunks in der Gesamtimmission bis auf wenige Ausnahmen mit stärkerer Immission (in direkter Nähe zur Sendeanlage) bzw. schwächerer Immission (an entfernten Orten z.B. in Tallage oder hinter dichter Bebauung ohne Sichtverbindung zum Sender) innerhalb einer Größenordnung zwischen 100 mV/m und 1 V/m liegen. Da die Grenzwerte zum Schutz von Personen (Allgemeinbevölkerung) frequenzabhängig bei mindestens 27,5 V/m liegen, werden diese offensichtlich an allen Messorten sicher unterschritten.¹

¹ Streng genommen gelten bzgl. des Grenzwertbezugs die Anforderungen gemäß der EU-Ratsempfehlung 1999 hinsichtlich der frequenzgewichteten Beurteilung bis zur unteren Frequenz von 9 kHz. Da jedoch die Immissionen des Fernsehfunks absolut sowie die Veränderungen im Vergleich analog/digital im Mittelpunkt dieser Untersuchung standen, wurde hier speziell der Bereich niedriger Frequenzen nicht systematisch an allen Messpunkten mit erfasst.

5.1 Zur Plausibilität der Messdaten

Vor weiteren Auswertungsschritten soll zunächst die Plausibilität der Messdaten im Ganzen durch Vergleich mit einigen anderweitig veröffentlichten Angaben betrachtet bzw. geprüft werden.

- Nach Angaben des Bundesamtes für Strahlenschutz werden Grenzwerte beim UHF-TV in ca. 75 m erreicht; für 1 km Entfernung wird eine typische Feldstärke von umgerechnet maximal 1,3 V/m angegeben. [22]
- Ergebnisse der IMST GmbH in NRW für den TV-Bereich, die im Rahmen von Messungen an UMTS-Mobilfunkanlagen gewonnen wurden, variieren je nach Immissionsort zwischen 10 mV/m und 0,9 V/m. [23]
- Messungen von EMF-Immissionen mit Schwerpunkt Mobilfunk ergaben im Stadtgebiet Berlin pro DVB-T-Kanal Feldstärken im Bereich zwischen einigen mV/m bis max. ca. 150 mV/m. [24]
- Für zwei einzelne Messungen in der Nähe von analogen Rundfunksendern in Schleswig-Holstein wurde eine Grenzwertauslastung von 4-5 % unter Kumulation von UKW und TV angegeben. Direkt vergleichbare Absolutwerte liegen nicht vor; unter Zugrundelegung der frequenzabhängigen Grenzwerte zwischen rund 28...40 V/m entspricht die angegebene Auslastung jedoch Absolutfeldstärken zwischen etwa 1,1...2,0 V/m (Summenimmission) [25].
- Im Rahmen des Funkwellenprojekts 2001-2003 in Baden-Württemberg wurde für den Bereich des (analogen) Fernsehens eine mittlere Grenzwertauslastung um 0,3 % ermittelt. Bei o.g. Grenzwerten entspricht dies etwa einer Summenfeldstärke von 100 mV/m [26].
- In Bayern wurde im Rahmen des EMF-Monitoring-Projektes eine ähnlich hohe mittlere Grenzwertauslastung des (analogen) Fernsehens um 0,2 % ermittelt [27].

Man erkennt, dass die vorliegenden Messdaten sich in vergleichbarer Größenordnung wie die veröffentlichten Messdaten bewegen. Da die veröffentlichten Messungen jeweils an anderen Orten (z.B. sendernah, senderfern) und u.U. mit teilweise abweichenden Messbedingungen (Messung Indoor/Outdoor, Bezugshöhe, Messequipment usw.) durchgeführt wurden oder nur allgemein gehalten sind (BfS-Angabe), ist ein weiter gehender quantitativer Vergleich hier nicht sinnvoll möglich. Insgesamt wird jedoch u.E. die Plausibilität der Messergebnisse der vorliegenden Untersuchung gut bestätigt und die Daten fügen sich plausibel in ein Gesamtbild zur Immissionssituation ein.

5.2 Weitere Analyse der Messdaten

Die Daten wurden hinsichtlich der Abnahme mit dem Abstand zum Sender Dortmund untersucht. Folgende zwei Abbildungen zeigen das gefundene Abstandsverhalten anhand je eines ausgewählten analogen und digitalen Kanals. Man sieht, dass in beiden Fällen kein monotoner Abfall der Feldstärke zu erkennen ist. Bei der analogen Immission zeigt sich ein Trend zur Abnahme mit der Entfernung unter lokalen Schwankungen. Die digitale Immission verteilt sich insgesamt gleichmäßiger über den betrachteten Entfernungsbereich. Nicht näher

differenziert wurde bei dieser Entfernungsauswertung bezüglich der lokalen Gegebenheiten der Messpunkte, z.B. wechselnde relative Bezugshöhe oder Sichtbarkeitsbedingung zum Sender.

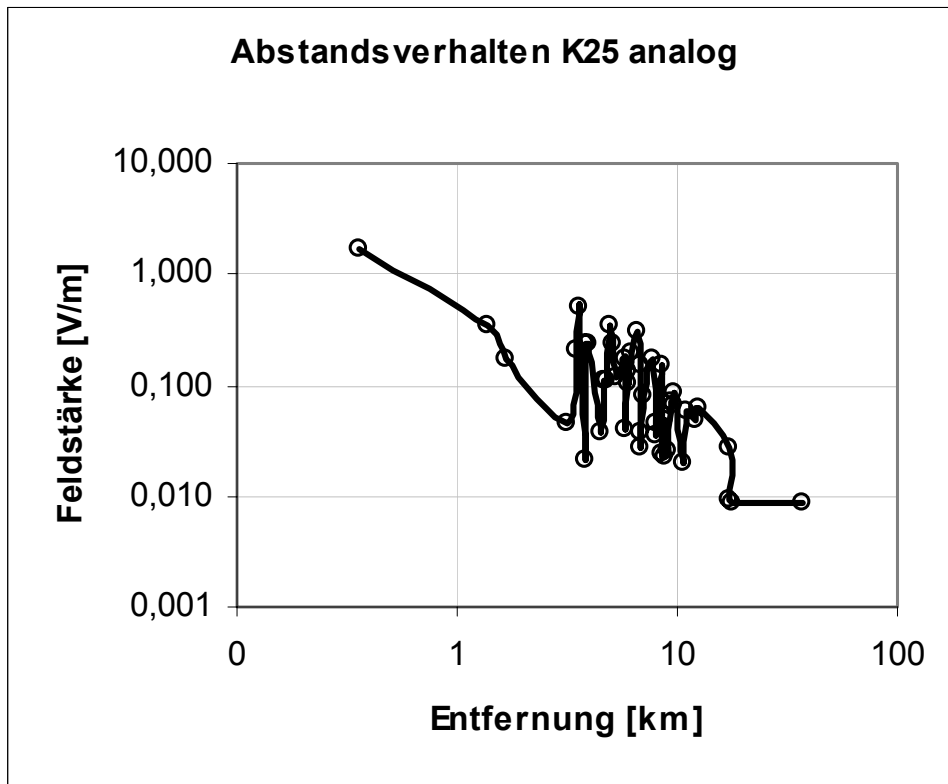


Abbildung: Gemessene Feldstärke des analogen Kanals K25 in Abhängigkeit von der Entfernung zum Sender für alle Messpunkte

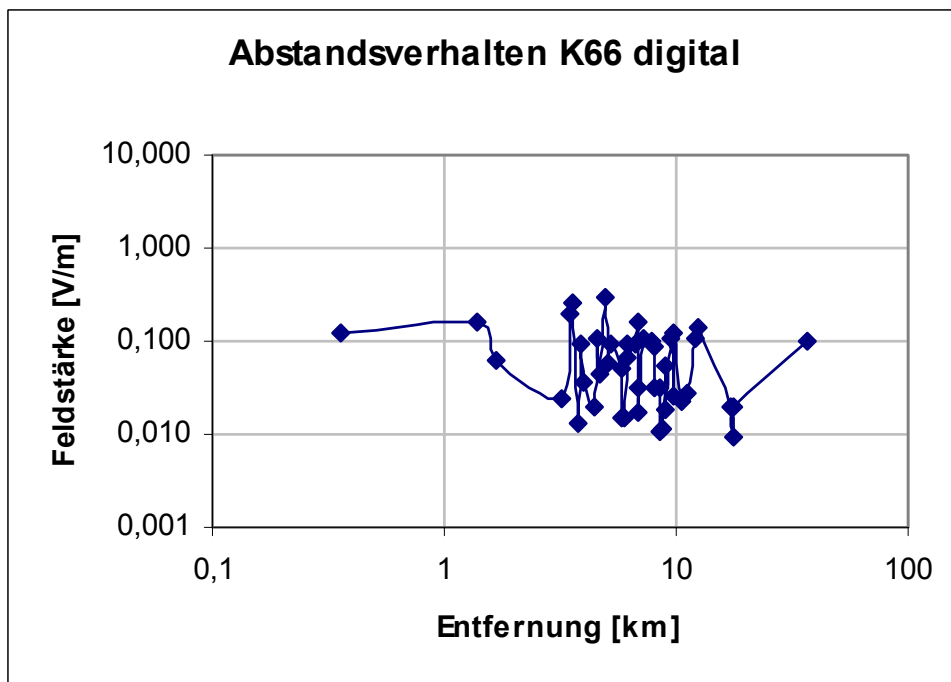


Abbildung: Gemessene Feldstärke des digitalen Kanals K66 in Abhängigkeit von der Entfernung zum Sender für alle Messpunkte

Folgende Abbildung zeigt das Abstandsverhalten des DVB-T-Kanals 29 für sechs ausgewählte Messpunkte, die annähernd radial zum Sender Dortmund liegen. Aufgrund der Lage in Richtung Osten ist ein möglicher Einfluss durch andere Gleichwellensender minimiert und die Zuordnung dieser Immission zum Sender Dortmund gewährleistet. Man erkennt, dass die Feldstärke dieses Einzelkanals monoton abfällt und dann im Abstand von 8-12 km ein lokales Maximum annimmt, entsprechend der erwarteten Ausrichtung des Senderhauptstrahls.

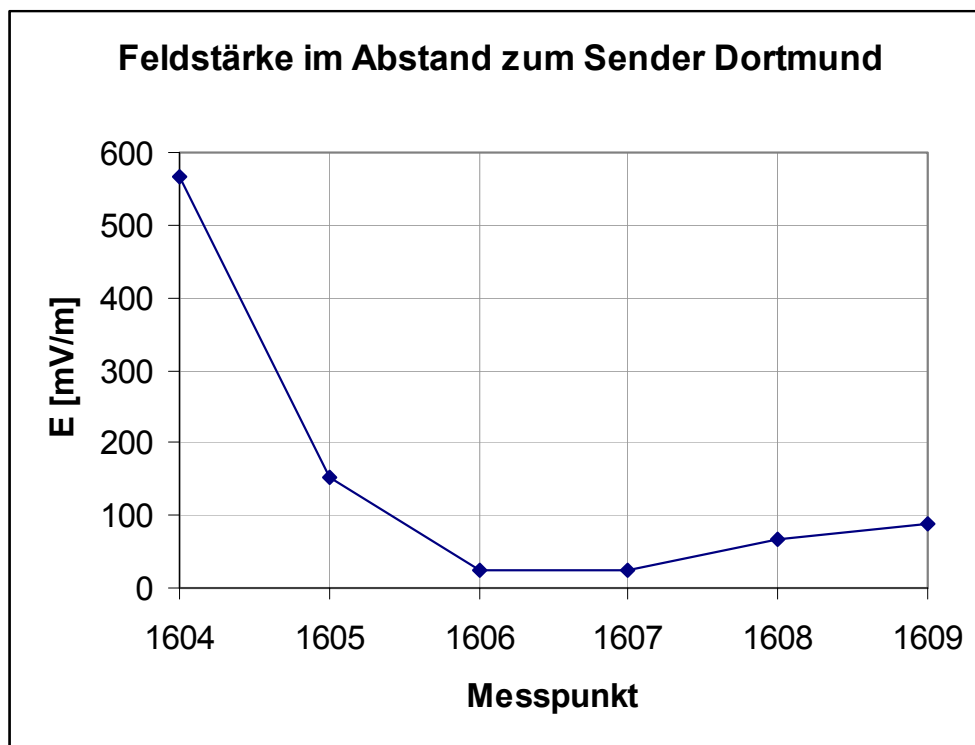


Abbildung: Gemessenes radiales Abstandsverhalten des DVB-T-Kanals 29

Eine überschlägige rechnerische Abschätzung für einen 50 kW-Sender ohne Berücksichtigung des Antennengewinns ergäbe im Hauptstrahl in 10 km Entfernung rund 123 mV/m, was in der Größenordnung zur Abbildung zu passen scheint. Eine genauere Berechnung ist an dieser Stelle u.a. wegen Fehlens wichtiger Ausbreitungsparameter wie Antennenausrichtung und -Gewinn nicht möglich.

Eine aufgrund typischer TV-Antennendiagramme mit max. ca. 3 dB Unterschied in der Horizontalebene [28] erwartete näherungsweise azimutale Symmetrie der Abstrahlung ließ sich anhand der Messdaten nicht nachweisen. Z.B. unterscheiden sich die gemessenen Feldimmissionen an den Messorten 1801 und 1803 trotz gleichem Abstand von ca. 9,0 km deutlich. Hierbei spielt sicherlich die stark gegliederte Geländestruktur im Untersuchungsgebiet eine wichtige Rolle, was sich auch in den deutlich unterschiedlichen Höhen der Messorte widerspiegelt.

Die Messdaten zeigen weiterhin, dass trotz vergleichbarer Abstrahlungsbedingungen das TV-Frequenzspektrum je nach Bezugsort eine deutlich unterschiedliche Zusammensetzung der abgestrahlten Senderkanäle aufweist, vgl. folgende exemplarische Abbildungen. Soweit die angegebenen Sendeparameter quantitativ übereinstimmen, deutet dies auf Unterschiede bei der frequenzabhängigen Ausbreitung der Funkwellen hin.

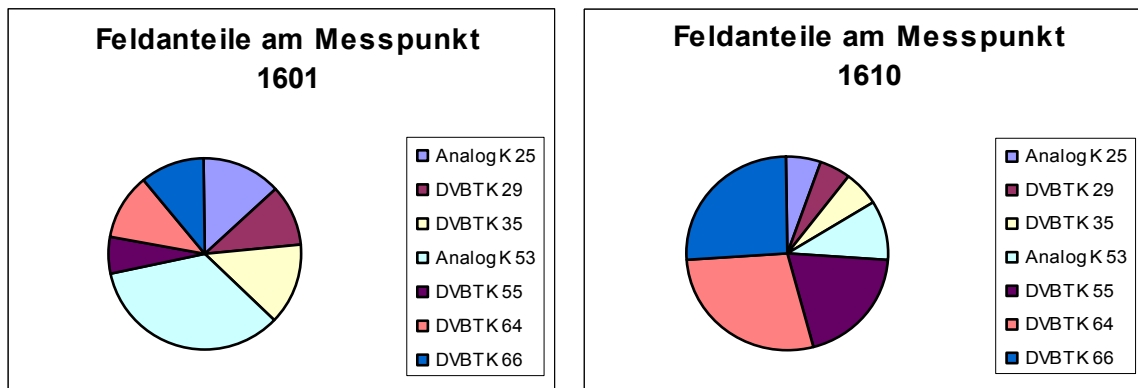


Abbildung: Variation der Feldanteile nach Messort (exemplarisch, leistungsbezogen)

Die ermittelten Messwerte lassen sich mit Planungswerten der Funkversorgung vergleichen. Entsprechend verfügbaren Informationen wird für die Mindestnutzfeldstärke für einen guten Fernsehempfang für Analogfernsehen, UHF 500/800 MHz, bei 10 m Antennenhöhe für stationären Empfang mit Richtantenne (50% Ortswahrscheinlichkeit) 67/72 dB μ V/m (2,24/4 mV/m) angegeben. Für Digitalfernsehen unter gleichen Bedingungen mit 16QAM-2/3-Modulation (95 % Ortswahrscheinlichkeit) wird systembedingt eine um 17/18 dB geringere Nutzfeldstärke benötigt: 50/54 dB μ V/m (0,316/0,5 mV/m). Anderweitig wird für den Systemgewinn von DVB-T gegenüber analogem Fernsehen, erzielt durch höhere Empfängerempfindlichkeit, die Fehlerkorrektur und das fehlertolerante Modulationsverfahren COFDM, etwa 10 dB genannt [z.B. 20]. Erst die Forderung nach Indoor-Empfang (Bezugshöhe 1,5 m) führt wegen Gebäudedämpfung, geringerer Antennenhöhe und fehlendem Antennengewinn zu einem Anstieg um 31dB gegen digital stationär bzw. insgesamt um 14/13 dB gegen analog stationär: 81/85 dB μ V/m (11,2/17,8 mV/m) [29]. Beim Vergleich der Messwerte mit diesen Planungswerten erkennt man, dass in Übereinstimmung mit der Versorgungsprognosekarte praktisch im gesamten Bereich der Stadt Dortmund genügend hohe Feldstärkepegel für den DVB-T-Empfang vorliegen, offenbar überwiegend geeignet für portable Indoor-Versorgung. An einzelnen Orten dürfte aufgrund relativ geringerer Pegel nur ein Empfang mit höherem Antennenaufwand möglich sein (Bsp. Messort 1701). Da entsprechende geringe Messwerte sich offenbar jedoch bereits in der Nähe der Nachweisgrenze des eingesetzten Messgerätes bewegen, ist diesbezüglich aufgrund vorliegender Untersuchung keine genauere Aussage möglich. Für entsprechende Fragestellungen ist ggf. der Einsatz eines empfindlicheren Spektralanalysators möglich. Für weitere Informationen vergleiche auch z.B. [21].

Die erhobenen Messergebnisse gelten räumlich zunächst ausschließlich an den entsprechenden Messorten. Wie die Untersuchung gezeigt hat, bewegen sich die Immissionen jedoch innerhalb einer begrenzten Spanne und unterliegen bestimmtem Ausbreitungsverhalten. In ihrer Gesamtheit ergeben sie ein Abbild der Feldverteilung im Stadtgebiet Dortmund, welches sich unter Berücksichtigung der individuellen Emissions- (insbesondere Sendeleistung) und Ausbreitungsgegebenheiten (Geländestruktur, Bebauung) auch auf andere Städte übertragen lässt.

5.3. Einfluss der Analog-/Digital-Umstellung auf die Immission

Im Folgenden sollen die Messdaten darauf hin geprüft werden, inwieweit sich die Immission der abgestrahlten Fernsehfunk-Felder durch die DVB-T-Umstellung verändert hat. Die senderseitig vollzogenen Änderungen spiegeln sich in den Messergebnissen/Spektren direkt wider. Dies gilt z.B. offensichtlich für die vollzogene Abschaltung des Kanals 66 zum 4.4.2005.

Im ersten Schritt wird in direkter Vorher-/Nachherbetrachtung die Veränderung der gemessenen Feldstärke an den Wiederholungsmesspunkten anhand des leistungsstarken Kanals 25 geprüft. Dieser Kanal wurde während der Messung in der Simulcast-Phase analog betrieben, war während der Wiederholungsmessungen auf DVB-T-Betrieb umgestellt und wurde durchweg vom Sender Dortmund abgestrahlt, so dass ein direkter Messwertvergleich möglich ist.

Tabelle: Feldstärkevergleich des Kanals 25 zwischen Analog- und Digitalbetrieb

MesspunktNr	Interne Messpunkt-kennung	Messort	Straße	K25 E [V/m]		Änderung [%]	Änderung [dB]
				analog	digital		
1	1604	Dortmund	Baurat-Marx-Allee	1663	293	-82,4	-15
2	1605	Dortmund	Rathenastr.	340	175	-48,5	-6
6	1602	Dortmund	Emil-Figge-Str.	494	199	-59,7	-8
9	1814	Dortmund	Wittener Str.	230	61	-73,5	-12
13	1714	Dortmund	Ringelohstr.	338	343	1,5	0
18	1713	Dortmund	Höchstener Str.	129	257	99,2	6
19	1601	Dortmund	Tidbaldweg	101	67	-33,7	-4
20	1813	Dortmund	Wischlinger Weg	190	116	-38,9	-4
22	1715	Dortmund	Kortenstr.	155	208	34,2	3
29	1815	Dortmund	Martener Str.	149	61	-59,1	-8
30	1812	Dortmund	Mosselde	24	16	-33,3	-4
31	1804	Dortmund	Hostedder Str.	23	17	-26,1	-3
33	1803	Dortmund	Greveler Str.	25	36	44,0	3
35	1705	Dortmund	Parkplatz B1	65	31	-52,3	-6
42	1701	Herne	Zillertalstr.	9	9	0,0	0
43	1702	Bochum	Tippelsberger Str.	9	12	33,3	2
44	LUA	Essen	Wallneyer Str.	9	9	0,0	0

Die Messergebnisse zeigen am überwiegenden Teil der betrachteten Messorte in Dortmund eine Verringerung der Feldstärke des Kanals 25 nach der Umstellung auf DVB-T-Betrieb. Die Verringerung ist hierbei an den Messorten jeweils unterschiedlich ausgeprägt und liegt entsprechend den Daten zwischen 26 % und 82 %, was im Mittel auch etwa der entsprechend dem Chesterabkommen zu erwartenden Leistungsreduzierung um 3 dB entspricht. An vier der Dortmunder Messpunkte ist jedoch eine Zunahme der Feldstärke des Kanals 25 festzustellen. Da sich drei dieser Messpunkte in der Nähe zueinander befinden (1713, 1714, 1715), deutet dies auf einen lokal wirksamen zusätzlichen Immissionsbeitrag eines weiteren Senders auf dem Frequenzkanal (z.B. Langenberg oder FMT Schwerte). Die ermittelte Zunahme der Immission am fernen Bezugsort 1702 ist nur begrenzt aussagekräftig mit Bezug auf den Sender Dortmund; diese könnte von der Gleichwellen-Abstrahlung von Kanal 25 des Senders Langenberg resultieren. Insgesamt ist bei der Betrachtung zu beachten, dass jeder DVB-T-Kanal gegenüber der Analognutzung mit nur einem Programm nun vier Programme beinhaltet.

Im Weiteren soll die gemessene Gesamtimmission aus analogem plus digitalem Beitrag an den (Wiederholungs-)Messpunkten ebenfalls im direkten Vorher-/Nachhervergleich betrachtet werden. Die Messdaten sind in der folgenden Abbildung zusammengestellt.

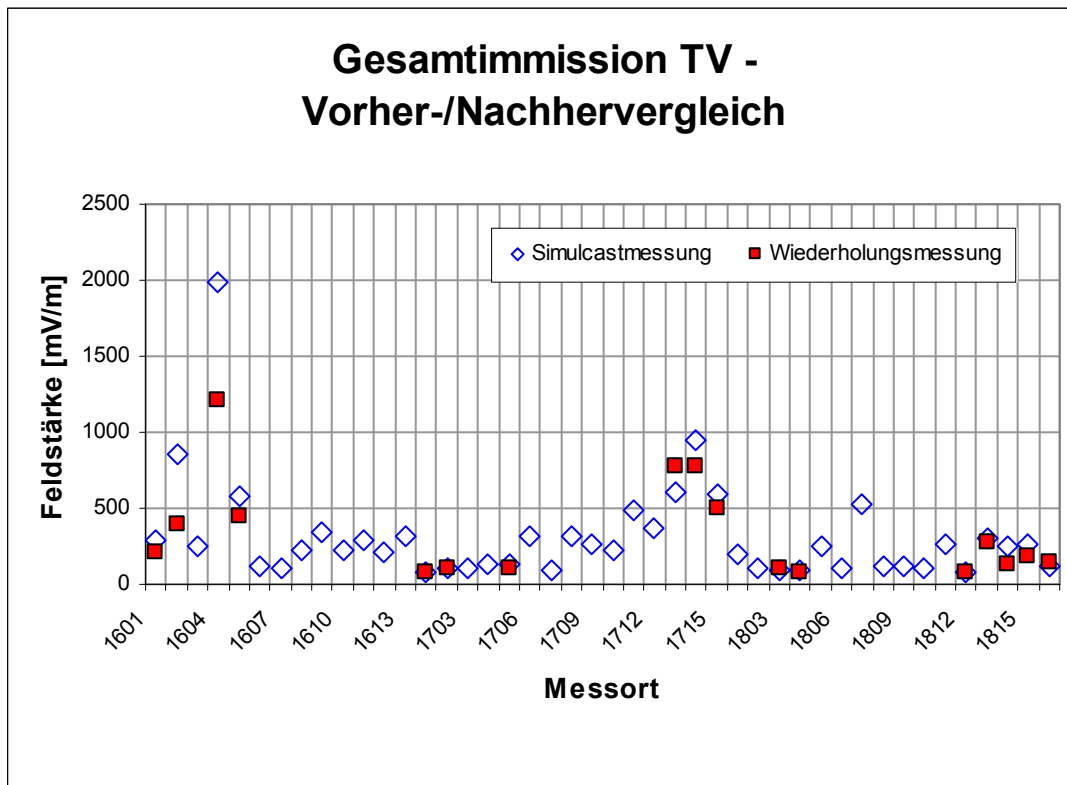


Abbildung: Vergleich der digitalen plus analogen Gesamtfeldstärke während und nach Abschluss der Simulcast-Phase nach Messpunkten

Die Abbildung zeigt, dass an den meisten betrachteten Messpunkten die Gesamtimmission nach der Umstellung gesunken ist. Dies gilt offensichtlich im Besonderen für die Messpunkte, deren Immission maßgeblich durch den Sender Dortmund bestimmt wird. An den entfernteren Messorten und denjenigen ohne freie Sendersicht, wo andere Sender zur (zumeist relativ geringen) Gesamtimmission erheblich beitragen, zeigt sich diese als in etwa konstant; im Bereich dieser relativ schwachen Immissionen ist jedoch die zunehmend relevante messtechnische Unsicherheit des eingesetzten Messgerätes zu berücksichtigen. Lediglich an einem Messpunkt in direkter Nähe zum Fernmeldeturm Schwerte (1713) wurde bei der Wiederholungsmessung eine auffällig höhere Gesamtimmission als während der Simulcast-Phase gemessen. Eine Erklärung dieses lokalen Sachverhaltes erfordert ggf. eine weitergehende Prüfung (z.B. Senderbelegung am FMT, Einfluss Bewuchs, Immissionsschwankungen). Auch am Vergleichsort LUA Essen ist die Gesamtimmission, bedingt durch die Lage im Einflussbereich der Sender Essen und Langenberg und der Möglichkeit des Empfangs weiterer Programmkanäle, angestiegen. Insgesamt ergibt eine Bilanz der integralen Gesamtimmission über alle 17 verteilten Wiederholungsmesspunkte im direkten Vorher-/Nachhervergleich eine Abnahme von insgesamt 2655 mV/m um rund 30 % auf 1880 mV/m.

Emissionsseitig ist von einer Verringerung der abgestrahlten Leistungen durch Ersetzung von analogen Fernsehkanälen durch DVB-T-Kanäle auszugehen. Z.B. verweist die Bundesregierung in einer aktuellen Antwort auf eine Kleine Anfrage auf den Systemgewinn

von DVB-T gegenüber dem analogen Fernsehen in Höhe von 10 dB, wodurch bei gleicher Reichweite mit geringerer Leistung gesendet werden kann (Bsp. Berlin: Reduktion der Gesamtsendeleistung von 3500 kW (=Synchronspitzenleistung) auf 800 kW (=Effektivleistung), typische Leistungsklassen: einige 10 kW). Zu ähnlichen Aussagen, dass sich aufgrund der geringeren Sendeleistungen der digitalen Übertragung (=Emission) die Gesamtbelastung nicht erhöht, sondern verringert, kommen Senderbetreiber [30, 31, 32]. Diese Angaben korrespondieren auch mit den Schutzabständen, die entsprechend der Standortbescheinigung der RegTP vom 1.4.2005 für die sechs COFDM-TV-Kanäle am Sendeturm „Florian“ mit Schutzabständen zwischen 40...51 m in Hauptstrahlrichtung ausgewiesen sind (Gesamtstandort incl. aller Sendeanlagen 124 m) und geringer sind als zu Zeiten des Analogbetriebs [33].

Aus der vorliegenden Untersuchung ergibt sich zusammenfassend, dass die gesetzlichen Personenschutzgrenzwerte sicher eingehalten werden und eine emissionsseitig bewirkte Reduzierung der Immissionen im Untersuchungsgebiet aufgrund der Analog-/Digitalumstellung nachvollziehbar ist. An einzelnen Orten zeigt sich die Gesamtimmission aufgrund der Feldüberlagerung von verschiedenen Sendern dennoch offenbar als in etwa gleich geblieben bzw. sogar etwas erhöht. Dies korrespondiert z.T. mit einem vergrößerten Programmangebot. Bezieht man die Immission eines DVB-T-Kanals pro abgestrahltem Programm, so zeigt sich die deutlich verbesserte Effizienz der Übertragung und eine entsprechend weitere Verringerung der relativen Immission.

6. Ausblick

Die vorliegende Untersuchung hat systematische Messdaten zur Immissionssituation durch den terrestrischen Fernsehfunk in NRW geliefert und ermöglicht hiermit eine unabhängige Beurteilung im Hinblick auf den Schutz der Allgemeinbevölkerung vor den abgestrahlten elektromagnetischen Feldern. Das Konzept der Untersuchung ermöglicht bei Bedarf auch zu einem späteren Zeitpunkt ergänzende Überprüfungen bei ggf. weiteren Fragestellungen, z.B. an den einschlägigen „bewährten“ Messorten. Alle Messergebnisse sollten hierbei jeweils im größeren Zusammenhang gesehen werden und sich in ein Gesamtbild integrieren lassen. So ist in näherer Zeit z.B. mit der Veröffentlichung einer Studie im Rahmen des Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogrammes von BMU/BfS hinsichtlich der Dosimetrie auch an Rundfunksendeanlagen zu rechnen, deren Ergebnisse sich dann in Bezug zu den hier gefundenen setzen lassen und aufgrund der aufwändigeren Konzeptanlage möglicherweise noch weitere Erkenntnisse liefern werden.

Während sich in Deutschland und anderen Ländern das digitale terrestrische Fernsehen DVB-T zunehmend verbreitet, sind bereits Weiterentwicklungen des Fernsehens in Vorbereitung und Erprobung. So wird an dem neuen Standard DVB-H für mobile Kleingeräte wie Mobiltelefone und Pocket-Computer gearbeitet, welcher wegen der nötigen Verringerung der Trägeranzahl voraussichtlich ein dichteres Sendernetz benötigt. Andererseits steckt z.B. das hochauflösende Fernsehen (HDTV) in den Startschuhen, welches einen weiteren deutlichen Qualitätssprung ermöglichen wird. Inwieweit sich derartige Entwicklungen auf die terrestrische Fernsehstrahlung auswirken werden, bleibt abzuwarten.

7. Literaturangaben

- [1] www.ueberallfernsehen.de
- [2] nrw.ueberallfernsehen.de
- [3] www.ueberall-tv.de
- [4] www.ueberall-tv.de/reg_NRW/NRWdnwld/VrtrgNRW.pdf
- [5] www.lfm.de
- [6] Fachkunde Radio-, Fernseh- und Funkelektronik, Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 1996
- [7] www.dvb.org
- [8] www.dvb-t-technik.de
- [9] de.wikipedia.org/wiki/DVB-T
- [10] www.tv-plattform.de
- [11] K. Bäumer, Digitales terrestrisches Fernsehen (DVB-T), Teil 1, newsletter 4/2004, FGF, Bonn
- [12] Neues von Rhode&Schwarz, Heft 172, 2001/III
- [13] M. Wuschek, Korrekte Erfassung der Immissionen von modernen, breitbandigen Funksystemen, 36. Fachtagung NIS, FS Köln 2004
- [14] P. Schramm W. Kuhnert, A. Sigmond, Empfang von digitalem terrestrischem Fernsehen im VHF- und UHF-Frequenzbereich, Rundfunktechnische Mitteilungen 2/2000
- [15] www.ralf-woelfle.de/elektrosmog/index.htm
- [16] M. Pauli, Digitales Fernsehen und digitaler Hörfunk, Seminar Elektromagnetische Felder neuer Funktechnologien, BEW Essen 4/2005
- [17] Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Peter Paziorek, Helge Braun, Dr. Maria Flachsbarth, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der CDU/CSU Elektromagnetische Felder, Drucksache 15/5291, April 2005
- [18] SRM-3000 Selective radiation meter, Bedienungsanleitung, Narda Safety Test Solutions, Pfullingen 2004
- [19] C. Rauscher, Grundlagen der Spektrumanalyse, Rhode&Schwarz GmbH, München 2004
- [20] Measuring Non-Ionizing Electromagnetic Radiation (9 kHz-300 GHz), ECC Recommendation (02) 04
- [21] DVB-T-Indoor-Messungen in Berlin, Parameter des Übertragungskanal Sender-Empfänger, IRT-Bericht Nr. B184/2003
- [22] www.bfs.de
- [23] Feldmessungen im Umfeld von UMTS-Mobilfunksendeanlagen, Studie der IMST GmbH i.A. MUNLV NRW, Düsseldorf, 2005
- [24] EMF-Messprojekt Berlin, Em-Institut/IMST GmbH, Berliner Senat für Stadtentwicklung, 8/2004
- [25] Messtechnische Ermittlung hochfrequenter elektromagnetischer Felder an repräsentativen Orten in Schleswig-Holstein, M. Wuschek, i.A. Staatliches Umweltamt Kiel, Nov. 2000
- [26] Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg, Ergebnisse des Funkwellenmessprojektes 2001-2003, LfU Karlsruhe
- [27] J. Bernkopf, EMF-Monitoring in Bayern – Messungen der elektromagnetischen Felder (EMF) in Wohngebieten, in: LfU-Jahresbericht 2003
- [28] www.kathrein.de

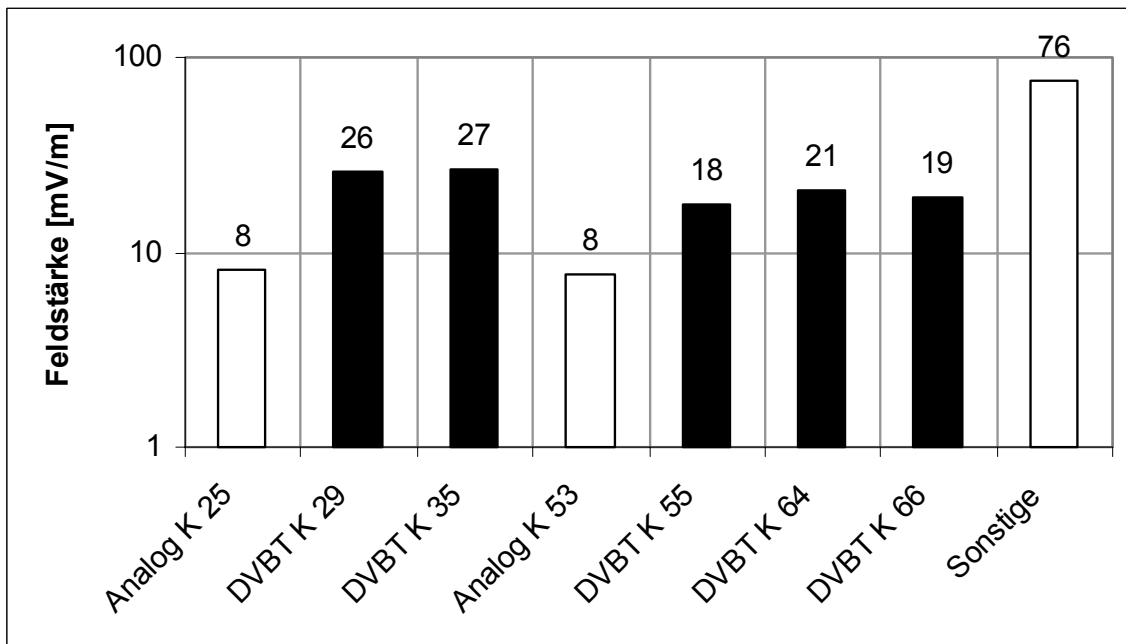
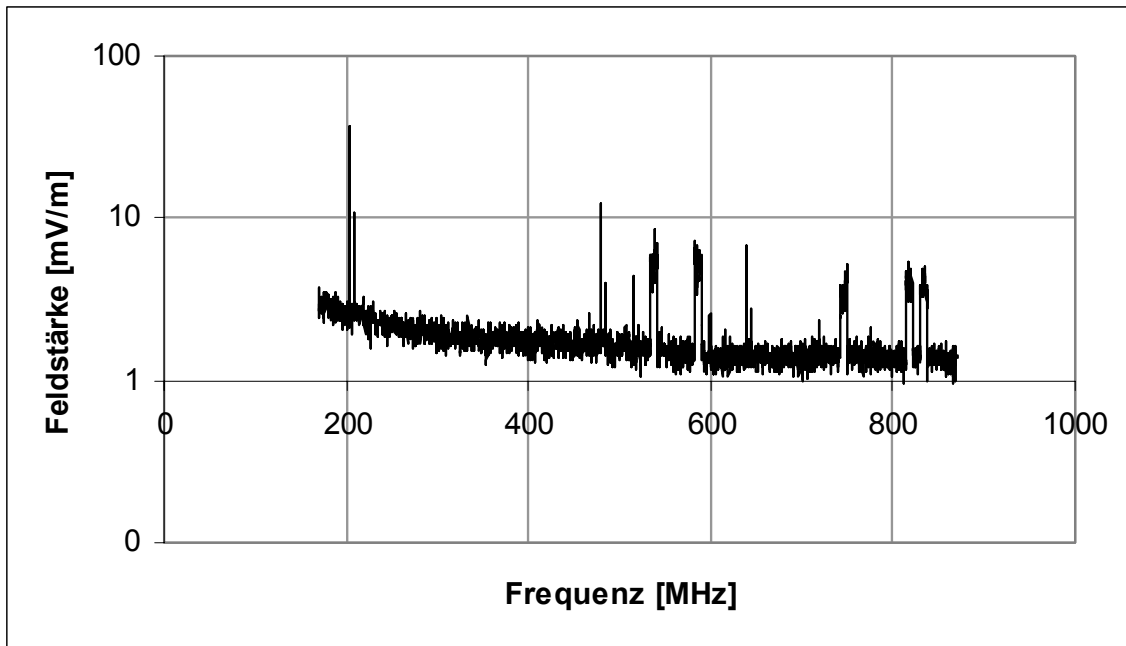
- [29] Digitales terrestrisches Fernsehen (DVB-T) in der Bundesrepublik Deutschland, Betrachtungen zum Übergang vom analogen zum digitalen terrestrischen Fernsehen, IRT 1/1999
- [30] www.lfm-nrw.de
- [31] www.mabb.de/bilder/Projektbericht-250803.pdf
- [32] www.1ndr.de
- [33] <http://emf.regtp.de>

Anhang

Vergleichsmessung zu den Auswertarten AVG, MAX, MAXAVG des SRM-3000

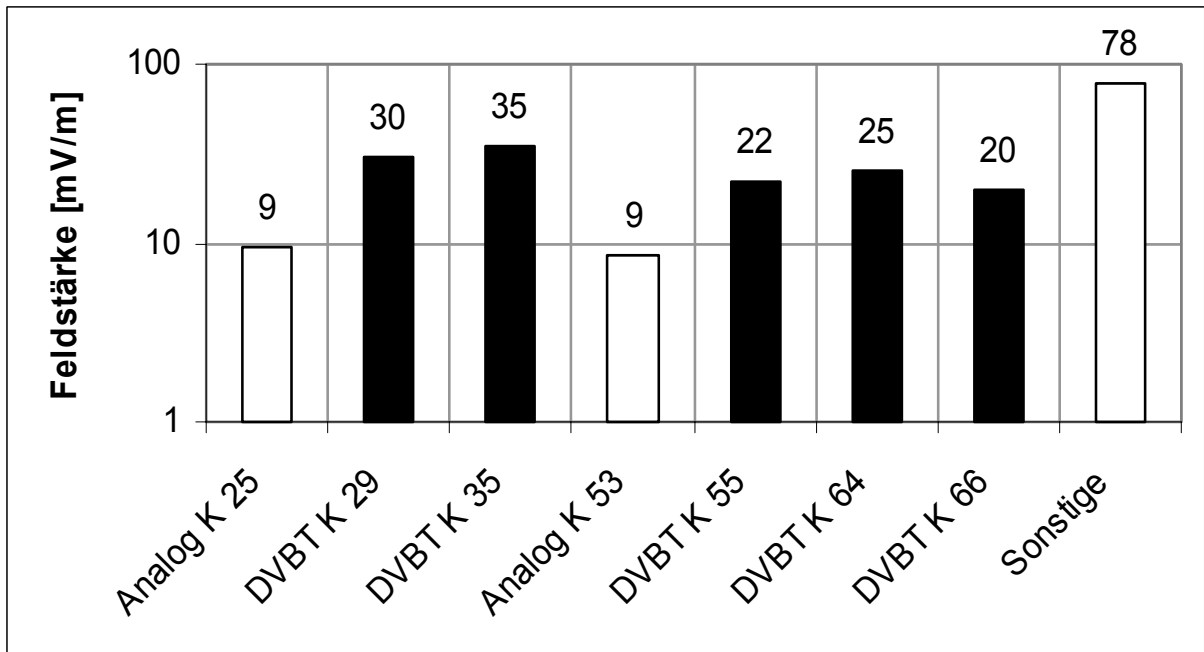
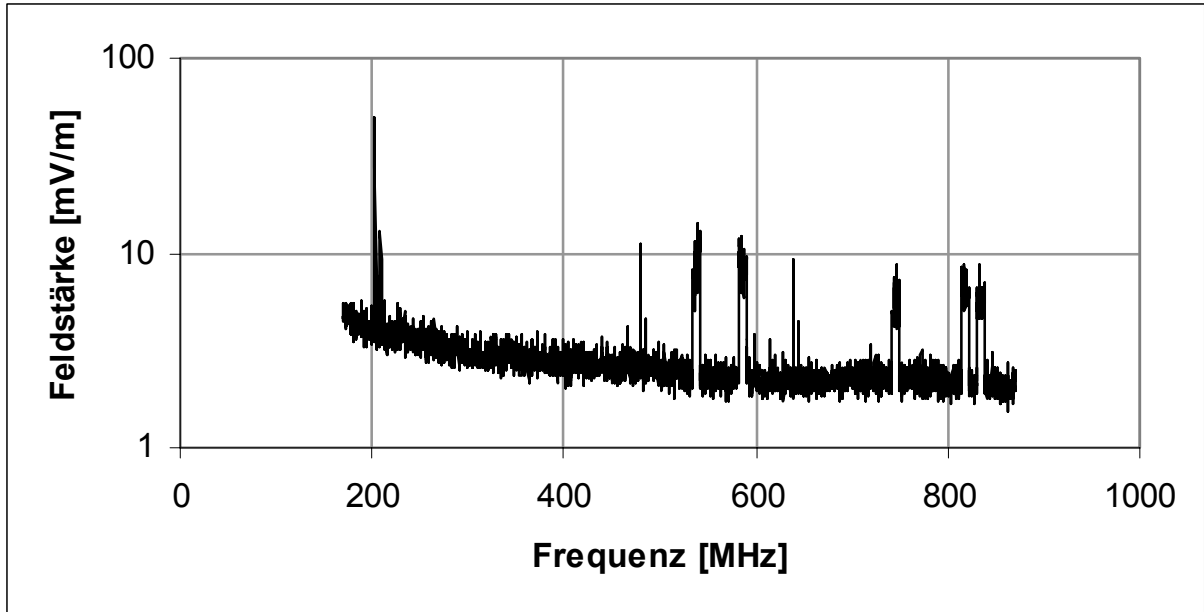
Messpunkt:
 Essen, Wallneyer Str. (LUA)
 23.3.2005, 14:00
 Auswertart AVG

TV gesamt:	99
davon analog:	86
davon digital:	50
davon analog Florian:	11
Sonstige:	76



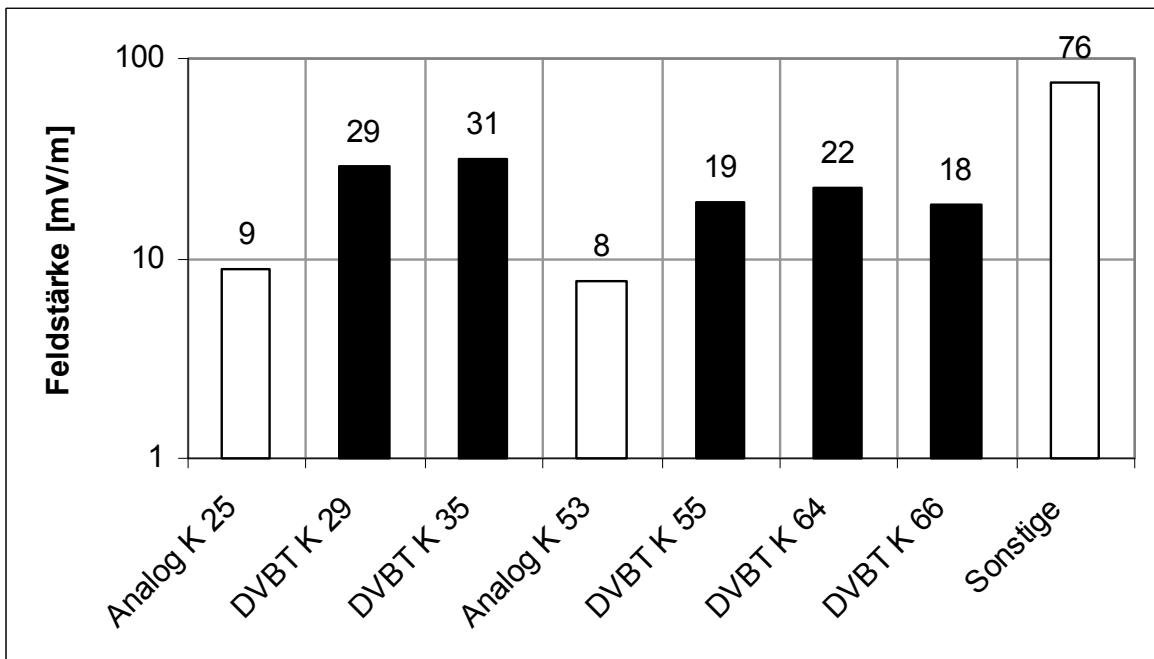
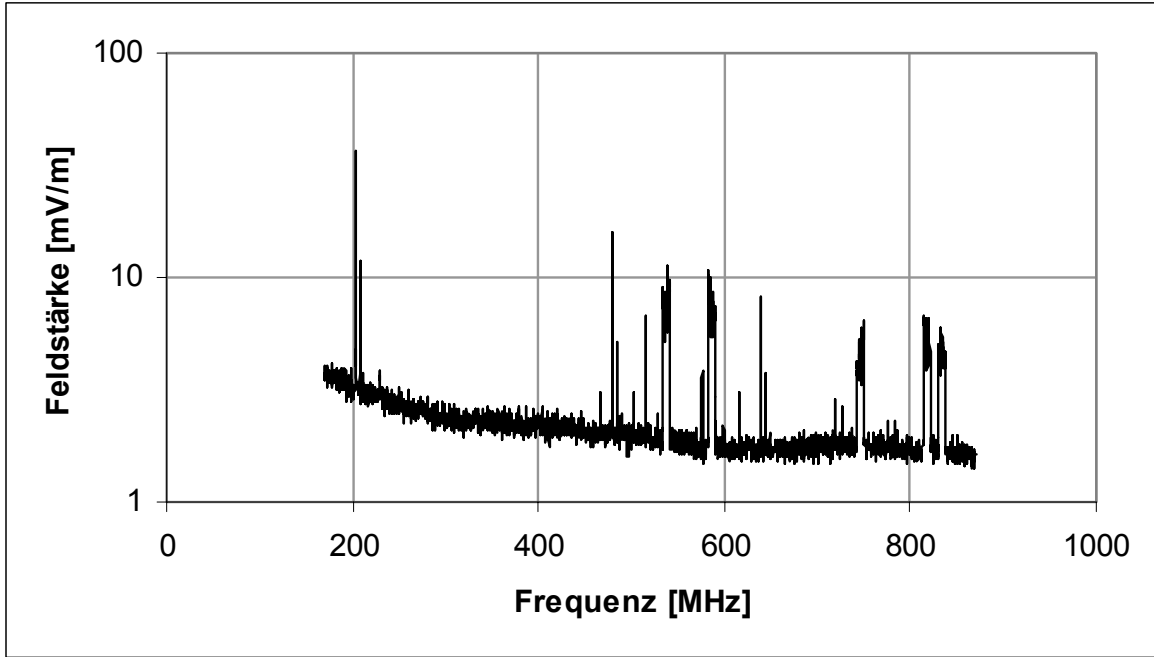
Messpunkt:
 Essen, Wallneyer Str. (LUA)
 23.3.2005, 14:10
 Auswertart MAX

TV gesamt:	111
davon analog:	93
davon digital:	60
davon analog Florian:	13
Sonstige:	78



Messpunkt:
 Essen, Wallneyer Str. (LUA)
 23.3.2005, 14:10
 Auswertart MAXAVG

TV gesamt:	103
davon analog:	88
davon digital:	55
davon analog Florian:	12
Sonstige:	76



DVB-T-Empfangsbereiche deutschlandweit

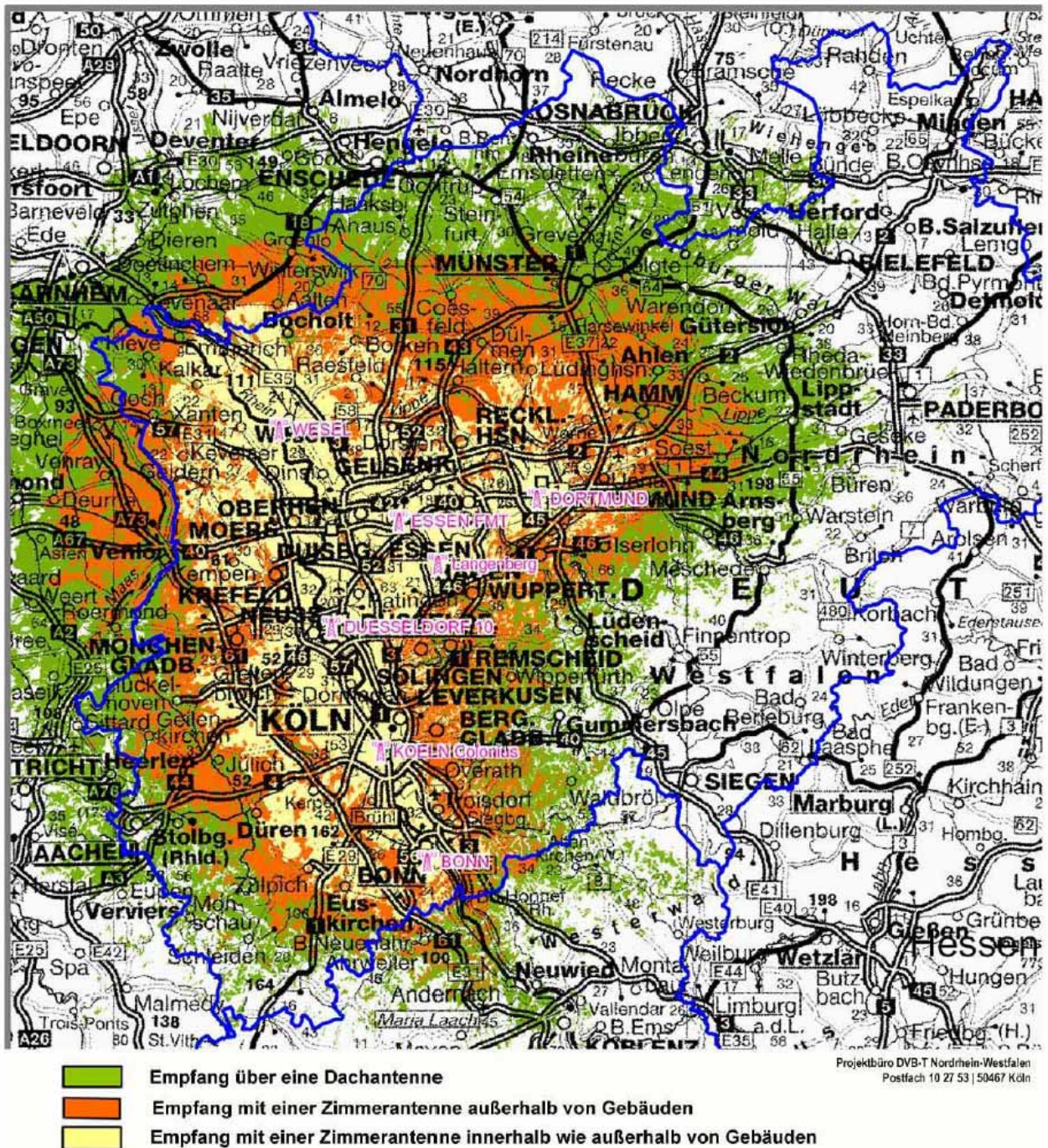


Stand: 15. Februar 2005

DVB-T: Das Überall Fernsehen



Prognose für den DVB-T Empfang in der Region Köln/Bonn und Düsseldorf/Ruhrgebiet ab 08. November 2004



Projektbüro DVB-T NRW

Technische Parameter der Sender

Kanal Frequenz	29 538 MHz	35 586 MHz	55 746 MHz	64 818 MHz	66 834 MHz
Sender-standorte, mit Leistung	Düsseldorf Wesel Essen Langenberg Dortmund alle je 50 kW	Düsseldorf Wesel Essen Langenberg Dortmund alle je 50 kW	Düsseldorf Wesel Essen Langenberg Dortmund alle je 50 kW	Düsseldorf Wesel Essen Langenberg Dortmund alle je 50 kW	Düsseldorf Wesel Essen Langenberg Dortmund alle je 50 kW
Modulation	16-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM
Fehlerschutz	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3
Guard-Intervall	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
Datenrate [Mbit/s]	13,27	13,27	13,27	13,27	13,27

DVB-T Programmkanäle
Düsseldorf Ruhrgebiet

ab 8.11.2004 (links)

ab 04.04.2005 (unten)

Kanal Frequenz	29 538 MHz	35 586 MHz	52 722 MHz	55 746 MHz	48/64 818 MHz	25 506 MHz	46 674 MHz	59 778 MHz
Sender-standorte, mit Leistung	-Düsseldorf, Wesel, Essen, Langenberg, Dortmund- alle je 50 kW	-Düsseldorf, Wesel, Essen, Langenberg, Dortmund- alle je 50 kW	-Düsseldorf, Wesel Essen, Langenberg, Dortmund- alle je 50 kW	-Düsseldorf, Wesel, Essen, Langenberg, Dortmund- alle je 50 kW	<u>Kanal 48:</u> Kleve mit 1 kW <u>Kanal 64:</u> -Düsseldorf, Wesel, Essen, Langenberg, Dortmund- alle je 50 kW	-Langenberg, Dortmund- beide je 50 kW	-Düsseldorf, Wesel, Langenberg mit je 50 kW	Essen 50 kW, Gelsenkirchen- Scholven mit 10 kW
Modulation	16-QAM							
Fehlerschutz	2/3							
Guard-Intervall	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/8	1/4	1/8
Datenrate [Mbit/s]	13,27	13,27	13,27	13,27	13,27	14,75	13,27	14,75

Einführung von DVB-T in Nordrhein-Westfalen - Projektplan Düsseldorf-Ruhrgebiet

