Beobachtung der Funkspektrumnutzung im Rahmen des Eurovision Song Contest 2011 Eine Veranstaltung in Düsseldorf, Deutschland

Ein Bericht des DKE-AK 731.0.8
„Professionelle Funkmikrofone und Veranstaltungstechnik“

Baiersdorf, Dezember 2011

Vorwort

Der Eurovision Song Contest (ESC) ist seit 1956 das jährliche TV Großspektakel, das in Europa und Teilen des Mittleren Ostens übertragen wird. Veranstalter ist die European Broadcast Union (EBU).
In der EBU sind 74 Rundfunk- und Fernsehanstalten aus Europa, Nordafrika und dem mittleren Osten, sowie 36 assoziierte Mitglieder organisiert.

Die EBU Mitgliedsländer aus den genannten Regionen treten gegeneinander im Musikwettstreit an. Der Sieger des Wettstreits wird zum Ausrichter der Veranstaltung im Folgejahr. Dementsprechend hohe Aufmerksamkeit wird einer perfekten technischen Abwicklung gewidmet, da der ESC für das gastgebende Land eine „Veranstaltung von nationalem Interesse“ ist.
Den Zuschauern wird in der Vorberichterstattung und in den ESC-Veranstaltungen ein Fenster in das Austragungsland geöffnet.

In diesem Jahr war der Gastgeber die "ESPRIT arena“ Düsseldorf. Sie bietet für die TV-Produktion beste Voraussetzungen und Platz für 35.000 Zuschauer.

Der DKE-AK 731.0.8 hatte die Möglichkeit diese Veranstaltung zu beobachten und berichtet nachfolgend über die gesammelten Erfahrungen.

Matthias Fehr, Bruno Marx, Norbert Hilbich

Bild: Matthias Fehr

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 2
Das Großereignis in der öffentlichen Darstellung 4
Einsatz moderner Technik und ein erheblicher Veranstaltungsaufwand 6
Die Veranstaltungsproduktion 10
Die Beobachtung des Funkspektrums 16
Die Belegung des UHF-TV-Funkspektrums vom 14.-15. Mai 2011 21
Die Belegung des UHF-TV-Funkspektrums vom 01.-15. Mai 2011 25
Notwendige Produktionsfrequenzen, Herleitung und zeitlicher Wandel 35
Zusammenfassung 42
Das DKE-Team stellt sich vor 45
Abschlussbemerkungen 47
Alles hat sein Ende 48
Unser besonderer Dank geht an die nachfolgenden Einrichtungen und Persönlichkeiten 49
Anhang mit detaillierter Darstellung der 15-tägigen Spektrumaufzeichnung 50
The Eurovision Song Contest can take place anywhere 81

Eurovision Song Contest 2011

Das Großereignis in der öffentlichen Darstellung

Die European Broadcasting Union (EBU) fasst das Ereignis zusammen

70 million saw Eurovision Song Contest Final

.. This brings the cumulative number of viewers for the three live shows to 114,5 million, nearly 9 million more than last year.

The 2011 Eurovision Song Contest was broadcast on television in all 43 participating countries, as well as in Kosovo, Kazachstan, Australia and New Zealand, as well as worldwide on the internet. 15 national radio stations aired Europe's favourite TV show.

Records crushed

"The Eurovision Song Contest doesn't only stand for 7,5 hours of high-quality live entertainment, it is also a ratings success across Europe. Several broadcasters saw old records crushed, reporting to the EBU massive viewer interest," says Jon Ola Sand, the Executive Supervisor of the Eurovision Song Contest on behalf of the EBU. "There is something magical about having so many people across Europe and around the world doing the same thing at the same time," Sand added.

Increase in social media activity

The online live streams of the three shows generated 804,000 viewing sessions. In the lead up to the 2011 contest in Germany, the official website www.eurovision.tv generated some 87 million page views, which is 8% more than last year.

"We saw a significant increase in social media activity this year, with almost 400,000 registered fans on Facebook and several global trending topics on Twitter during the live shows. This means a lot to us, since we are eager to involve a new generation of dedicated viewers with the Eurovision Song Contest," ..

(Quelle: Jarmo Siim, http://www.eurovision.tv/page/news?id=36773&_t=70_million_saw_eurovision_song_contest_final)

Einsatz moderner Technik und ein erheblicher Veranstaltungsaufwand

Der „Eventelevator“ zur Technik:

85 Kilometer Kabel, eine PA mit 350.000 Watt Leistung und 2.160 Scheinwerfer.
Der Eurovision Song Contest 2011 ist vorüber und glänzte vor allem hinter den Kulissen mit technischen Meisterleistungen: Unzählige Menschen sorgten im Stillen für einen reibungslosen Ablauf des wohl spektakulärsten Events in diesem Jahr.
Sei es, weil unglaubliche Mengen an Material geflogen wurden oder weil das Dach der Arena als Reflektor für die Funksignale der Mikrofone diente: Es gab wenig, was beim ESC in Düsseldorf nicht außergewöhnlich war.

Bild: Matthias Fehr

Ungefähr 300 LKWs haben rund 220 Tonnen Equipment zum Veranstaltungsort gebracht. Der größte Anteil dieses Materials wurde geflogen (d. h. auf gehangen), was freien Blick auf die Bühne aus allen Richtungen ermöglichte.

Neben der Erstellung eines optisch überzeugenden Konzeptes ist die Kommunikation aller Beteiligten der Produktion sicher zu stellen. Mit erheblichen Aufwand sind die Künstler mit ihren drahtlosen Mikrofonen störungsfrei zu übertragen und müssen sich mit ihren Rückhörstrecken (die s. g. In-Ear Monitore) optimal kontrollieren können.

Aufgrund der Größe der Halle und der an Tragekonstruktionen angehängten Einrichtung (z. B. Scheinwerfer oder Projektoren, siehe Bild oben), bestand zwischen den Antennen der Veranstaltungsproduktion und der Bühne meist freie Sicht. Trotzdem war es eine erhebliche technische Herausforderung über rund 90m die notwendige Übertragungsqualität zu sichern.

Das Bild auf der nächsten Seite gibt einen detaillierten Eindruck des Aufbaues wie auch des Standortes der für die Veranstaltung selbst benötigten Antennen und auch der Messantennen, die zur Dokumentation der Veranstaltung eingesetzt wurden.

Der technische Aufbau für die Veranstaltung begann am 20.3. und war nach rund vier Wochen mit Tests abgeschlossen. Dann folgten vier Wochen lang die eigentlichen Proben mit den Künstlern und endeten mit dem Finale am Sonnabend, den 14.5.2011. Während der Aufbauzeit waren Teile des drahtlosen Kommunikationsnetzes in Betrieb. Bereits mit dem Beginn der Künstlerproben d.h. ab etwa vier Wochen vor dem Finale wurde das gesamte UHF Spektrum für die Veranstaltung benötigt.

2.500 Journalisten aus 43 Teilnehmerländern waren akkreditiert zu dieser Groß-Veranstaltung. Zu diesem Zweck wurde die nebenan stehende Leichtathletikhalle zum Pressezentrum umfunktioniert, in dem 20 drahtlose Mikrofone eingesetzt wurden für die Informationsveranstaltungen, Interviews, Fragestunden und vieles mehr.

Bilder: Matthias Fehr

ESC 2011 Düsseldorf, ESPRIT-Arena: Hintergründe zur Großbaustelle

Knapp drei Wochen vor dem Finale des 56. Eurovision Song Contests konnten sich Journalisten ein Bild von den Bauarbeiten machen, die die Stadt Düsseldorf in Kooperation mit dem Sender NDR in der ESPRIT-Arena eingeleitet hat. Die Halle wird in erster Linie als Heimstadion des Zweitliga-Fußballvereins Fortuna-Düsseldorf genutzt, zum ESC 2011 jedoch in ein großes Fernsehstudio umgebaut. Der Verantwortliche des NDR für den europaweit angesehenen Gesangswettbewerb – Thomas Schreiber – gewährte einen Einblick in die Großbaustelle und zeigte sich zufrieden angesichts des reibungslosen Ablaufs derselben.

56. Eurovision Song Contest: Die Führung durch die Bauarbeiten

Am Montag, den 18. April 2011, führte Thomas Schreiber den Journalistentross durch die Großbaustelle und erläuterte vor allen Dingen Hintergründe zur Technik wie Licht, Ton und Stromerzeugung: "Wir haben hier in Düsseldorf in der Arena einmalige Möglichkeiten vorgefunden.“ Man sei, so Schreiber, nach dem Vorjahressieg auf die Suche nach einer adäquaten Halle gegangen und habe mit der Düsseldorfer Arena die Beste aller Möglichkeiten gefunden. Tatsächlich ist die ESPRIT-Arena vor allen Dingen wegen ihrer Lage am Messegelände der Stadt für derartige Veranstaltungen prädestiniert: Die Techniker, Teilnehmer und Veranstalter finden schier unerschöpflichen Platz für Übertragungswagen und Lastwagen jeder Größenordnung vor.

Als besonderen Pluspunkt werteten die Macher auch die Tatsache, dass die benachbarte Leichtathletikhalle zur Einrichtung des Pressezentrums einbezogen werden konnte: Für 2.500 akkreditierte Journalisten konnten dort optimale Arbeitsbedingungen geschaffen werden. Eine derart hohe Zahl von Pressevertretern habe es bislang bei keinem ESC gegeben, so Schreiber. Rekordverdächtig sei auch, dass bereits drei Wochen vor Beginn des Contests 80.000 Karten dafür verkauft worden seien. Nur für das Jury-Finale am 13. Mai sowie für die beiden Halbfinals am 10. und am 12. Mai gebe es noch Restkarten. Doch ganz gleich, für welche Veranstaltung auch immer: Im Zentrum des Interesses dürfte die Hauptbühne stehen, die mittig in die ESPRIT-Arena platziert werden konnte.

An den Bauarbeiten beteiligt, so Schreiber, seien rund 100 Firmen, deren Zusammenarbeit zur Zufriedenheit des Veranstalters reibungslos funktioniere. Sichtbares Zeichen nach außen hin: Der Schriftzug des Eurovision Song Contests an der Fassade der Arena. Die Blicke im Innenraum dürften sich aber nicht nur auf die im Umfang 13 Meter messende Bühne, sondern auch auf die große LED-Wand konzentrieren, die 60 Meter breit und 18 Meter hoch ist. Rund 2.200 Scheinwerfer und ausgefeilte Computertechnik helfen dabei,

mehr als 31.000 verschiedene Beleuchtungseffekte herzustellen. Verantwortlich dafür: Jerry Appelt und Matthias Kublik, die mit dem ESC 2011 erstmalig in einer so großen Halle arbeiten.
Denn im Gegensatz zum 55. Eurovision Song Contest in Oslo, wo 18.000 Zuschauer im Saal saßen, wurde die ESPRIT-Arena für 35.000 Zuschauer eingerichtet. Technischer Leiter des Eurovision Song Contest 2011 ist Dieter Thiessen, den auch ein Hinweis auf einen Ausfall der Stromversorgung nicht ins Schwitzen bringt: "Die Arena verfügt über ein eigenes, kleines Kraftwerk." Im Presseraum direkt in der Arena können sich 1500 Journalisten gleichzeitig aufhalten. Insgesamt 46 Podeste für die Kameras lassen kein Detail des Geschehens ungesehen. 26 Künstlergarderoben wurden in der oberen Etage der Arena eingerichtet. Bei aller Begeisterung für den Aufwand, der vor Ort gestemmt wurde, ließen die Macher auch das Thema Geld nicht unangesprochen.

Der ESC in Düsseldorf und die Kosten

Thomas Schreiber: "Der Song Contest in Oslo hat 16,25 Millionen Euro gekostet, die ARD zahlt in diesem Jahr nur 12,1 Millionen Euro." Die ARD vereinnahmt dazu aber auch etwa 3,8 Millionen Euro Teilnehmergebühren sowie Gelder aus dem Ticketverkauf und von den Sponsoren. Oberbürgermeister Dirk Elbers, auf dessen Idee es zurückzuführen ist, dass der ESC 2011 in Düsseldorf stattfindet, führte aber noch ganz andere Fakten an. Er verwies darauf, dass eine herkömmliche Werbekampagne – die für die Stadt denselben Effekt erzielen soll, wie der ESC dies mit seiner Übertragung zu 120 Millionen Menschen in der ganzen Welt kann – nach Ansicht seiner Experten 200 Millionen Euro kosten würde.

Oberbürgermeister Dirk Elbers: "Parties, Chillen, Lebensfreude"

Tatsächlich bringe die Stadt für den ESC rund sieben Millionen Euro auf und mindere diesen Betrag noch durch Einnahmen wie beispielsweise die von der Fluggesellschaft Air Berlin, die sich als Namensgeberin des Fortuna-Ausweichstadions "airberlin world" eingekauft hat. Elbers wies darauf hin, dass er den ESC ausschließlich vor dem Hintergrund der Wirtschaftsförderung nach Düsseldorf geholt habe. Elbers in der Veröffentlichung Rathaus aktuell: "In Oslo hat man nach dem Song Contest im vergangenen Jahr 14 Prozent mehr Besucher in der Stadt gehabt." Elbers, der im Januar 2011 bereits bei der Schlüsselübergabe den ESC am Rhein begrüßt hat, setzt darauf, dass die Welt Düsseldorf nach dem ESC in bester Erinnerung behalten wird.

(Quelle: Jörg Tilmes, http://www.suite101.de/content/esc-2011-duesseldorf-esprit-arena-hintergruende-zur-grossbaustelle-a109508)

Eurovision Song Contest 2011

Die Veranstaltungsproduktion

Frequenzkoordinierung und Geräteinformationen

Die gesamte Frequenzkoordination lag in einer Hand und war straff organisiert, um Unwägbarkeiten weitestgehend ausschließen zu können. Journalisten, die nicht angemeldetes Drahtlos-Equipment einsetzten, verloren sofort ihre Akkreditierung. Es gab bei dieser Veranstaltung nicht die üblichen EB Teams mit ihren drahtlosen Geräten, um mögliche Störungen der Veranstaltung von vornherein ausschließen zu können.

Eingesetzt waren in Summe rund 273 drahtlose Funkübertragungsstrecken.
Diese teilten sich auf in:

Frequenzbereich	Verwendung	Anzahl
unterhalb 470 MHz	Kommunikation	52
470 – 790 MHz	Mics und In-Ear	212
oberhalb 1.800 MHz	Kameras	9

Bild: Matthias Fehr

Die 212 drahtlosen Mikrofone und In-Ear Monitor Systeme (enthalten sind die Havarie-Strecken) teilten sich wie folgt auf:

- 184 Mikrofone und In-Ear Monitor-Funkstrecken für die Produktion
- 20 Mikrofone für das Pressezentrum
- 8 Mikrofone u. In-Ear Monitor Strecken für die Pro 7 Berichterstattung

Ergänzung:

- Die Technik der Audioproduktion wurde im Gegensatz zu anderer Funktechnik redundant ausgeführt.
- Von den 184 Funkstrecken der Gesamtproduktion wurden 168 für die Künstler eingesetzt.
  Von diesen 168 Strecken waren 44 In-Ear Monitor Systeme mit eigenen Antennenverteilern ausgestattet.
- Die 138 Hand- und Taschen-Mikrofonsender wurden jeweils von einem Diversity-Empfängersystem aufgenommen.

ESC2011 – eine Abgrenzung zu anderen Veranstaltungen

Höchste Anforderungen an die Livequalität in Kombination mit hoher Anzahl drahtloser Strecken sind eine besondere Herausforderung für die Produktion dieser Veranstaltung und zugleich ein Abgrenzungsmerkmal zu anderen Produktionen.

Die Audioproduktion

Das „EBU, Technical Handbook„ des ESC 2011 gliedert die Audioproduktion in folgende Bereiche

1. IN-EAR MONITOR REHEARSALS

   Das war eine In-Ear Monitor-Probe (IEM-Probe), die für jede Nation vor der eigentlichen Hauptprobe auf der Hauptbühne in einem sogenanntem „In-Ear-Proberaum“ stattgefunden hat.

2. MIKROFONE & IN-EAR MONITORING

   Für alle Teilnehmer standen drahtlose Mikrofone und In-Ear Monitoring zur Verfügung.

3. PA & MONITORING

   Das sind zum Beispiel Mischpulte, Leistungsverstärker und Lautsprecher. Zusätzlich wurde eine Backuplösung für das In-Ear Monitoring bereitgestellt.

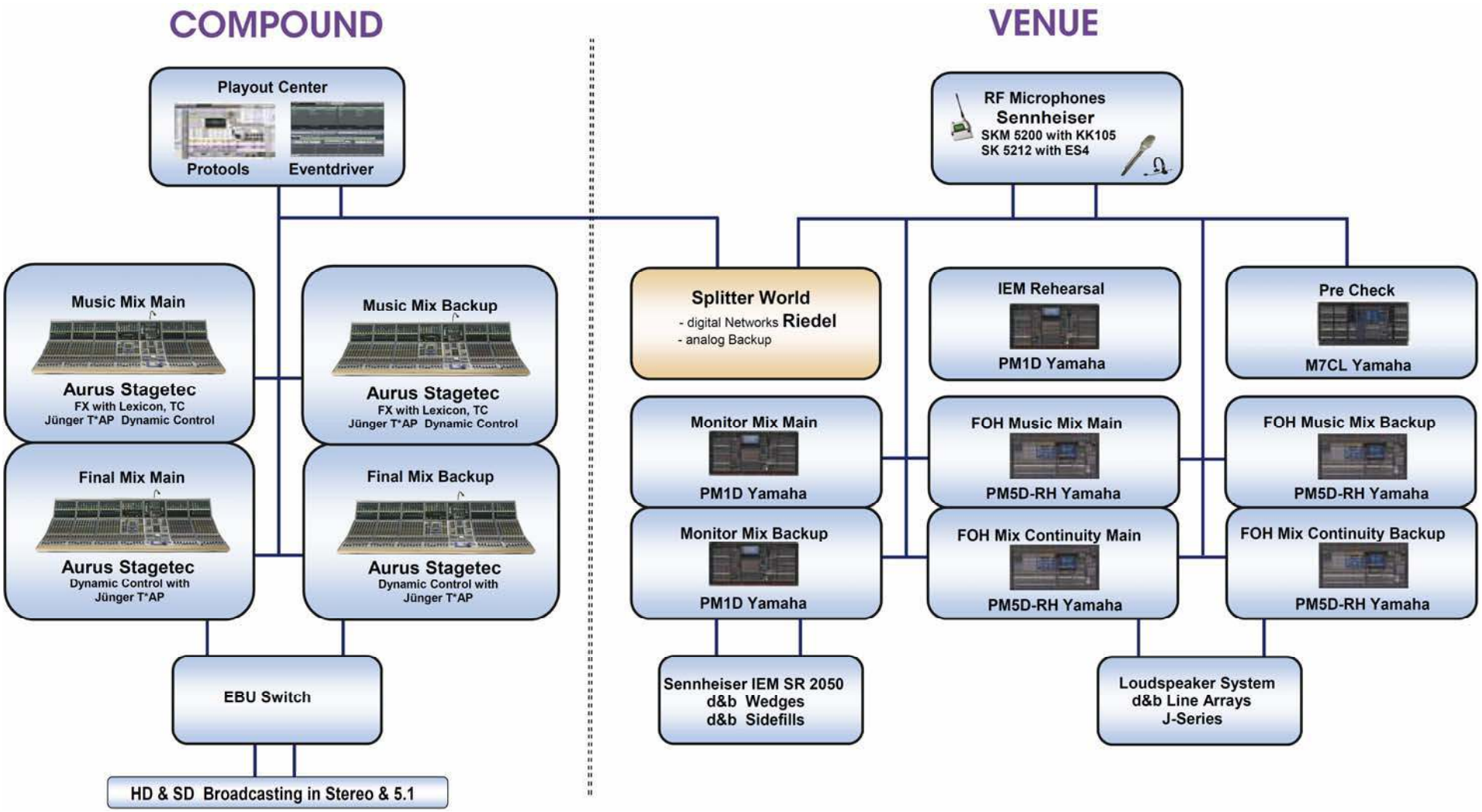
4. TV SOUND

   Das ist die notwendige Technik für den „finalen Mix“. Dazu gehören zum Beispiel mobile Studios, ausgestattet mit professioneller Studiotechnik, eingebaut in Übertragungswagen.

5. VIEWING ROOM

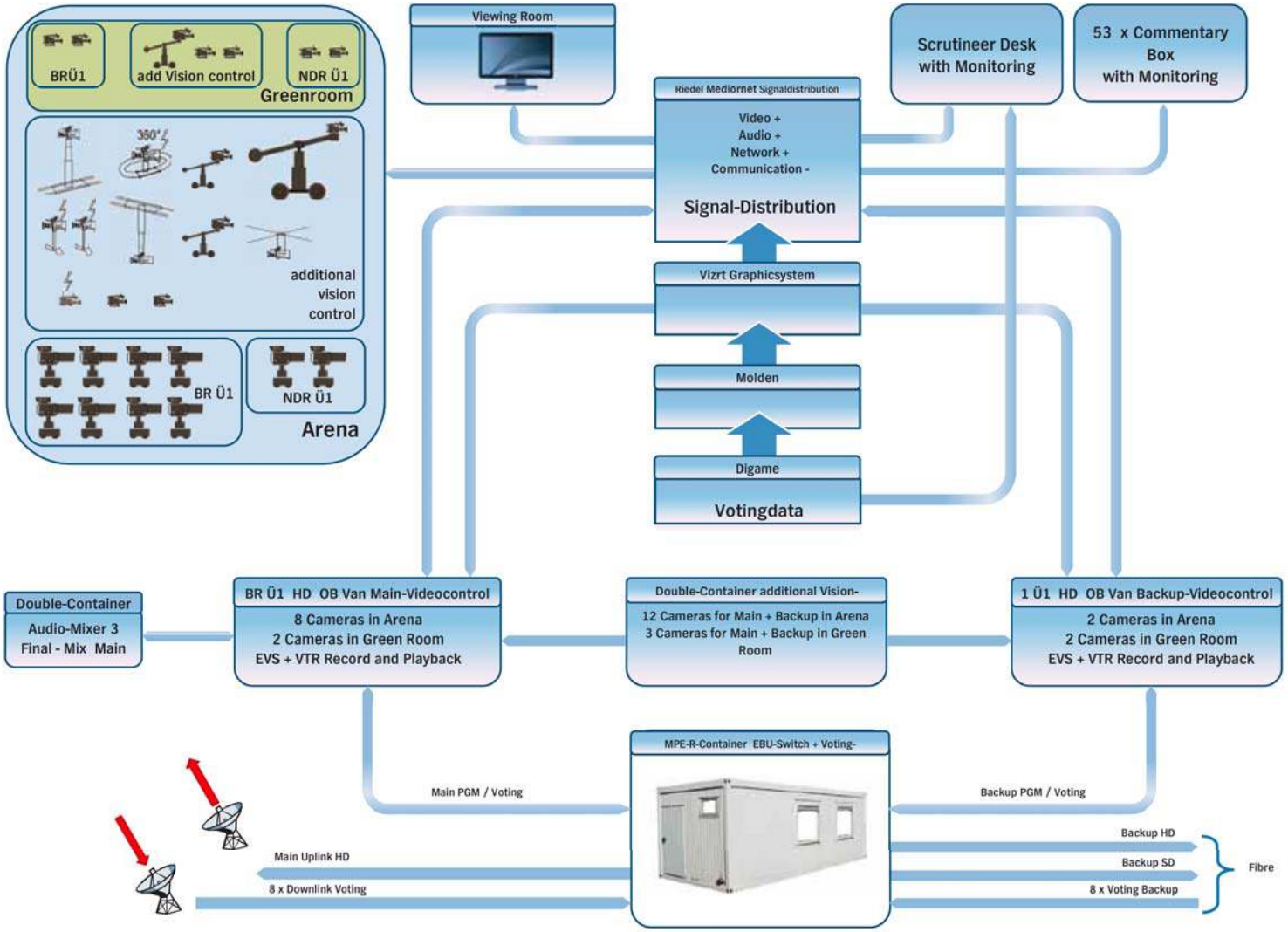
   In diesem Raum konnte eine Begutachtung der Probeaufnahmen durchgeführt werden

Prinzipdarstellung der Audioproduktion



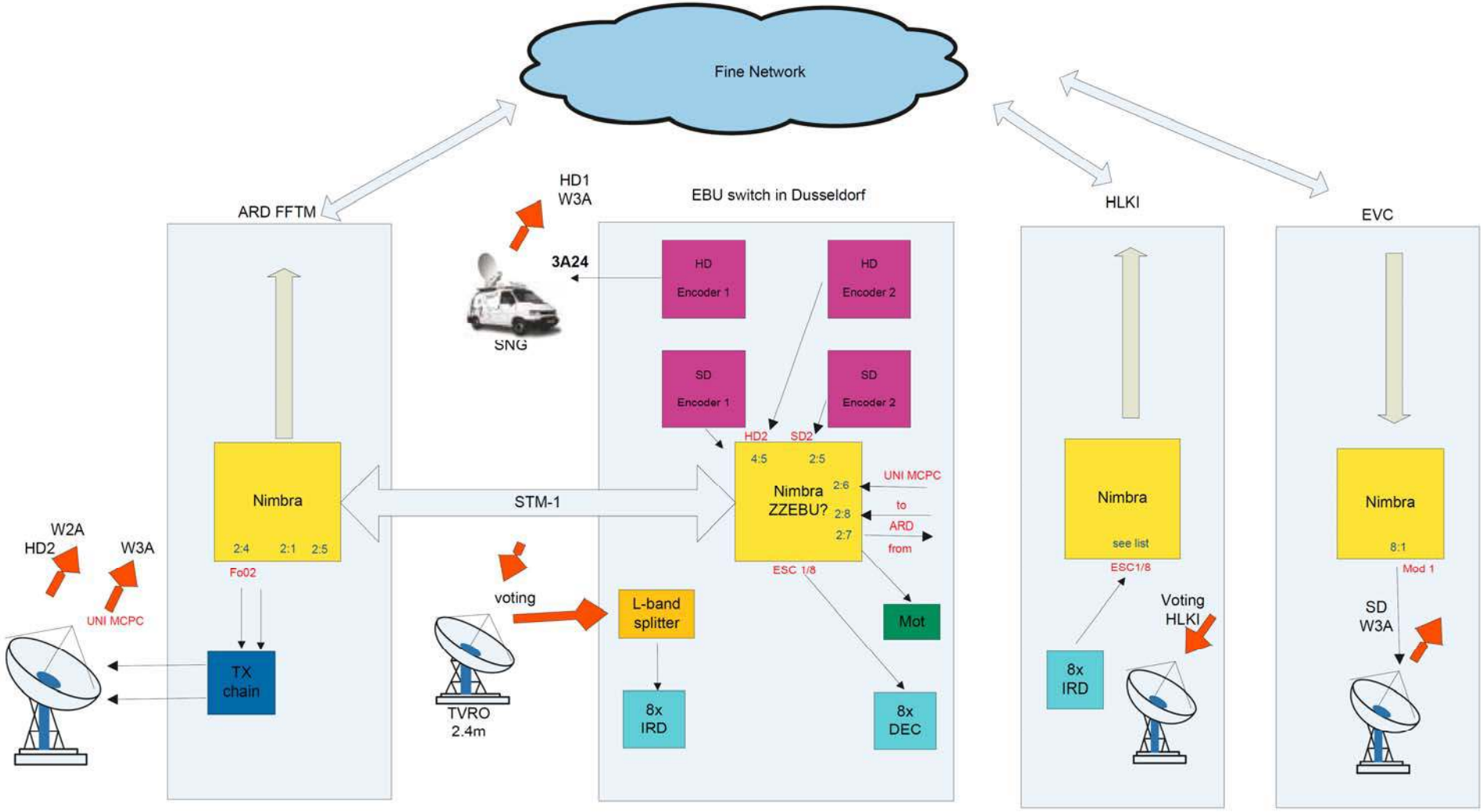
Quelle: NDR, ESC2011 - Technical Handbook

Die Videoproduktion



Quelle: NDR, ESC2011 - Technical Handbook

Das internationale Backbone (EBU SWITCH & TRANSMISSION)



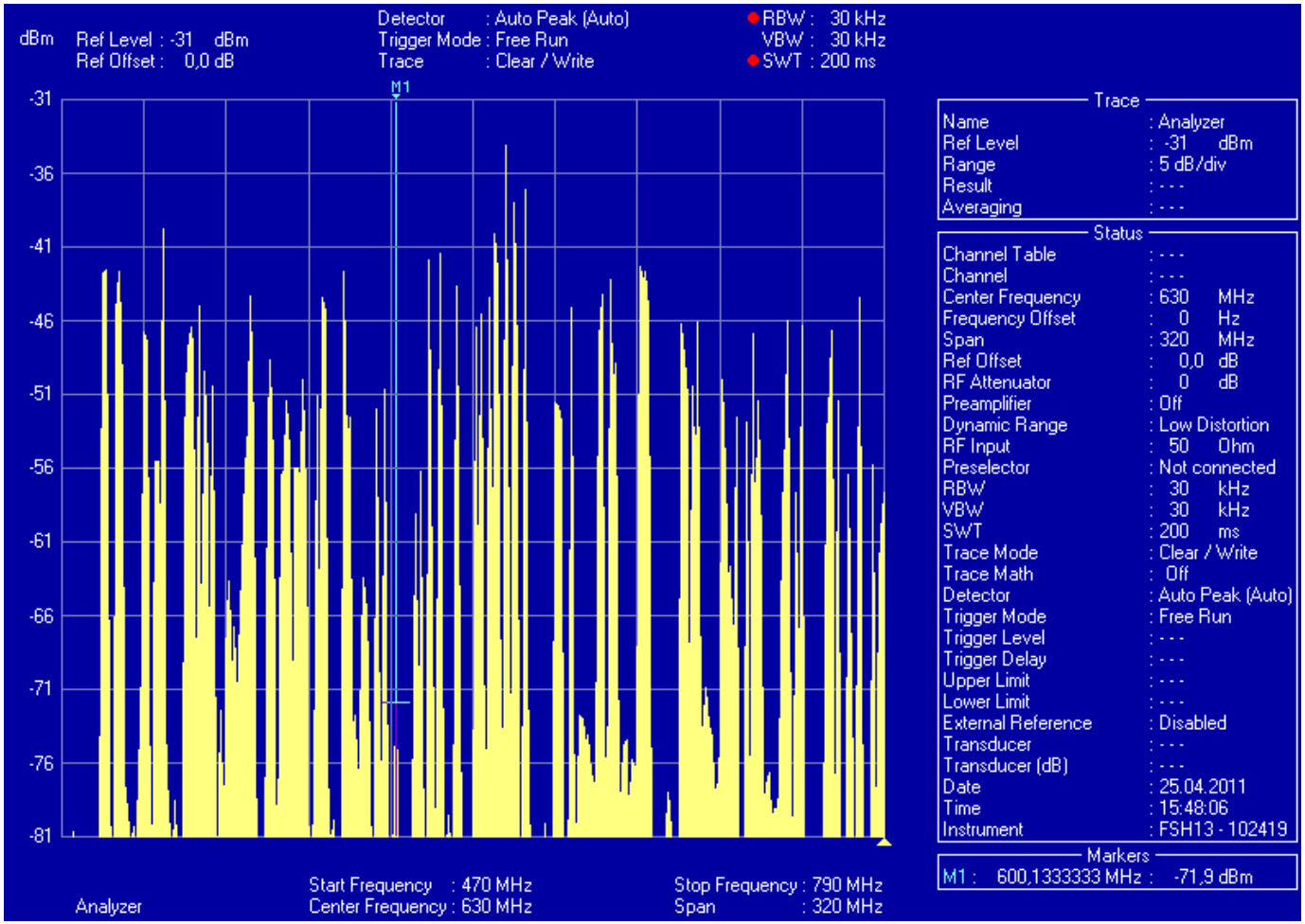
Quelle: NDR, ESC2011 - Technical Handbook

Eurovision Song Contest 2011

Die Beobachtung des Funkspektrums

UHF Scans, Dokumentation der Spektrumnutzung

1) Spektrumbeobachtung mit typischer Messgeräteauflösung in der Frequenzachse (Quelle: IRT München)



Mittels (Hand-) Spectrumscans erhält man bereits einen guten Eindruck über die Dichte der UHF-Frequenzbelegung

2) Spektrumbeobachtung mit spezialisierter Scan- und Analysesoftware (DKE-AK 731.0.8)

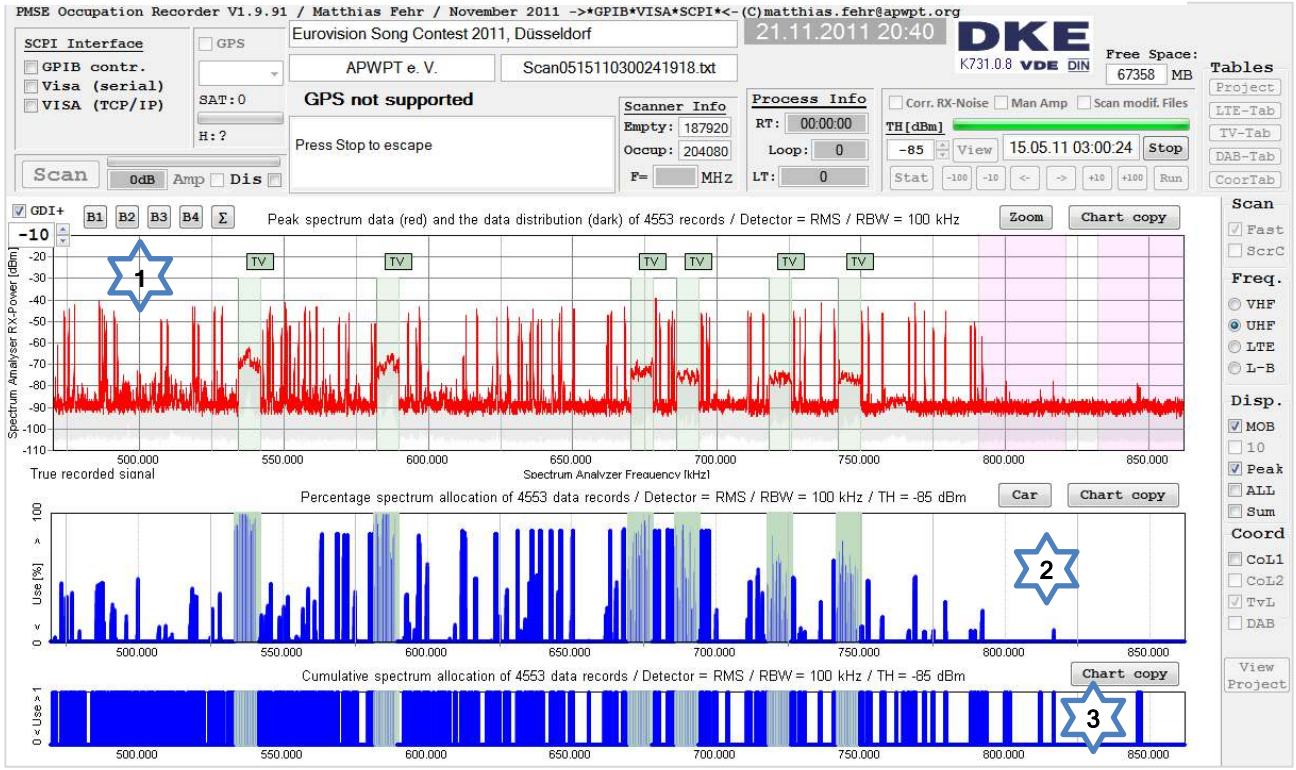
Aus der 15-tägigen Spektrumaufzeichnung wurden zur Demonstration der Analysefunktion 4500 UHF-Scans der Hauptveranstaltung vom 14.05.2011 17:34 bis 15.05.2011 03:00 Uhr ausgewählt. Gezeigt wird die Programmoberfläche mit markierten Ausgabefenstern:

(1) Im Fenster der Spektrumdarstellung zeigen die rote Linie mit ihren ausgeprägten Spitzen den maximalen Empfangspegel über die Messdauer.
Die hellblauen Blöcke sind die DVB-T Sender.
Auf der rechten Fensterseite markieren zwei rosa Blöcke die neuen Mobilfunkbereiche.

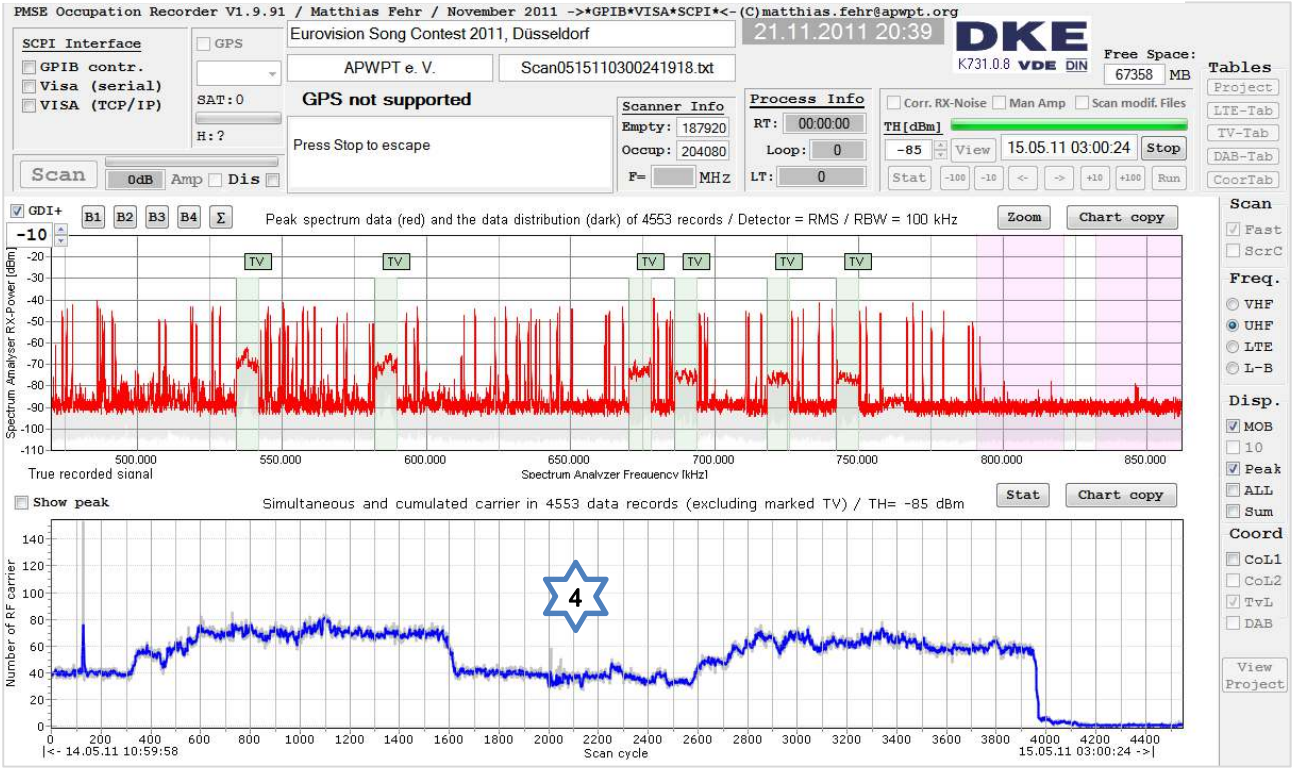
(2) In diesem Fenster wird die Dauer des Signalempfangs dargestellt, wenn dieses die Auswertungsschwelle überschreitet. 100% bedeutet Dauerempfang auf dieser Frequenz. Signale, die die Schwelle nur kurze Zeit überschreiten werden in diesem Fenster nicht dargestellt.

(3) Abhilfe bringt das dritte Ausgabefenster. Hier wird auf der Frequenz ein blauer Balken gesetzt, wenn ein Signal mindestens einmal die Schwelle überschritten hat.

Ergebnisausgabe in der Frequenzachse:



Ergebnisausgabe in der Zeitachse:



(4) Die zweite Darstellung zeigt einen anderen Auswertungsmodus. Bei diesem wird die Anzahl der gleichzeitig empfangenen UHF-Signale dargestellt. Ausgewertet werden nur schmalbandige Signale (< 500 kHz Bandbreite), die in ihrer Charakteristik drahtlose Mikrofone oder In-Ear Monitor Signale repräsentieren könnten.

Durch eine Updaterate von typisch 13s können auch relativ kurze Signale aufgezeichnet und nachträglich ausgewertet werden.

Zusätzlich zu den grafischen Ausgabefenstern erstellt die Software ASCII-Ausgabedateien mit weiteren umfangreichen Projektinformationen, die zum Beispiel mittels Tabellenkalkulation weiter verarbeitet werden können.

Die installierte Messtechnik

Eine besondere Herausforderung sind bei jeder Spektrumaufzeichnung möglichst ungestörte Empfangsbedingungen unter den jeweiligen Bedingungen der Veranstaltung. Die Messtechnik muss während der gesamten Veranstaltung völlig unauffällig die beabsichtigten Aufgaben ausführen und soll gleichzeitig einen möglichst realen Blick auf das Funkspektrum ermöglichen – eine Aufgabe, die nur mit Kompromissen umgesetzt werden kann.

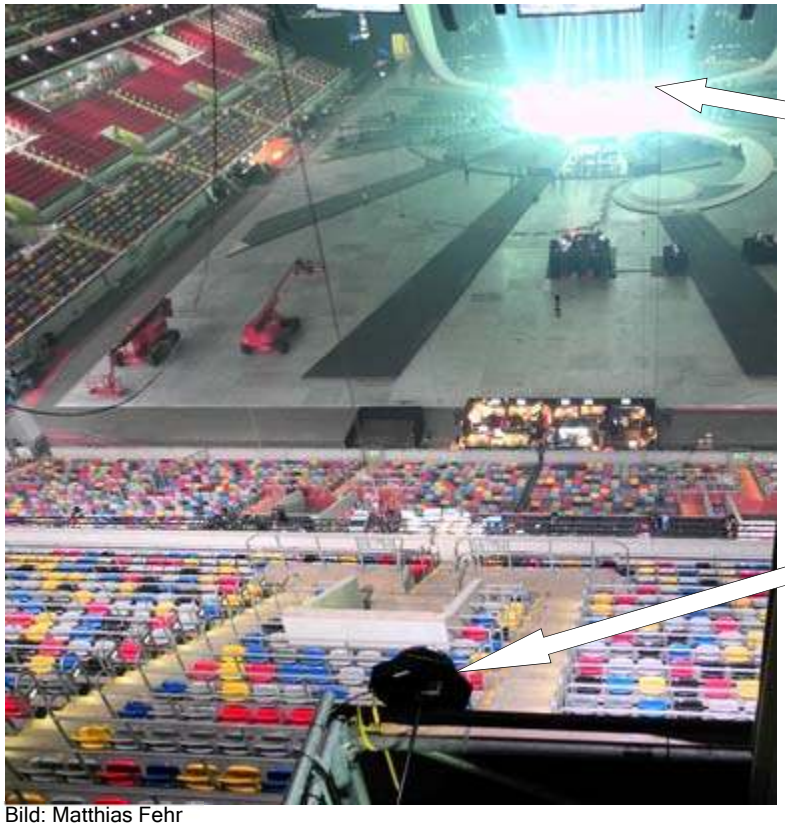
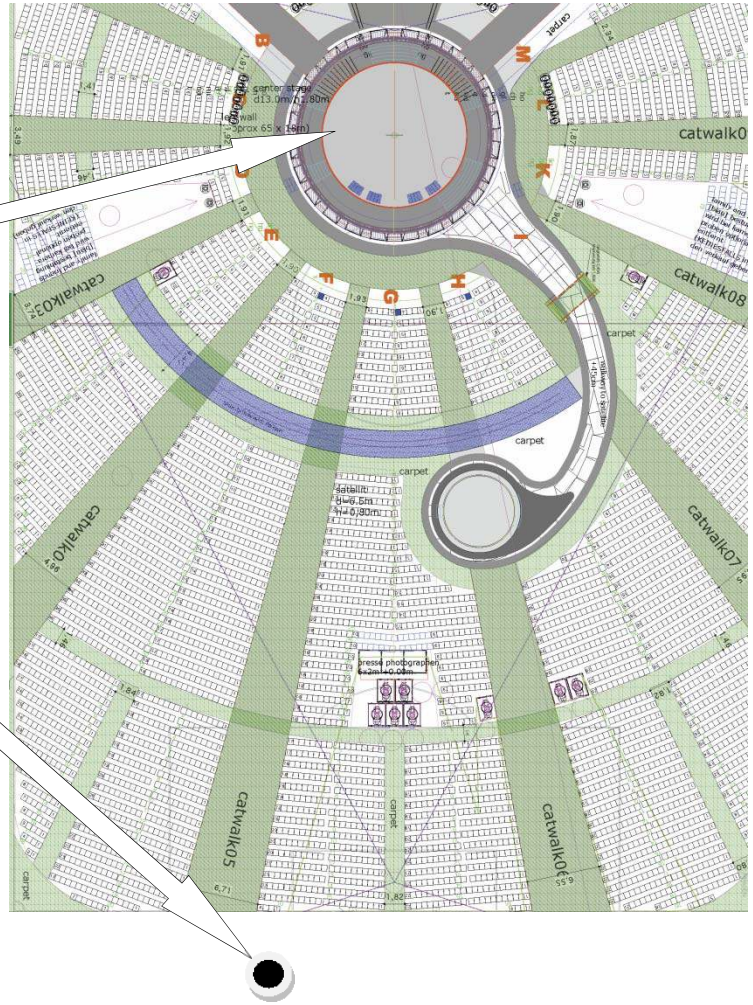
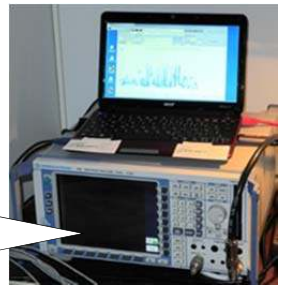


Bild: Matthias Fehr

Hauptbühne



Zirkulare UHF-Messantenne



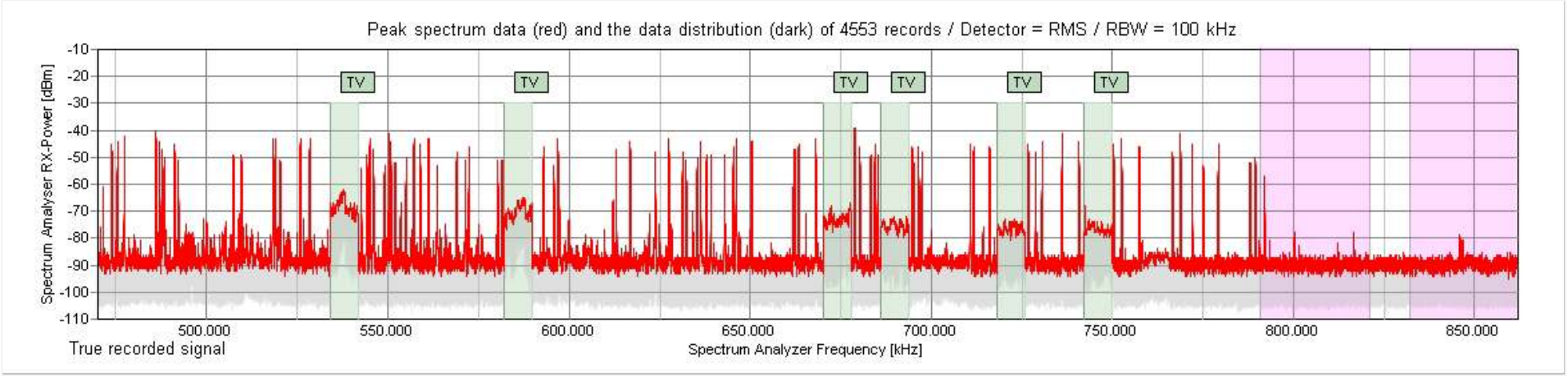
Scansystem R&S FSP 3

Eurovision Song Contest 2011

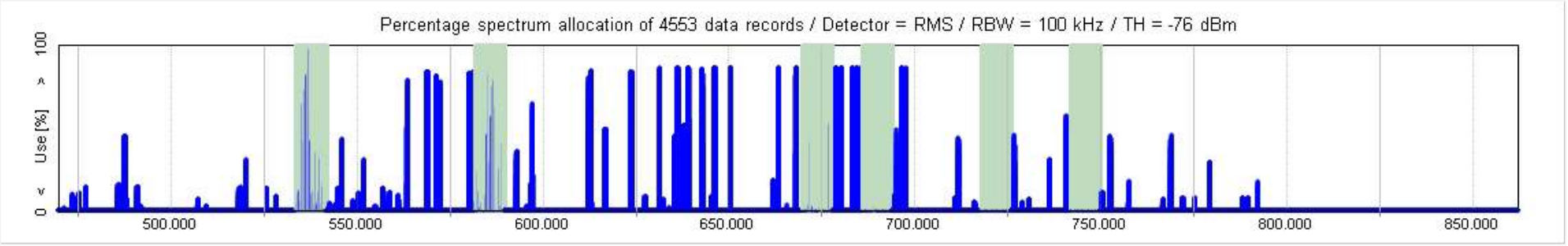
Die Belegung des UHF-TV-Funkspektrums vom 14.-15. Mai 2011

Auswertung von 16 Stunden Spektrumaufzeichnung im Rahmen der Hauptveranstaltung vom 14. bis 15.05.2011

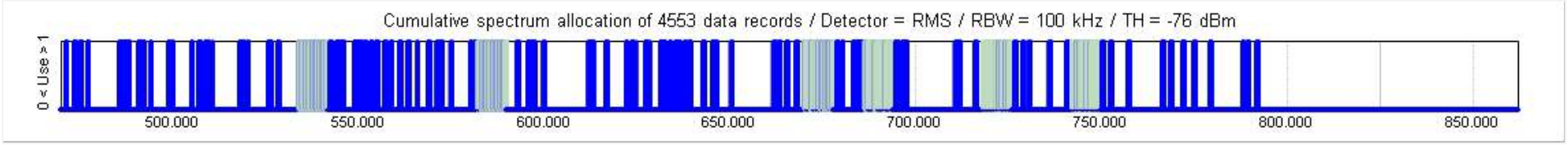
1) Kumulierte Spektrumbelegung im Gesamtfrequenzbereich



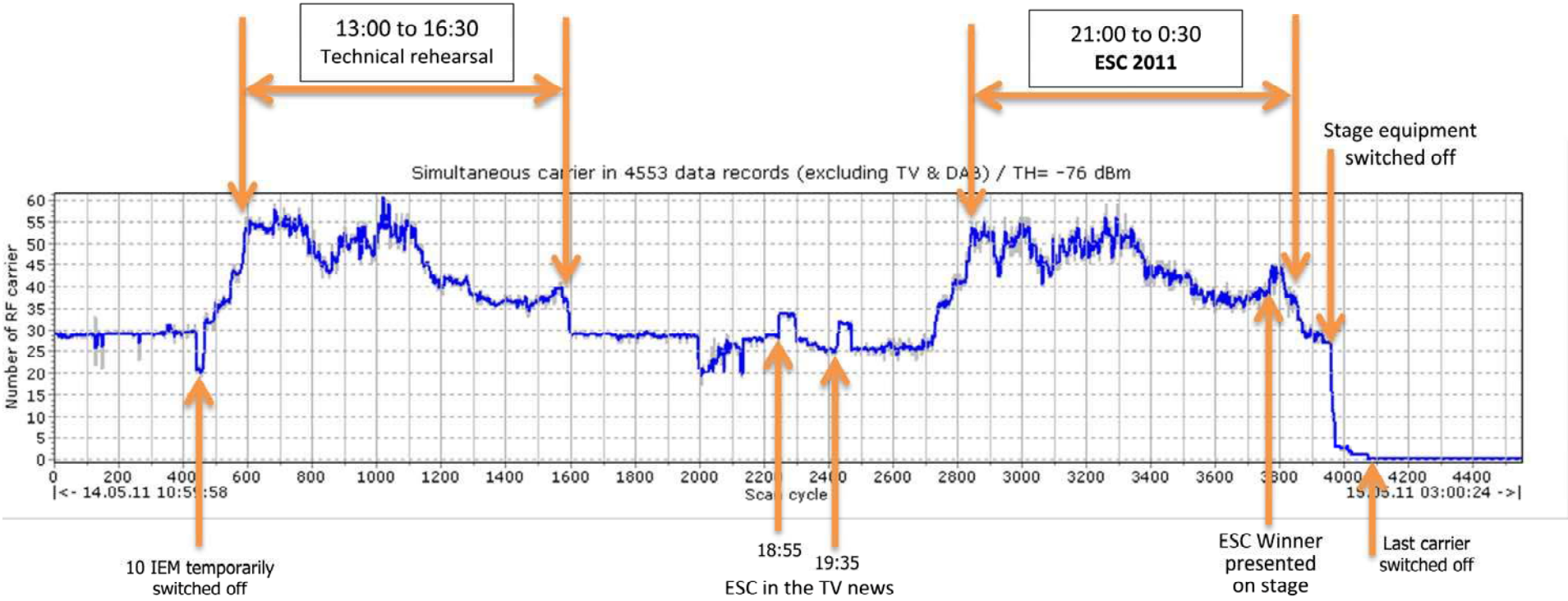
2) Zeitverteilung der Frequenzbelegung (eine 100%-Anzeige entspräche einem Dauerempfang)



3) Erfassung aller Belegungen (ein blauer Balken bedeutet, dass Frequenz mindestens einmal belegt wurde)



4) Darstellung der gleichzeitig empfangenen Signale und der Zusammenhang mit dem Veranstaltungsablauf

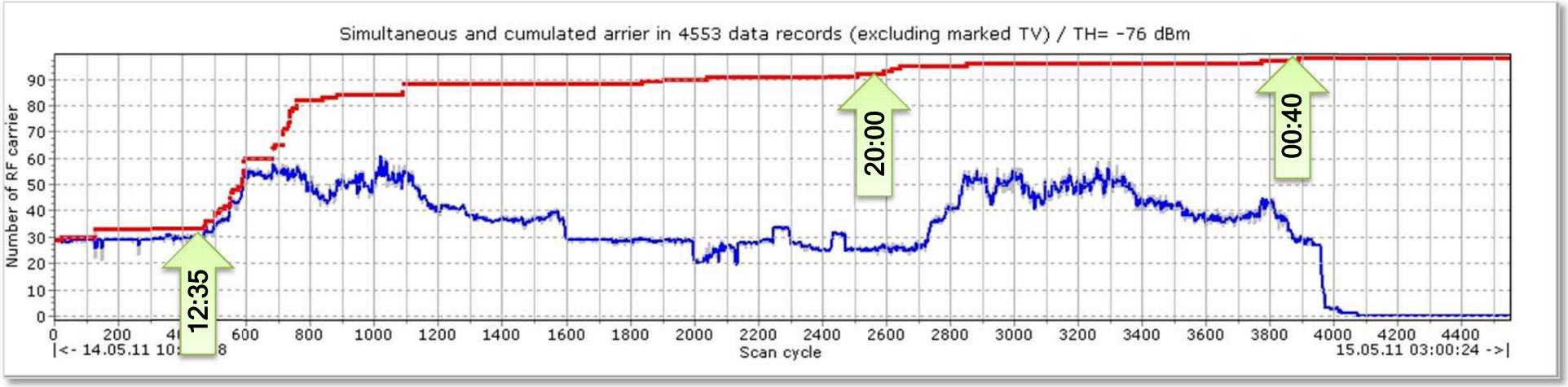


Gut zu erkennen ist, dass die Dichte der Spektrumbelegung im Veranstaltungsraum keinesfalls als konstant angenommen werden darf, sondern dem Veranstaltungsverlauf folgt. Es wurden Änderungen im Minutenbereich beobachtet.

Erläuterung:

- Um die Aussagegenauigkeit zu erhöhen, wurden alle TV-Sender aus der Spektrumauswertung ausgeblendet.
- Aus der Sicht der Signalauswertung ist es gleichgültig, ob z. B. Mikrofonsender ein- oder ausgeschaltet wird oder der Interpret den Veranstaltungsraum (Empfangsbereich) verlässt. In beiden Fällen ändert sich die Anzahl der beobachteten Signale.

5) Darstellung der Gesamtfrequenzbelegung



In dieser Darstellung wird zusätzlich die Anzahl der belegten Frequenzen eingeblendet (rote Linie).
Bis 12:35 Uhr sind nur die IEM-Strecken eingeschaltet. Bis ca. 20:00 Uhr wurden 90 Frequenzen belegt.
In der Hauptveranstaltung wird dieser Trend bis 99 belegte Frequenzen ausgebaut.

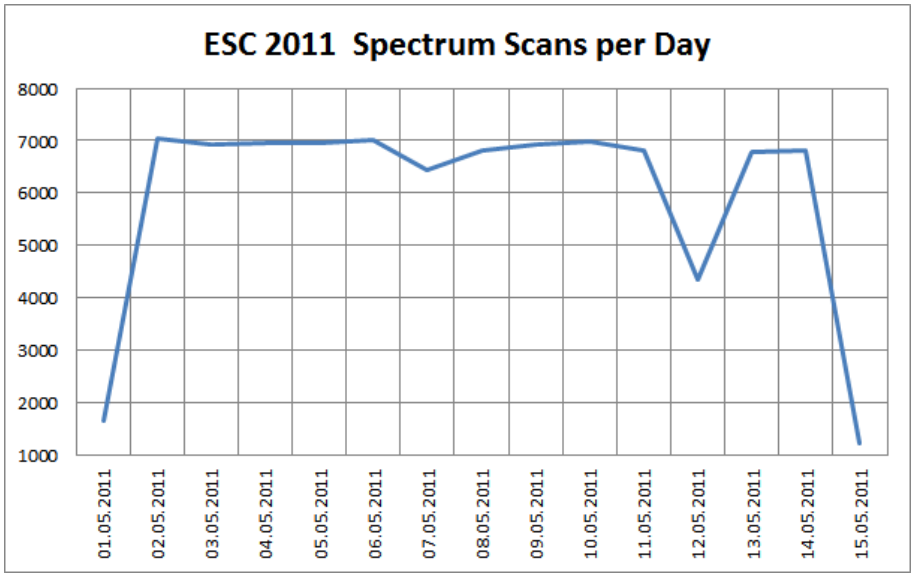
6) Tabellarische Zusammenfassung der Spektrumbelegung im Bereich von 470-862 MHz

Recorded number of carrier	
Bandwidth < 200 kHz	99
Bandwidth 200 to 500 kHz	0
Bandwidth 500 to 1000 kHz	0
Bandwidth 1000 to 5000 kHz	0
Bandwidth 5000 to 10000 kHz (e.g. TV)	6

Eurovision Song Contest 2011

Die Belegung des UHF-TV-Funkspektrums vom 01.-15. Mai 2011

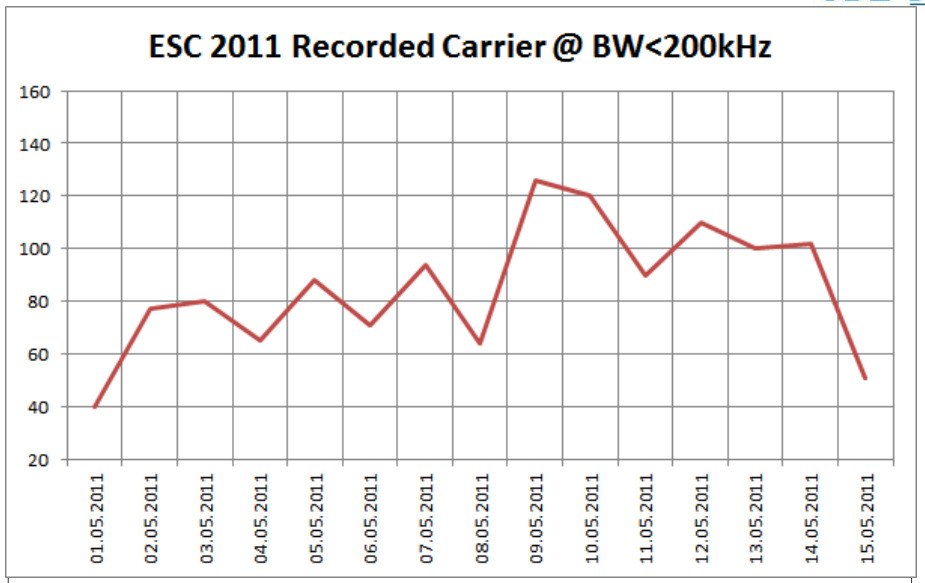
Kurzzusammenfassung der Spektrumaufzeichnung von 15 Tagen Eurovision Song Contest 2011



Im Rahmen der Aufzeichnungsdauer gelang eine fast vollständige Spektrumaufzeichnung bei nahezu optischer Sicht zur Hauptbühne. Lediglich am 07. Mai und am 12. Mai gab es aus unterschiedlichem Anlass Unterbrechungen in der Spektrumaufzeichnung.

In Summe konnten über die 15-tägige Beobachtungszeit 177 schmalbandige Signale (kein TV) nachgewiesen werden.

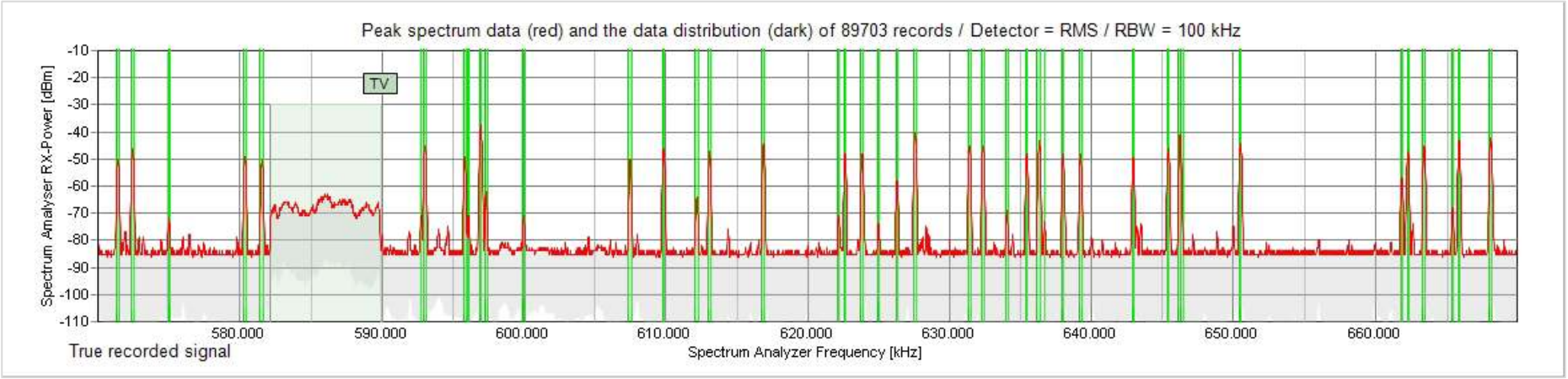
Im Anhang wird ausführlich auf die Scanergebnisse der einzelnen Beobachtungstage eingegangen.

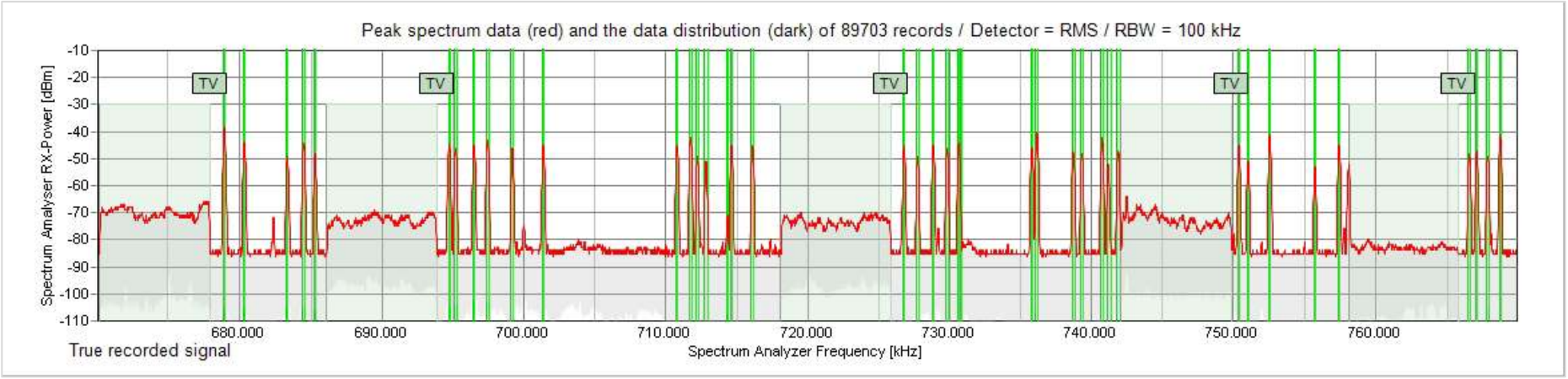


	Scanning period			
Date	from	to	Samples	Carrier<200kHz
01.05.2011	18:24	00:00	1660	40
02.05.2011	00:00	00:00	7030	77
03.05.2011	00:00	00:00	6934	80
04.05.2011	00:00	00:00	6969	65
05.05.2011	00:00	00:00	6965	88
06.05.2011	00:00	00:00	7002	71
07.05.2011	00:00	00:00	6434	94
08.05.2011	00:00	00:00	6817	64
09.05.2011	00:00	00:00	6926	126
10.05.2011	00:00	00:00	6978	120
11.05.2011	00:00	00:00	6822	90
12.05.2011	00:00	00:00	4343	110
13.05.2011	00:00	00:00	6780	100
14.05.2011	00:00	00:00	6820	102
15.05.2011	00:00	04:16	1216	51

Plausibilitätsprüfung der automatischen Spektrumauswertung

Einen erheblichen Entwicklungsaufwand erforderte die Software zur automatischen Spektrumauswertung.
Da innerhalb 15 Aufzeichnungstagen 89703 Spektrumscans durchgeführt wurden, schied eine manuelle Auswertung aus. Um die automatisch erkannten Signale überprüfen zu können, wurde eine Programmfunktion programmiert, die diese Signale farbig hinter das aufgezeichnete Summenspektrum legt. Die nachfolgenden Bilder belegen eine hohe Trefferwahrscheinlichkeit:

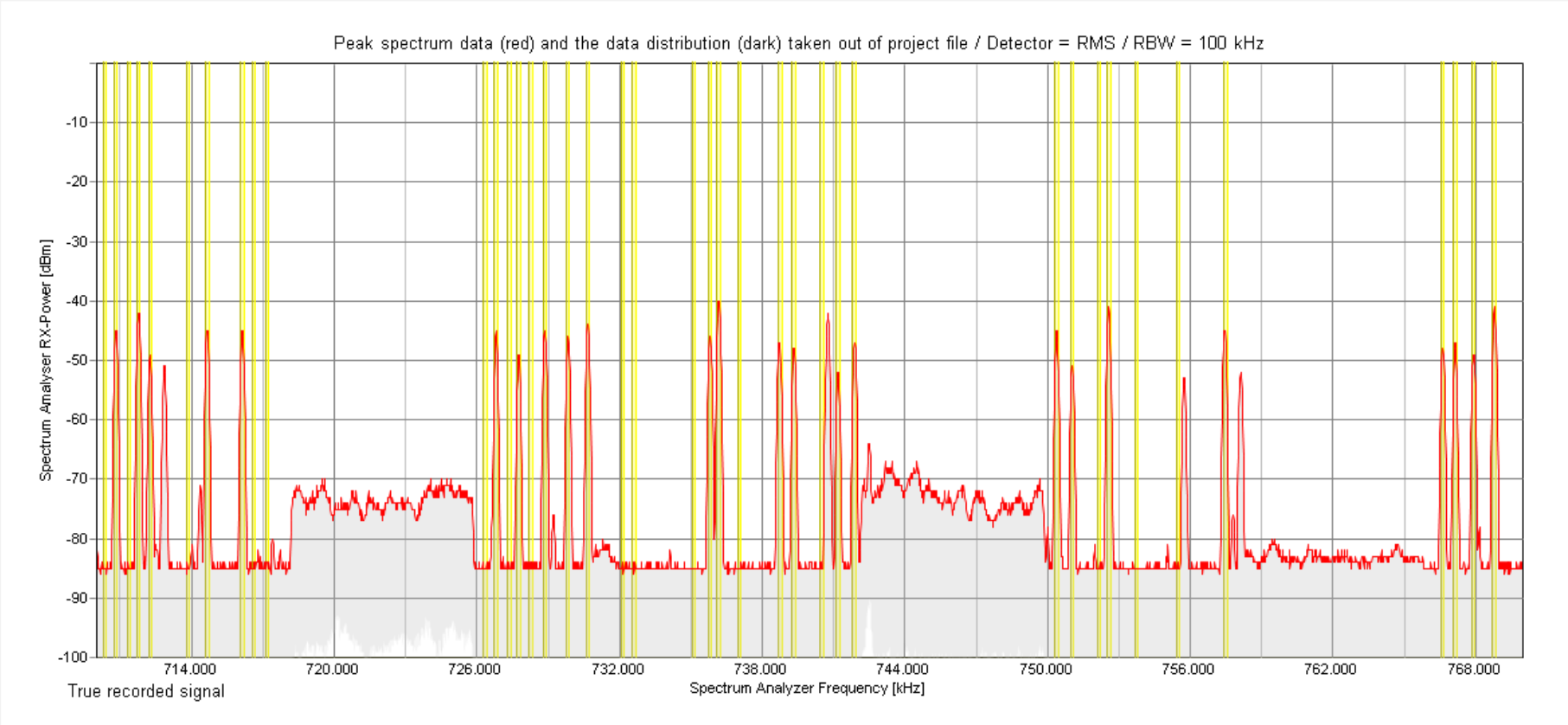




Automatischer Vergleich der Frequenznutzung mit der Frequenzkoordinierung des Veranstalters

Der Veranstalter hatte bereits im Vorfeld eine Frequenzliste an den DKE-Arbeitskreis übergeben. Entsprechend gespannt waren wir auf das Ergebnis der Übereinstimmung mit der rund 15 Tage später stattfindenden Hauptveranstaltung. Dazu wurden die koordinierten Frequenzen mit einer speziellen Programmroutine als gelbe Linien hinter das aufgezeichnete Spektrum gelegt. Zusätzlich erfolgt eine Tabellenausgabe der Daten.

Nachstehendes Bild zeigt den Frequenzbereich von 710 bis 770 MHz als Auszug der in 15 Tagen gesammelten Scandaten:



Handlungspraxis im Rahmen der Frequenzplanung

Eine erste Frequenzplanung wurde nach vorbereitenden Spektrumscans in der Veranstaltungshalle erstellt. Dabei wurden insbesondere für die drahtlosen Systeme der Künstler, auf hohe Intermodulationsfreiheit geachtet. Damit wurde eine mögliche Störquelle im Vorfeld bereits ausgeschlossen. Weitere Störquellen wurden, wie bereits oben beschrieben, mit der Durchsetzung des Hausrechts hinsichtlich Inbetriebnahme von Sendegeräten ausgeschlossen. Diese Maßnahme wurde durch Sicherheitskräfte überwacht.

Wie auf der vorherigen Seite gut zu erkennen ist, weicht die tatsächliche Frequenzbelegung von den Vorplanungen ab. Der Veranstalter sah sich offenbar im Rahmen des mehr als zweiwöchigen Probebetriebs gezwungen, die Frequenznutzung im Interesse der Livequalität anzupassen. Eine typische Situation für derartige Veranstaltungen.

Kontrolliert wurden die Spektrumqualität und auch die getroffenen Veränderungen von zwei Toningenieuren, die in einem eigens bereit gestellten, schallisolierten Container die Audioqualität der genutzten Strecken bewertet haben. Dieses HF-Monitoring war im Wesentlichen aufgebaut, um Störer zu identifizieren und auszuschalten. Die geringe zur Verfügung stehende Zeit hat man nicht verwendet, um diese Störer ausfindig zu machen, sondern hat eine andere Frequenz für das zu übertragende Signal eingesetzt. Dadurch konnte sehr kurzfristig manuell auf Störer reagiert werden, z. B. indem auf andere Frequenzen umgeschaltet wurde.

Dieses Praxisbeispiel macht deutlich, wie empfindlich das Gleichgewicht zwischen notwendig hoher Produktionsqualität und realer Störsituation beeinflusst werden kann und lässt nachvollziehen, dass ein erhebliches Veranstaltungsrisiko besteht, welches durch hohen technischen und personellen Aufwand begrenzt werden muss.

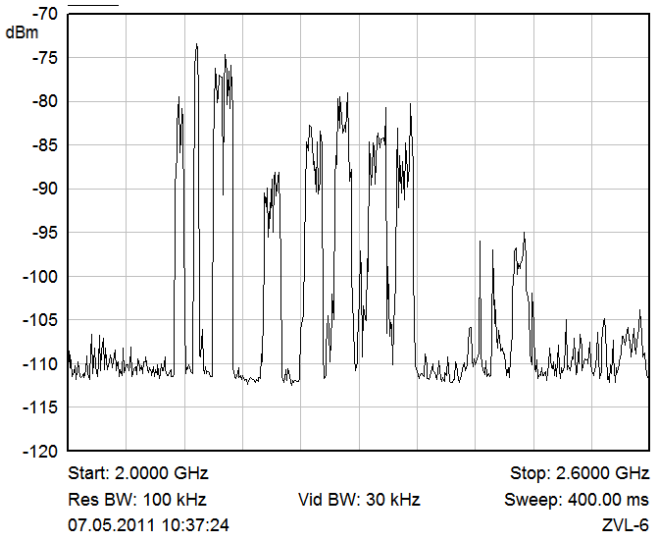
In der Praxis müssen die professionellen Spektrumnutzer die Möglichkeit haben Störungen auszuweichen bzw. auf geänderte Rahmenbedingungen flexibel reagieren zu können.

Dieser weitestgehend unbekannte Handlungszwang muss seinen Niederschlag in der Regulierung und Frequenzzuteilung finden.

Die Regulierung vieler Länder legt derzeit den Anwendern noch unnötige Fesseln an. Das kann nicht im Sinn einer störungsfreien Live-Produktion sein. Es wird gewünscht, diesen Handlungsbedarf in die notwendige Regulierungspraxis umzusetzen.

Die Veranstaltung konnte nur durch die aktive Begleitung des Messdiensts der Bundesnetzagentur (BNetzA) gesichert werden.

Begleitende Innenmessungen:



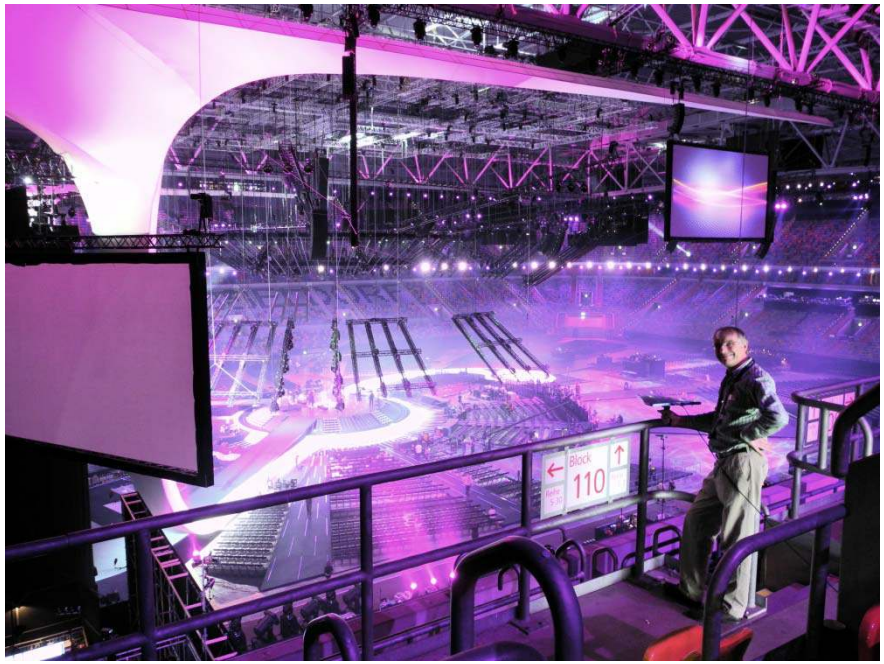
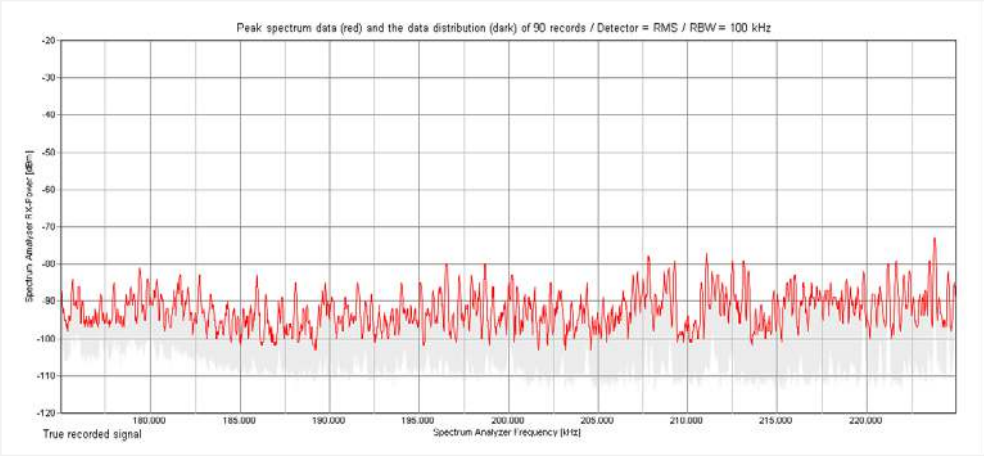
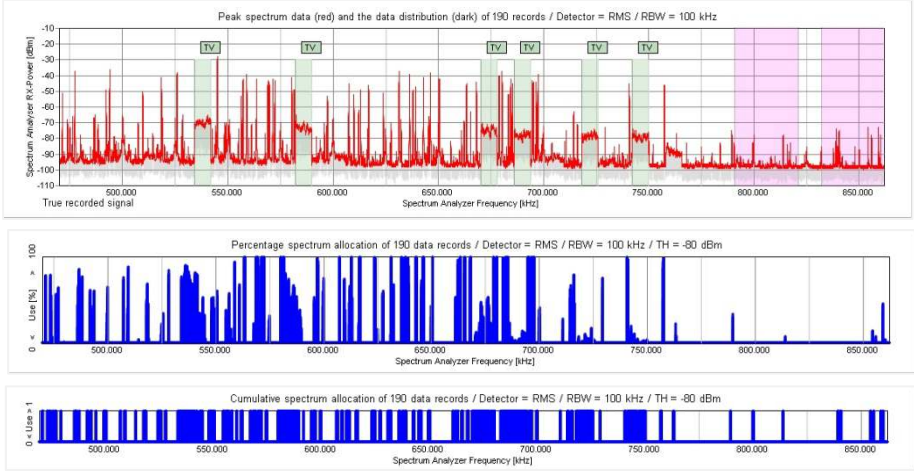


Bild: Matthias Fehr



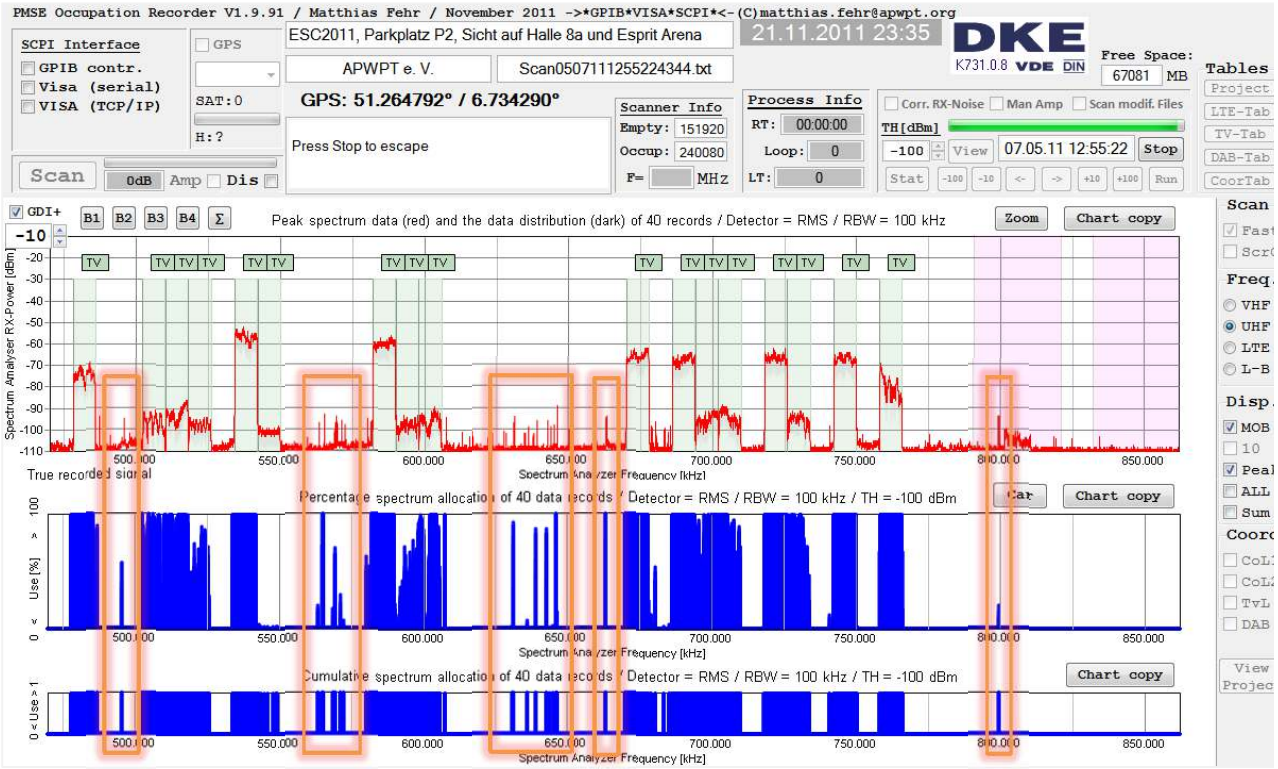
Typischer VHF-Störpegel aus größerem Abstand beobachtet



Kurzzeitscan im UHF-Bereich

Begleitende Außenmessungen:

In einem Abstand von ca. 350 m konnten die Signale der Bühneninstallation, die das Veranstaltungsgebäude passierten, noch gut nachgewiesen werden:



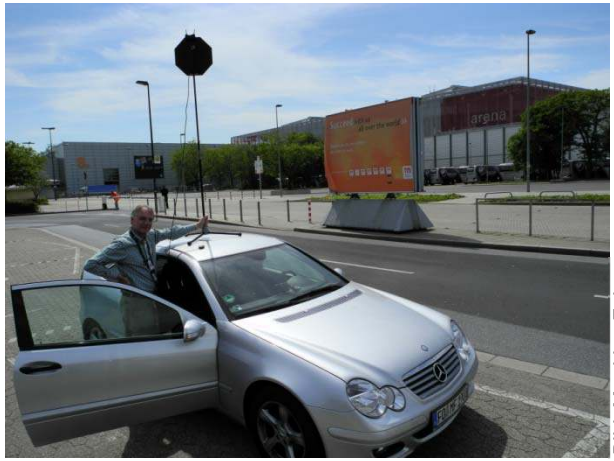


Bild: Matthias Fehr

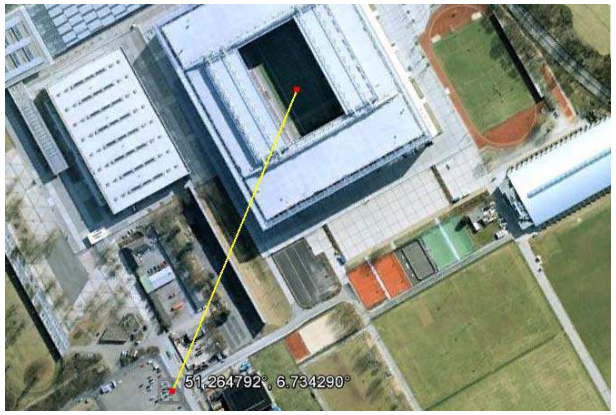


Bild: Google Earth

Aus den empfangenen Pegeln und der Freifelddämpfung (Tabelle rechts) wurde eine Gebäudedämpfung der „ESPRIT arena“ von etwa 10 dB abgeleitet.

Freifeld-Dämpfung der Funksignale		
470 MHZ	670 MHz	870 MHz
77 dB	80 dB	82.5 dB

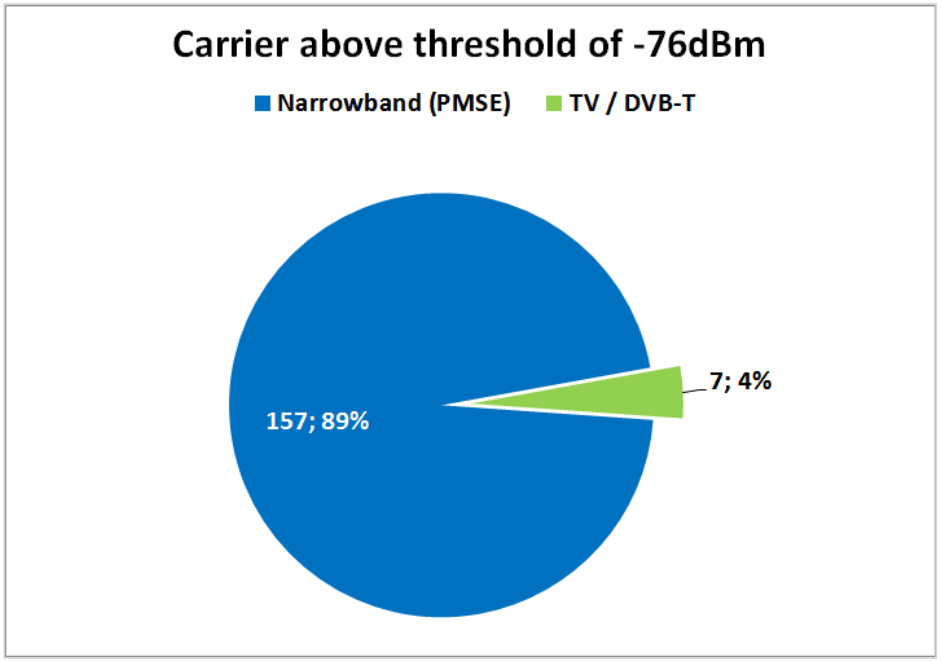
Die Konsequenz einer geringen Gebäudedämpfung ist, dass eine laufende Veranstaltung durch externe Signale erheblich gestört werden kann. Das ist unbedingt zu berücksichtigen.

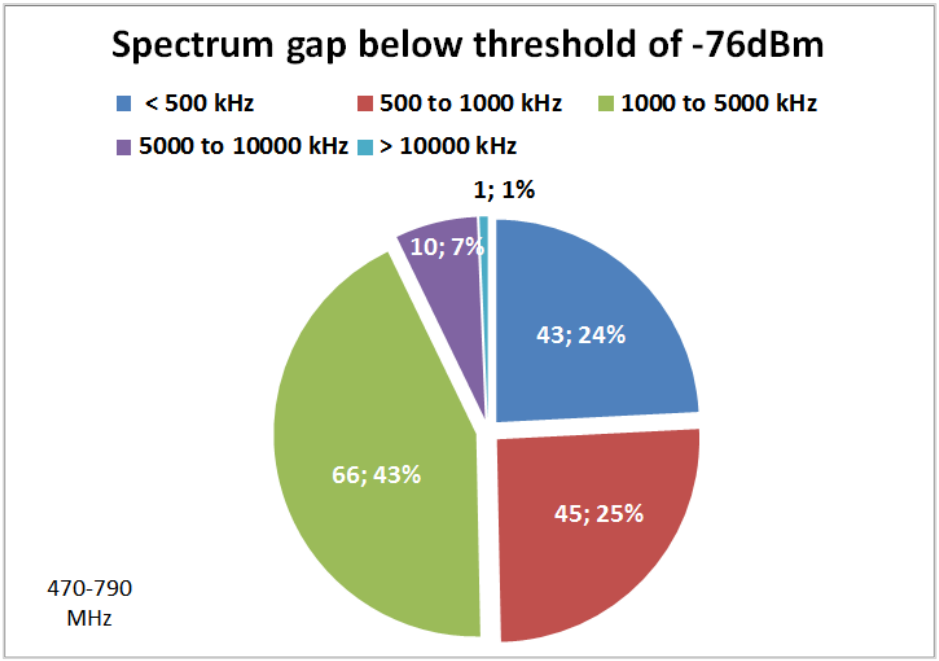
Zusammenfassung der Spektrumbelegung

Im Rahmen der Aufzeichnungsdauer von 15 Tagen gelang eine fast vollständige Spektrumaufzeichnung bei nahezu optischer Sicht zur Hauptbühne. Die Ergebnisse der Aufzeichnungen sind in einem Datensatz mit einer Größe von rund 45 GByte erfasst worden.

Nachfolgend wird eine kurze Zusammenfassung der Gesamtdaten präsentiert:

1) Zusammenfassung in Signale oberhalb eines Schwellenkriteriums und das Spektrum unter dieser Schwelle:





Hinweise:

- Es wurde bewusst eine relativ hohe Bewertungsschwelle gewählt, um störende Beeinflussungen z. B. aus der zeitgleich stattfindenden Messe „Interpack“ zu vermeiden. Weitere Informationen finden Sie im Punkt „Ist der Eurovision Song Contest ein isoliertes Ereignis?“
- Im Anhang wird ausführlich auf die Scanergebnisse der einzelnen Aufzeichnungstage eingegangen.

2) Signalliste der Spektrumauswertung

CF	BW	CF	BW	CF	BW	CF	BW	CF	BW	CF	BW	CF	BW
470060	200	520350	220	572430	200	635440	200	697440	200	751030	200	800120	200
471440	200	525880	200	575020	200	636280	200	699160	200	752570	200	807510	200
473790	220	526560	200	580320	200	636700	200	701360	200	755760	200	807890	200
475440	200	526760	200	581530	220	638010	200	710810	200	757440	200	810440	200
476220	200	528510	200	585980	7800	639230	200	711760	200	761980	7800	811260	200
477340	200	534000	200	592760	200	642950	200	712240	200	766610	200	811840	200
486000	200	537980	7800	593040	200	645420	200	712860	280	767150	200	812950	200
486350	220	542680	200	595850	200	646210	220	714360	200	767930	200	813500	200
487000	200	544260	200	596100	200	646390	200	714660	200	768810	200	813900	200
487800	200	545080	200	596960	200	650500	200	716110	200	771090	200	814600	200
488310	200	546050	200	597360	200	661870	200	721980	7800	772030	200	815330	200
491150	200	549160	200	600030	200	662290	200	726800	200	775130	200	815580	200
492190	200	550020	200	607490	220	663420	200	727750	200	776050	200	816060	200
493890	200	550460	200	609860	200	665460	200	728850	200	778060	200	817320	200
494030	200	550850	200	612210	260	665900	200	729830	200	779300	200	830100	200
499200	200	552050	200	613060	200	668130	200	730650	200	782010	200	831910	200
500030	200	553600	200	616870	200	673980	7800	730800	200	783710	200	840420	200
507410	200	555090	200	622200	200	678900	200	735790	200	785200	200	854330	300
508860	200	556360	200	622640	200	680320	200	736160	200	786800	200	859100	200
509060	200	557230	200	623810	220	683340	200	738740	200	788120	200	860160	200
509320	200	558930	200	625020	200	684490	200	739340	200	788830	200		
509590	200	559080	200	626300	200	685290	200	740750	200	789480	200		
514000	200	561270	200	627560	200	689980	7800	741230	260	790610	200		
518320	320	563630	200	631400	200	694750	200	741920	280	792010	200		
519010	200	569030	200	632370	200	695180	200	745980	7800	798000	200		
520350	220	569710	200	634060	200	696510	200	750380	200	799500	200		

Erläuterung: CF = Mittenfrequenz / BW = Signalbandbreite / alle Angaben in kHz

Methode zur Reduktion von Fehlern durch Messgeräteübersteuerung

Die Scansoftware berechnet bei jedem Scandurchlauf die Gesamtleistung im beobachteten Frequenzbereich. Übersteigt diese Leistung einen festgelegten Pegel, dann wird der Eingangsabschwächer des Messgeräts erhöht. Dadurch werden Übersteuerungseffekte wirksam reduziert. Im Umkehrfall wird der Wert Eingangsabschwächung automatisch reduziert. Jeder Datensatz eines Scandurchlaufs mit Dämpfungsumschaltung wird markiert und bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Einschränkungen der Messergebnisse

Alle Aufzeichnungen stellen die Beobachtungen aus der eingeschränkten Sicht des Messstandorts dar. Insbesondere Frequenzbelegungen in benachbarten Räumen oder dem ESC-Pressezentrum können i. d. R. nicht von einem Messstandort erfasst werden.

Eine bewusst hoch angesetzte Bewertungsschwelle (-76 dBm) begrenzt die Auswertung schwacher bzw. abgeschatteter Signalquellen. Dadurch ergibt sich ein reduzierter Realitätsgehalt (weniger Signale), der bei weiterführenden Überlegungen zu berücksichtigen ist.

Warnung vor Fehlinterpretationen

1) Unbelegtes Funkspektrum

Wegen der oben formulierten Einschränkung, kann kein Rückschluss auf unbelegtes UHF-Spektrum gezogen werden. UHF-Spektrum, welches sich unter dem Pegel der Auswertungsschwelle befand, war nicht zwangsläufig unbelegtes Funkspektrum.

2) Belegte Frequenzen

Es ist eine mehrfach bestätigte Praxis, dass aus der Sicht eines einzigen Beobachtungsstandorts nur eine unvollständige Erfassung der belegten Frequenzen erfolgen kann. Insofern ist die aufgezeichnete Frequenzbelegung eine Teilmenge der tatsächlichen Gesamtbelegung.

Eurovision Song Contest 2011

Notwendige Produktionsfrequenzen,
Herleitung und zeitlicher Wandel

Produktionsfrequenzen als Problemstellung aus der Sicht des Veranstalters

Der Veranstalter trägt die Verantwortung für den wirtschaftliche Effekt der Veranstaltung bzw. den wirtschaftlichen Umgang mit dem verfügbaren Budget. Zusätzlich kommt die Verpflichtung, durch den Erfolg der Veranstaltung, eine Vielzahl von sekundären Effekten zu sichern. Das sind zum Beispiel Effekte am Arbeitsmarkt, im Tourismus (Hotels) und vielen die Veranstaltung begleitenden Aktivitäten (z. B. Handwerk oder eingebundene Gewerke, Telekommunikation und Werbung).
Das Beispiel ESC2011 zeigt anschaulich, dass in Personal und Infrastruktur erhebliche Investitionen vorgenommen werden, die auf einen Erfolg der Veranstaltung setzen – zum Erfolg verpflichten. Nicht vergessen werden darf, dass die Ausrichtung des Eurovision Song Contest eine erhebliche internationale Verpflichtung darstellt. Die Qualität und der Effekt der vorherigen Veranstaltungen nimmt alle eingebundenen Personen und Unternehmen mindestens in eine „moralische Qualitäts-“ Verpflichtung.
Der Veranstalter muss sichern, dass die Teilnehmer aus allen Ländern gleichwertige Produktionsvoraussetzungen vorfinden und die Wettbewerbsteilnehmer fair behandelt werden. Dazu gehört insbesondere die Qualität von Live-Sound, Live-Video und der begleitenden Interpretation. Bereits ein teilweiser Ausfall dieser drei Komponenten könnte zwangsläufig als Ungleichbehandlung verstanden werden und den weiteren Ablauf stören.

Sicherung der Produktionsvoraussetzungen über das Hausrecht

Im Rahmen des Eurovision Song Contest 2011 wurde das Hausrecht als grundlegendes Instrument umfassend umgesetzt. Das bezog sich nicht nur auf Fragen der Sicherheit der Veranstaltung (z. B. Zugangsreglementierung auf der Grundlage vorheriger Akkreditierung) sondern auch die Sicherstellung der Produktionsfrequenz. So wurde bereits bei den Proben die Anwesenheit von Mitarbeiter des Messdienstes der Bundesnetzagentur (der nationale Regulierer) beobachtet. Auch daraus kann man erkennen, wie sensibel die Sicherung der Produktionsfrequenzen behandelt wurde.

Ein Blick in die Zukunft – genehmigungsfreie UHF-Funktechnik mit „vorformulierten Schutzkriterien“?

Aktuell wird die Zulassung von so genannten „White Space Devices (WSD)“ im UHF-TV-Band diskutiert. Mit den im Rahmen des ESC 2011 gesammelten Erfahrungen, insbesondere der hier praktizierten Art der flexiblen Frequenzbelegung, fällt es uns schwer einen Parallelbetrieb von WSD ohne Einfluss auf die Veranstaltung zu sehen (jedes zusätzliche Device beeinflusst grundsätzlich die ohnehin sensible Produktionsbalance). Es erscheint uns ebenso fragwürdig, genehmigungsfreie WSD für den Gesamtzeitraum der Produktion und eine Vielzahl von eingebundenen Live-Veranstaltungen, in einen sicheren Nutzungszustand zu halten.
Der ESC-Veranstalter wird auch zukünftig für alle Sender (inklusive des UHF-TV-Bands) über das Hausrecht die Akkreditierung fordern und Nutzungseinschränkungen aussprechen. Das ist auch von WSD zu akzeptieren.
Es ist daher unser besonders Anliegen, dass dieser Bericht bei der WSD-Zulassungsdiskussion Berücksichtigung findet.

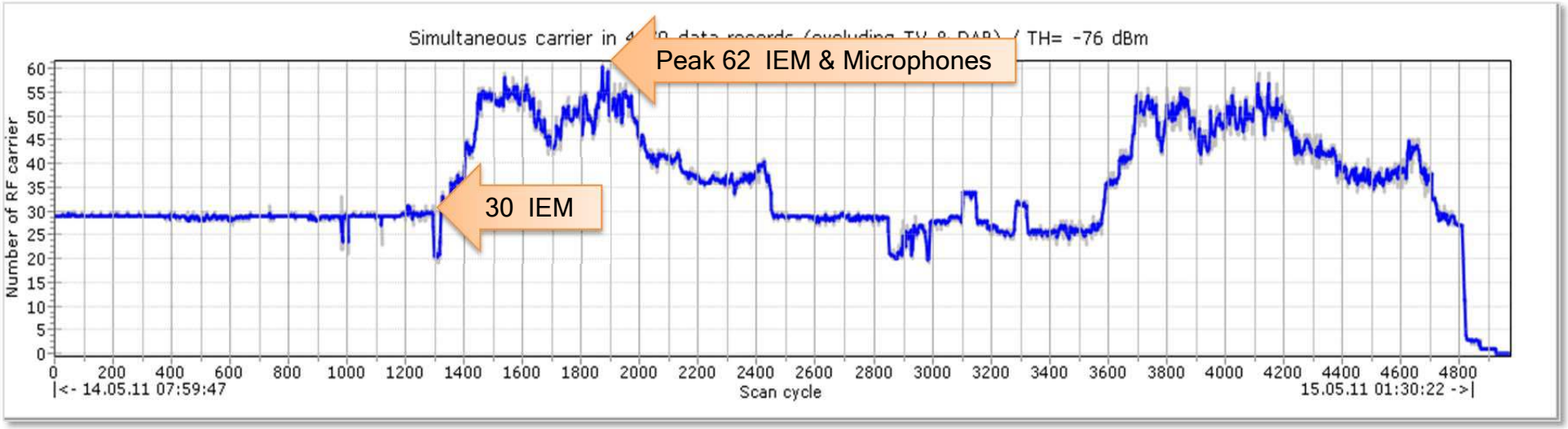
Betrachtung des notwendigen Bedarfs an Funkspektrum am Beispiel der UHF-PMSE

Vorbemerkung:

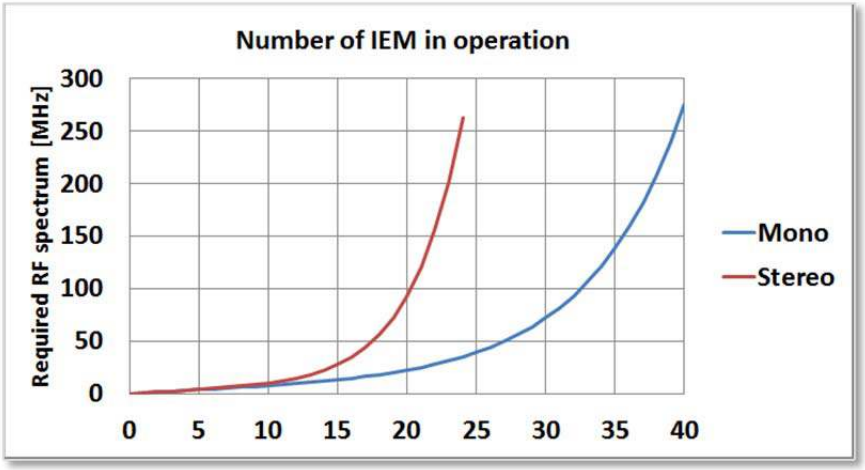
Eine Analyse der Spektrumnutzung einer Veranstaltung ist eine komplexe Aufgabenstellung. Die Genauigkeit steht oder fällt mit der Qualität der Spektrumaufzeichnung. Zusätzlich sollten möglichst genaue Informationen über die genutzten PMSE und deren Anwendung vorliegen. Aus dieser Sicht können die nachfolgenden Angaben nur einen ersten Ausblick auf eine mögliche Methodik geben, die weiterentwickelt werden sollte.

5 Schritte zur Schätzung des notwendigen Funkspektrums

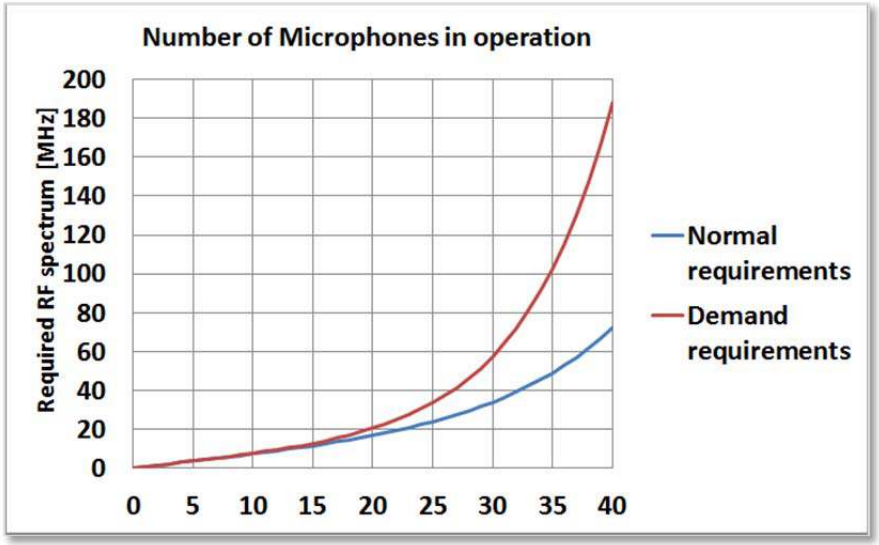
1) Bestimmung der gleichzeitig betriebenen PMSE aus den Daten der Spektrumaufzeichnung



2) Bestimmung des notwendigen Spektrums für IEM und Mikrofone

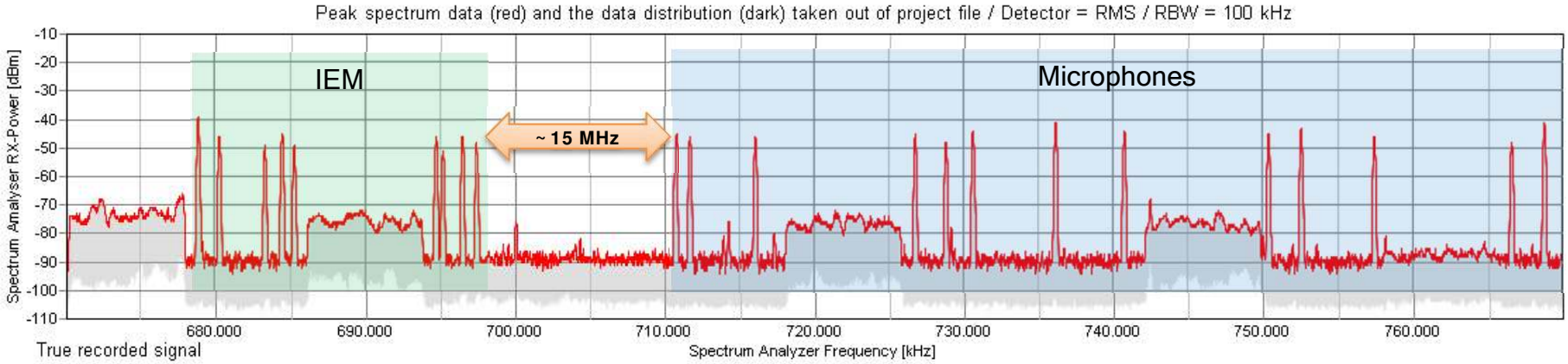


➔ 30 IEM benötigen mindestens 72 MHz Spektrum



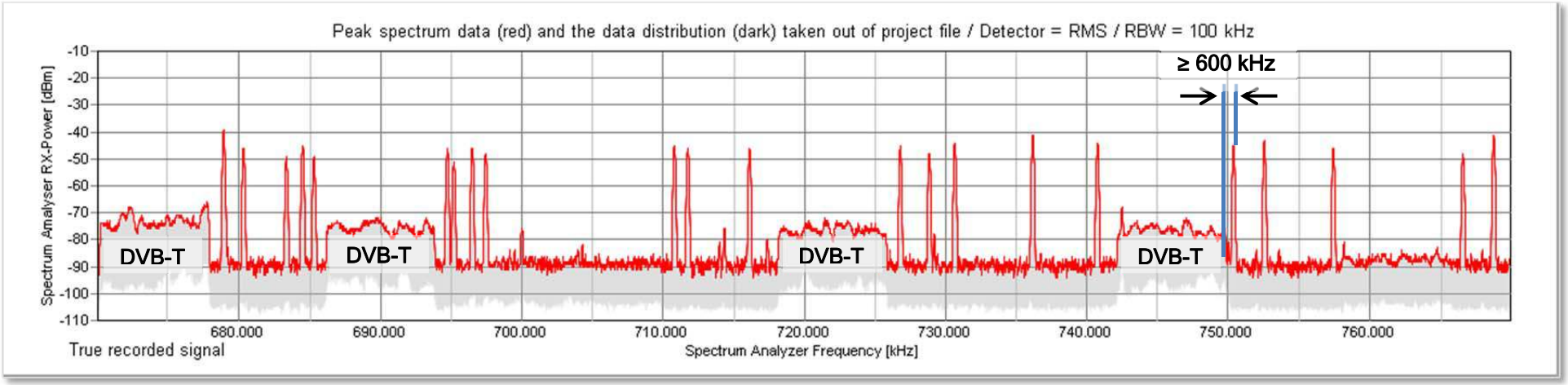
➔ 32 drahtlose Mikrofone benötigen zusätzlich 72 MHz

3) Notwendige Frequenz-Schutzlücken für am Körper getragene Sender- Empfängerkombinationen



➔ Die Scandaten lassen die Koordinierung von drei dieser Frequenz-Schutzlücken vermuten.

4) Berücksichtigung der TV-Sender und notwendiger Schutzabstände



- 6 regionale TV-Sender belegen 48 MHz des UHF-Spektrums.
- Zusätzlich sind 12 schmale Schutzbänder an den Kanalgrenzen der TV-Sender einzufügen

➔ Die Fernsehsender belegen 50.4 MHz

5) Zusammenfassung

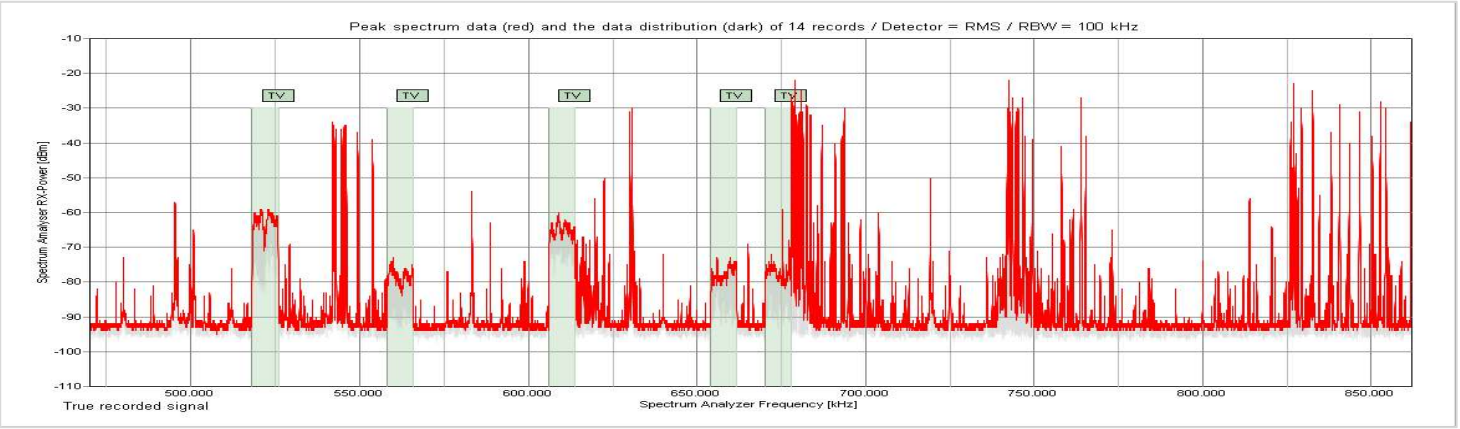
Spektrale Komponente	Bandbreite
30 IEM	> 72 MHz
32 Mikrofone	72 MHz
IEM/Mikrofon Schutzbänder	45 MHz
DVB-T Sender	50,4 MHz
DVB-T/Mikrofon Schutzbänder	2,4 MHz
Summe	**241,8 MHz**

Bewertung:

1. Die nachgewiesenen PMSE benötigen für eine Produktion auf intermodulationsfreien Frequenzen mindesten **242 MHz** UHF-Spektrum (inklusive der in das Spektrum eingelagerten Fernsehsender).
2. Wegen des eingeschränkten Sichtbereichs der Messantenne, ist real von einer höheren Anzahl an gleichzeitig betriebenen PMSE auszugehen. Daraus folgt ein noch höherer Spektrumbedarf.
3. **Der Veranstalter war gezwungen das Ein- und Ausschalten von PMSE im Veranstaltungsverlauf durchzuführen. Es handelt sich um einen logistisch komplizierten Ablauf, da die Schalthandlungen mit dem tatsächlichen Veranstaltungsablauf zu synchronisieren sind.**

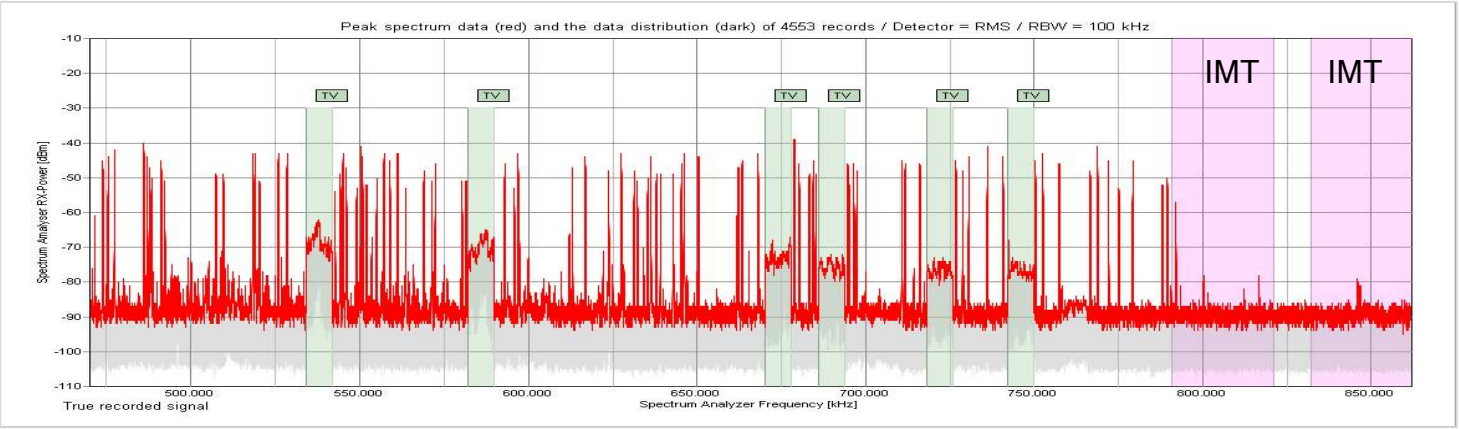
Die UHF-Frequenznutzung des Eurovision Song Contest im Wandel

1) Eurovision Song Contest 2007 – Helsinki (ein kurzer Blick in einen Probentag)



In der Veranstaltung	
Microphones	54
IEM	16

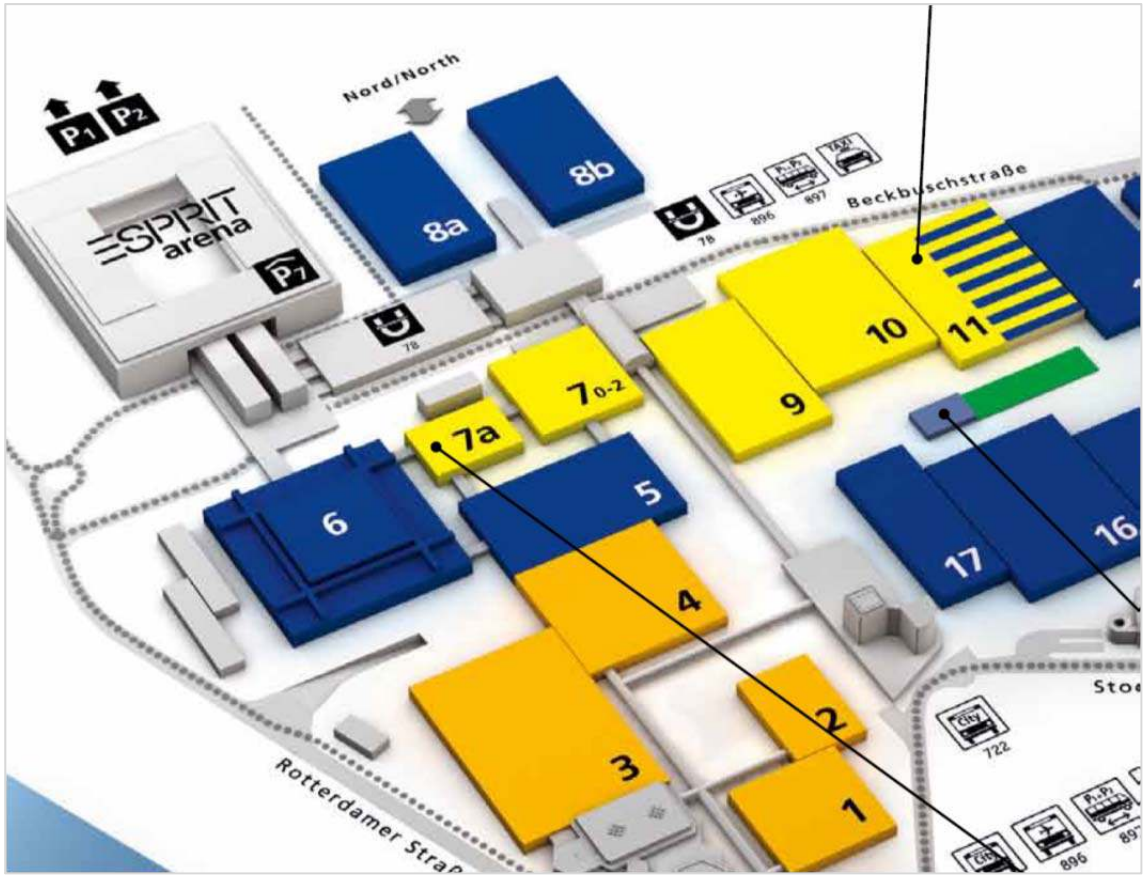
2) Eurovision Song Contest 2011 - Düsseldorf (ein Blick in die Hauptveranstaltung)



In der Veranstaltung	
Microphones	124
IEM	44

Ist der Eurovision Song Contest ein isoliertes Ereignis?

Im Zeitraum vom 12. bis 18.05.2011, also parallel zum ESC, wurde auf dem benachbarten Messegelände die „Interpack - Processes and Packaging“ veranstaltet, welche mit 2703 Aussteller aus 59 Ländern und 166000 Besucher eine der größten Messen in Düsseldorf ist. Die Grafik zeigt die unmittelbare Nähe zur „ESPRIT arena“, dem Veranstaltungsort des ESC:



Quelle: Messe Düsseldorf, „Hallenplan der Interpack“, http://www.interpack.de/

Der Eurovision Song Contest 2011 war kein isoliertes Ereignis „irgendwo auf einer grünen Wiese, weit entfernt von der Zivilisation“. Vielmehr handelt es sich um eine Veranstaltung in einem Ballungsgebiet mit schwer voraussagbaren Interaktionen zu Nachbarveranstaltungen.

Unter Berücksichtigung der Erfahrungen der Freifeldmessung (siehe Punkt „Begleitende Außenmessungen“) und der geringen Gebäudedämpfung der „ESPRIT arena“, wird nochmals die Komplexität der Sicherung notwendiger Produktionsfrequenzen deutlich.

Die komplexe Standortbeeinflussung in Ballungsgebieten muss in geeigneter Form Berücksichtigung finden.

Eurovision Song Contest 2011

Zusammenfassung

Zusammenfassende Bewertung:

Die Arbeit des DKE-AK 731.0.8 im Rahmen des Eurovision Song Contest 2011 unterschied sich in vieler Hinsicht von vorherigen Spektrumaufzeichnungen:

- Die Dauer der Gesamtproduktion als mehrwöchiges Ereignis.
- Ein klar abgegrenztes Veranstaltungsumfeld mit nachhaltig ausgeübtem Hausrecht; z. B. durch Anwesenheit der BNetzA.
- Direkte Sicht auf den Ort der Hauptveranstaltung
- Ausreichender Schutzabstand zu möglicherweise störenden technischen Einrichtungen
- Umfassende Unterstützung des DKE Arbeitskreis durch den Veranstalter, Rundfunkproduzenten und das Audio-Produktionsteam
- Langer Scanzeitraum von rund 15 Tagen, ohne einschneidende Unterbrechungen
- Praxiserfahrung des DKE-AK 731.0.8 und ein über viele Jahre entwickeltes Softwarewerkzeug

Dementsprechend bemerkenswert sind die Aussagen, die getroffen werden können:

- Dieser Veranstaltungstyp produziert mit höchstem Live-Qualitätsanspruch und muss sorgfältig geplant und geprobt werden.
- Der Verbreitungsweg des produzierten Content erstreckt sich über Europa und darüber hinaus. Das ist ein deutliches Unterscheidungsmerkmal, zu Veranstaltungen, die der DKE Arbeitskreis zuvor beobachtet hat.
- Insbesondere im internationalen Voting ist mit erheblichen Nebeneffekten zu rechnen, z. B. in der Telekommunikation.
- Die gastgebende Stadt hat die Vorbereitung und Durchführung der Veranstaltung massiv unterstützt, sieht dies als Eigenwerbung.
- Im Vergleich zu den Vorveranstaltungen hat der Einsatz drahtloser Produktionswerkzeuge zugenommen.
- Eine sich vollständig anders gestaltete Frequenznutzung, die die Vorstellungen zu diesen Veranstaltungsformen beeinflussen wird.
  Im Gegensatz zur bisherigen Auffassung verzeichneten wir im Rahmen des Veranstaltungsablaufs eine sich kurzfristig geänderte Frequenzbelegung.
- Die Funksignale der Veranstaltung waren in mehreren 100m Entfernung noch zu empfangen. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die Veranstaltung aus einer wesentlich größeren Entfernung durch andere Funkanwendungen auf gleichen Frequenzen gestört werden kann. Das führt in diesem speziellen Veranstaltungsumfeld zu einem erhöhten Schutzbedarf gegenüber anderen Frequenzbelegungen; z. B. einer parallelen Messeveranstaltung.

Weiterführende Links:

- Wikipedia (D): http://de.wikipedia.org/wiki/Eurovision_Song_Contest
- Wikipedia (E): http://en.wikipedia.org/wiki/Eurovision_Song_Contest
- Offizielle ESC-Website: http://www.eurovision.tv
- NDR-Seite zum Eurovision Song Contest: http://www.eurovision.de/
- Eurovision Historie (E): http://www.esc-history.com/
- Alle Ergebnisse und Interpreten seit 1956 bei hitparade.ch: http://www.hitparade.ch/esc.asp
- Fernsehlexikon zum Eurovision Song Contest (D): http://www.fernsehlexikon.de/530/eurovision-song-contest
- DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE: http://www.dke.de
- ESPRIT arena Düsseldorf: http://www.espritarena.de/en

Eurovision Song Contest 2011

Das DKE-Team stellt sich vor

Der DKE-Arbeitskreis 731.0.8

Der DKE Arbeitskreis wurde im Jahr 2006 gegründet und hat sich mit diesem Bericht die Aufgabe gesetzt eine umfassende Beschreibung des Eurovision Song Contest 2011 und seiner PMSE-Funkspektrumnutzung zu erstellen.

Wir setzen darauf, dass wir hiermit die verantwortungsvolle Tätigkeit der internationalen Frequenzregulierung unterstützen können.

Das ESC2012-Mess-und Redaktions-Team des DKE-AK 731.0.8

- M. Fehr, freiberuflicher Spezialist für Hochfrequenztechnik matthias.fehr@apwpt.org
- B. Marx, freiberuflicher Spezialist für Veranstaltungstechnik bruno.marx@apwpt.org
- N. Hilbich, Applikationsingenieur für drahtlose Mikrofonanwendungen norbert.hilbich@apwpt.org

Matthias Fehr

Ideen und Konzepte in Hochfrequenz
Ingenieurberatung für Elektronikanwender

Bruno Marx

OPTIMIZING LOCATIONS
EVENTKNOWHOW

Norbert Hilbich

SENNHEISER

Eurovision Song Contest 2011

Abschlussbemerkungen

Alles hat sein Ende

Die Veranstaltung ist beendet und alle Teilnehmer haben die Spielstätte verlassen. Die letzte Fernsehübertragung wurde vor Stunden beendet. Alle Mikrofone und Kameras sind ausgeschaltet und demontiert.

Dieses Bild zeigt den Tag nach der Veranstaltung ➔

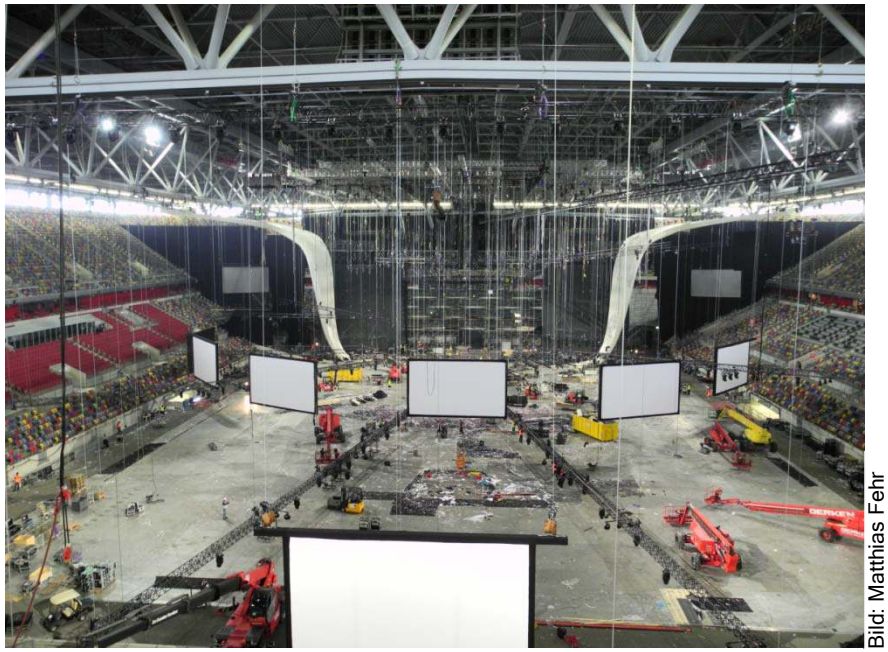


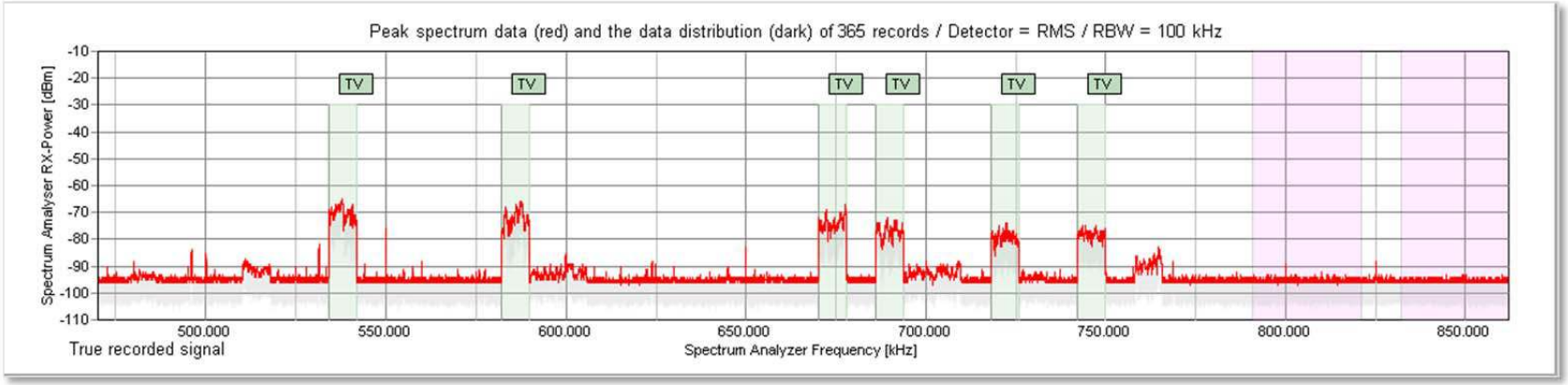
Bild: Matthias Fehr

Die notwendigen Auf- und Abbauarbeiten werden in Veranstaltungsberichten nur selten dargestellt.

Trotzdem sind auch diese Arbeiten ein wesentlicher Veranstaltungsbestandteil.

Alle Vor- und Nachbereitung derartiger Veranstaltungen haben einen nicht zu unterschätzenden Effekt, der unmittelbar auf den Arbeitsmarkt und die Beschäftigung auswirkt.

Nach der Veranstaltung, fast keine Schmalbandsignale UHF-Spektrum:



Unser besonderer Dank geht an die nachfolgenden Einrichtungen und Persönlichkeiten

1) Das Team der Düsseldorfcongress Veranstaltungsgesellschaft mbH, als Betreiber der „ESPRIT arena“ im Rahmen des ESC2011

2) Den Norddeutschen Rundfunk (NDR), die Herrn D. Thiessen und U. Fricke

3) Das Produktionsteam der MM Communications unter Leitung der Herren M. Müller und J. Hering

4) Das Team der RIEDEL Communications GmbH & Co. KG, unter Leitung von Herrn T. Riedel

5) Das Institut für Rundfunktechnik GmbH, unter Leitung von Herrn J. Mezger

6) EBU TECHNICAL (CH), Herrn D. Ratkaj

7) Harman International (AKG), Herrn T. Lindenbauer

8) beyerdynamic GmbH & Co. KG, Herrn U. Roth

9) Radiotelevisiun Svizra Rumantscha (CH), die Herren Rehm und Jeitziner

10) Den K713 der Deutschen Kommission Eelektrotechnik, Elektronik, Informationstechnologie (DKE), die Herrn Butscheidt und Theis

Eurovision Song Contest 2011

Anhang mit detaillierter Darstellung der 15-tägigen Spektrumaufzeichnung