



44820/2

**BILD 1** Der R&S®TSMU kann Gleichkanal- und Nachbarkanalinterferenzen in GSM-Netzen während einer Testfahrt automatisch erkennen, analysieren und die Ergebnisse darstellen.

## Radio Network Analyzer R&S®TSMU

# Interferenzen in GSM-Netzen automatisch aufspüren

**Der R&S®TSMU ist ein kompaktes Versorgungsmesssystem für WCDMA- und GSM-Netze. Mit der Option R&S®TSMU-K13 spürt er in GSM-Netzen Störquellen bei Gleichkanal- und Nachbarkanalinterferenzen automatisch auf, wertet sie aus und zeigt die Ergebnisse an.**

## Interferenzen – eine häufige Störquelle in Funknetzen

Neben Faktoren wie attraktiven Preisen, passender Produktpalette, umfassendem Dienstangebot sowie dem richtigen Marketing ist vor allem auch die technische Qualität eines Funknetzes ausschlaggebend für das Image und den wirtschaftlichen Erfolg von Netzbetreibern. Doch gerade die Qualität von Funknetzen sicherzustellen und zu optimieren ist für die Betreiber eine ständige Herausforderung und Notwendigkeit. Unter anderem gilt es, die am häufigs-

ten auftretenden Störungen in Funknetzen aufzuspüren, die Interferenzen. Diesen ist mit herkömmlichen Messmitteln nur sehr schwer und unter hohem Zeitaufwand beizukommen. Vergleichsweise einfach sind solche Aufgaben dagegen mit dem Spezialisten für die Analyse der Empfangsbedingungen in Mobilfunknetzen: mit dem Radio Network Analyzer R&S®TSMU von Rohde & Schwarz (BILD 1). Zusammen mit der Messsoftware R&S®ROMES kann er auf Messfahrten Interferenzen automatisch aufspüren, auswerten und die Ergebnisse übersichtlich darstellen.

Die Ursachen für Interferenzen sind vielfältig. Funknetze sind nie „fertig“, ständig werden sie erweitert, sei es durch die Inbetriebnahme zusätzlicher Basisstationen oder durch Hinzufügen weiterer Sendekanäle. Meist müssen diese Änderungen unter großem Zeitdruck vorgenommen werden – mit entsprechend hohen Anforderungen an Frequenzplanung und Netzbetrieb. Nicht selten beeinflussen diese Maßnahmen deshalb existierende, auf die ursprünglichen Funkzenarios optimierten Frequenzpläne. Weitere Störquellen können falsch eingestellte Frequenzen oder Träger aus anderen Netzen sein, und das sowohl im eigenen als auch im Nachbarland. Im grenznahen Bereich sind Störungen durch Interferenzen noch häufiger anzutreffen.

### Die Komponenten des Systems zur GSM-Interferenzanalyse

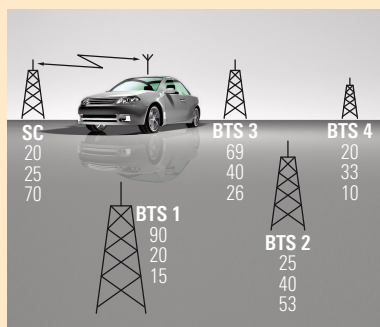
Für die Interferenzanalyse in GSM-Netzen sind folgende Komponenten erforderlich (BILD 6):

- ◆ PC für die Messungen (z. B. Notebook)
- ◆ Radio Network Analyzer R&S®TSMU
- ◆ Mess-Software R&S®ROMES einschl. der Funktionalität für die GSM-Interferenzanalyse
- ◆ Option GSM Network Scanner R&S®TSMU-K13
- ◆ Test-Mobiltelefon (z. B. Sagem OT290 mit Unterstützung des C/I-Parameters) und Treiber für R&S®ROMES
- ◆ GPS-System mit Treiber für R&S®ROMES
- ◆ Liste der GSM-Basisstationen des Netzbetreibers

### Wie entstehen Interferenzen in GSM-Netzen?

Es gibt vielfältige Definitionen für Interferenzen, die folgenden Ausführungen beschränken sich daher auf typische Probleme im Funkfeld. Die häufigsten Interferenzen entstehen durch Wechselwirkungen der GSM-Nutzfrequenzen. Die Folge sind Gleich- oder Nachbarkanalinterferenzen, die zu erheblichen Empfangsproblemen führen. Aber auch Störfrequenzen, die von außen auf ein Netz einwirken, können Interferenzen hervorrufen, z. B. Abstrahlungen nicht abgeschirmter Maschinen oder militärisch genutzte Frequenzen.

BILD 2 zeigt ein Funkzenario mit fünf Basisstationen (BTS), von denen eine als Serving Cell (SC) aktiv das Endgerät



	SC	BTS 1	BTS 2	BTS 3	BTS 4
C0 (BCCH)	20	90	25	69	20
C1	25	20	40	40	33
C2	70	15	53	26	10

**BILD 2** Funkzenario mit fünf Basisstationen, von denen eine als Serving Cell dient. In der Tabelle sind die Kanalnummern übersichtlich dargestellt.

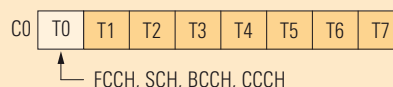
bedient. Auf dem Träger C0 der Serving Cell, dem so genannten BCCH-Träger, sendet die Basisstation im Zeitschlitz T0 die Informationen, mit denen das Endgerät die Zelle identifizieren und sich auf sie synchronisieren kann. Die verbleibenden Zeitschlitze dienen dem Transport von Verkehrsdaten (Gespräche oder Nutzdaten). Die Kanäle C1 und C2 sind für die Verkehrsdaten vorgesehen. Die vier anderen Basisstationen senden ebenfalls auf ihrem jeweiligen BCCH und den Kanälen C1 und C2 Daten aus, sind aber an der Kommunikation mit dem Endgerät momentan nicht aktiv beteiligt.

Alle Interferenzen, die diesem Szenario entsprechend auftreten, bei dem also gleiche oder benachbarte Kanäle die aktuelle SC stören können, sind in BILD 3 dargestellt. Dem GSM-Standard entsprechend sendet der BCCH mit maximaler Leistung und in jedem Zeitschlitz (ggf. nur Dummy Bursts) und ist daher permanent und am stärksten zu empfangen. Die Verkehrskanäle Cx (C1 und C2) sind während der acht Zeitschlitze – abhängig vom jeweiligen Verkehrsaufkommen – unterschiedlich ausgelastet, zudem kann ihre Sendeleistung auch geregelt werden. Ihre Gesamtleistung ist in der Regel niedriger als die des BCCH-Trägers und die durch sie verursachten Störungen sind deshalb meist als geringer einzustufen. Der R&S®TSMU misst von den acht Zeitschlitzen des BCCH-Trägers also nur den T0 und wertet ihn aus (BILD 4). Die anderen Zeitschlitze werden aus den oben angeführten Gründen in der Bewertung nicht berücksichtigt. Im Falle einer COCx-Interferenz (Verkehrskanal Cx stört C0-Kanal) wird daher nur der zum Cx gehörende BCCH als Störfrequenz bewertet.

	Mögliche Interferenzkanäle	Interferenztyp
C0 der Serving Cell (Kanal 20)	C0 von BTS 4 (Kanal 20) C1 von BTS 1 (Kanal 20)	C0C0 C0Cx
C1 der Serving Cell (Kanal 25)	C0 von BTS 2 (Kanal 25) C2 von BTS 3 (Kanal 26)	CxCO CxCx (Nachbarkanal)
C2 der Serving Cell (Kanal 70)	C0 von BTS 3 (Kanal 69)	CxC0 (Nachbarkanal)

**BILD 3** Zusammenstellung aller Interferenzen, die im Funkzenario in BILD 2 entstehen können.

**BILD 4** Die acht Zeitschlitze des BCCH-Trägers.



## ► Mit fünf Schritten zum Ziel

### Die GSM-Interferenzanalyse läuft prinzipiell in fünf Schritten ab:

1. Das Testmobiltelefon befindet sich im Modus Dauergespräch, z. B. im Sprachanruf. Es werden die Parameter RxLev, RxQual und – soweit vom Telefon unterstützt – auch der Parameter C/I analysiert.
2. Überschreiten diese Parameter eine oder mehrere festgelegte Schwellenwerte, identifiziert sie der Scanner als Interferenzfrequenzen (BILD 8).
3. Ermittlung potenzieller Störfrequenzen durch Vergleich des momentanen Serving-Cell-Kanals mit Gleich- oder Nachbarkanälen, die in der BTS-Liste aufgeführt sind und innerhalb des vom Anwender vorgegebenen Radius liegen (BILD 9).
4. Vergleich der mit dem GSM-Netzwerkscanner gemessenen Cell Identities (CI) mit den in der Basisstationsliste stehenden CI potenzieller Störfrequenzen
5. Anzeige der gefundenen Ergebnisse in Klartext (mit Name der Zelle aus der BTS-Liste).

Das Analysesystem erfasst mit bis zu 80 Messungen pro Sekunde alle vorgewählten GSM-Kanäle. Außer Kanalnummer und Pegel decodiert es zeit- und ortsbezogen die Parameter CI, MNC, MCC, LAC und BSIC. Für diese Messungen ist keine Netzauthorisierung mittels SIM-Karte notwendig. Findet das System auf einem Kanal unterschiedliche BCCH-Träger, so kann es diese – abhängig von ihrem Signalabstand – über die CI als verschiedene Gleichkanalsignale identifizieren und getrennt anzeigen (BILD 5).

Innerhalb eines definierbaren Zeitfensters misst das Analysesystem die N stärksten BCCH-Träger und legt sie in einem Pool ab. Aus diesem werden bei der Analyse, abhängig von den eingestellten Interferenzbedingungen und den Messungen des Mobiltelefons, die end-

gültigen Pegelwerte des Interferenzsignals gefiltert und zusammen mit den Informationen aus der BTS-Liste ausgegeben.

Die Messdatenerfassung und Interferenzanalyse geschieht in Echtzeit, bereits während der Messung werden die Interferenzen und die Ergebnisse der Analyse angezeigt und alle erfassten Messwerte im Speicher abgelegt. Somit ist es auch nachträglich möglich, durch Ändern der Schwellenwerte die Kriterien für die Interferenzanzeige zu modifizieren.

### Ablauf der Messung im Detail und Auswertung der Ergebnisse

Wie bei jedem Messgerät sind auch hier Vorbereitungen zu treffen, um optimale Ergebnisse zu erzielen (BILD 7). Nach dem Starten der Mess-Software R&S®ROMES ist die gewünschte Karte und eine Basisstationsliste zu laden. Danach werden die Treiber für das Testmobiltelefon und den GSM-Netzwerkscanner aufgesetzt. Alle diese Einstellungen lassen sich später über Konfigurationsmenüs durch Aufruf eines „Workspace“ einfach laden.

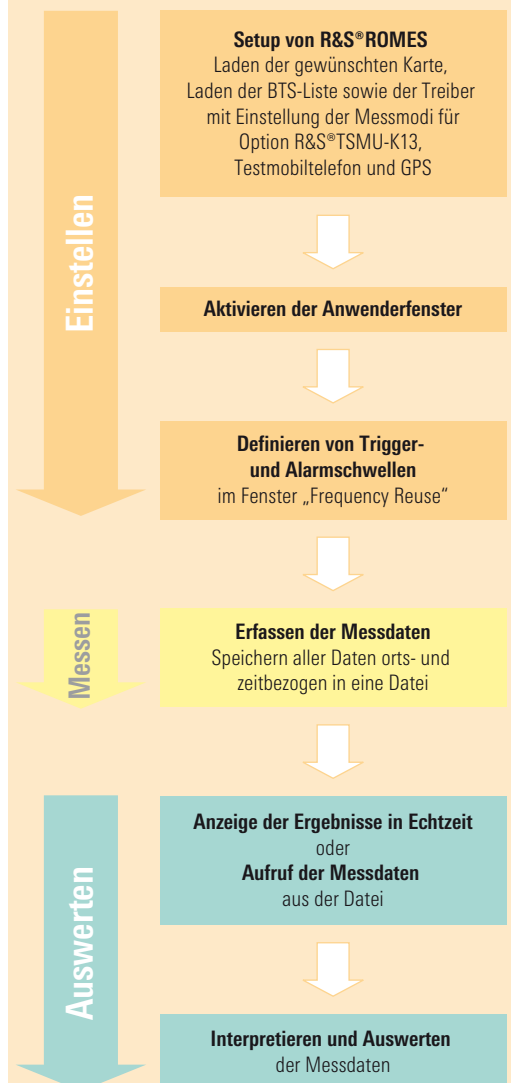
### Einstellmöglichkeiten für den Analysealgorithmus

BILD 10 zeigt die zahlreichen Möglichkeiten, Interferenzkriterien zu definieren, die BTS-Liste zu verwenden und die Messwerte der Top-N-Liste optimal anzulegen. Alle Messergebnisse werden übersichtlich in Fenstern präsentiert. Die Anzeige der Interferenzen erfolgt dabei detailliert nach Art (COC0, COCx ...), Leistung, Zeitdauer und Wegstrecke mit Angabe der störenden BTS (Name aus BTS-Liste) und bei Verwendung des „Coupled Focus“ auch in der Kartendarstellung (BILD 11). Alle Interferenzen werden zudem übersichtlich in der Reuse-Event-Liste dargestellt. Ein Export der Messergebnisse in Planungstools ist möglich. ►

CH	POWER	BSIC	CI	LAC
14	-76.12	30	11521	34567
15	-95.16	34		
15	-84.28	30		
15	-85.32	35		
16	-75.96	34	54502	34567
16	-73.40	33	26953	34567
17	-89.32	32	51167	34567
18	-64.68	37	26952	34567
19	-86.38	32	534	34567
19	-78.28	31	2057	34568
20	-81.72	31	49744	34308
20	-75.32	34	32925	34567
20	-83.80	33	51172	34567
21	-63.16	31	26954	34567
22	-77.80	30		
22	-74.68	34	51170	34567
23	-70.84	30	27670	34567
24	-83.72	32		
24	-94.84	35		
24	-88.84	31		
27	-82.44	34		
27	-75.28	32	51171	34310

BILD 5 Gleichkanalsignale werden identifiziert und getrennt angezeigt.

BILD 7 Ablauf der GSM-Interferenzmessungen im Detail.



MNC	MCC	T (MEAS)	T (TDMA)	FN	T3
001	262	0:03:21	3.056	1881799	1
		0:02:39	4.570	781509	36
		0:03:20	6.066	1797239	50
		0:03:21	1.955	162695	5
001	262	0:03:20	6.035	2259582	27
001	262	0:03:21	2.814	1853850	0
001	262	0:03:19	5.409	1034094	18
001	262	0:03:21	2.814	1853850	0
001	262	0:03:15	3.054	1881799	1
001	262	0:03:21	5.825	2340248	11
001	262	0:03:05	1.448	16270	1
001	262	0:03:19	4.139	2238808	10
001	262	0:03:19	5.409	1034094	18
		0:02:34	6.998	959807	38
001	262	0:03:21	2.814	1853850	0
		0:03:21	3.394	2226819	6
001	262	0:03:21	5.410	1034094	18
001	262	0:03:21	2.634	1516143	15
		0:02:30	0.522	492767	5
		0:03:21	3.304	2314136	11
		0:03:21	0.482	2058628	13
		0:03:20	0.427	2420208	3
001	262	0:03:21	2.434	2510416	43

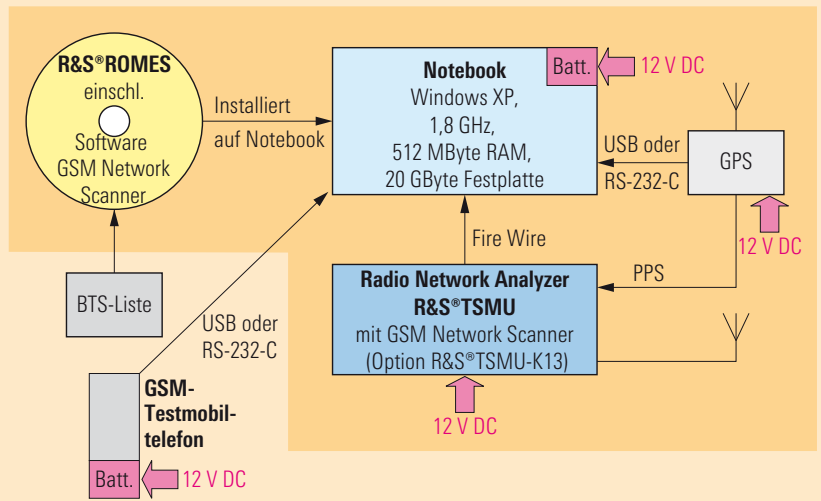
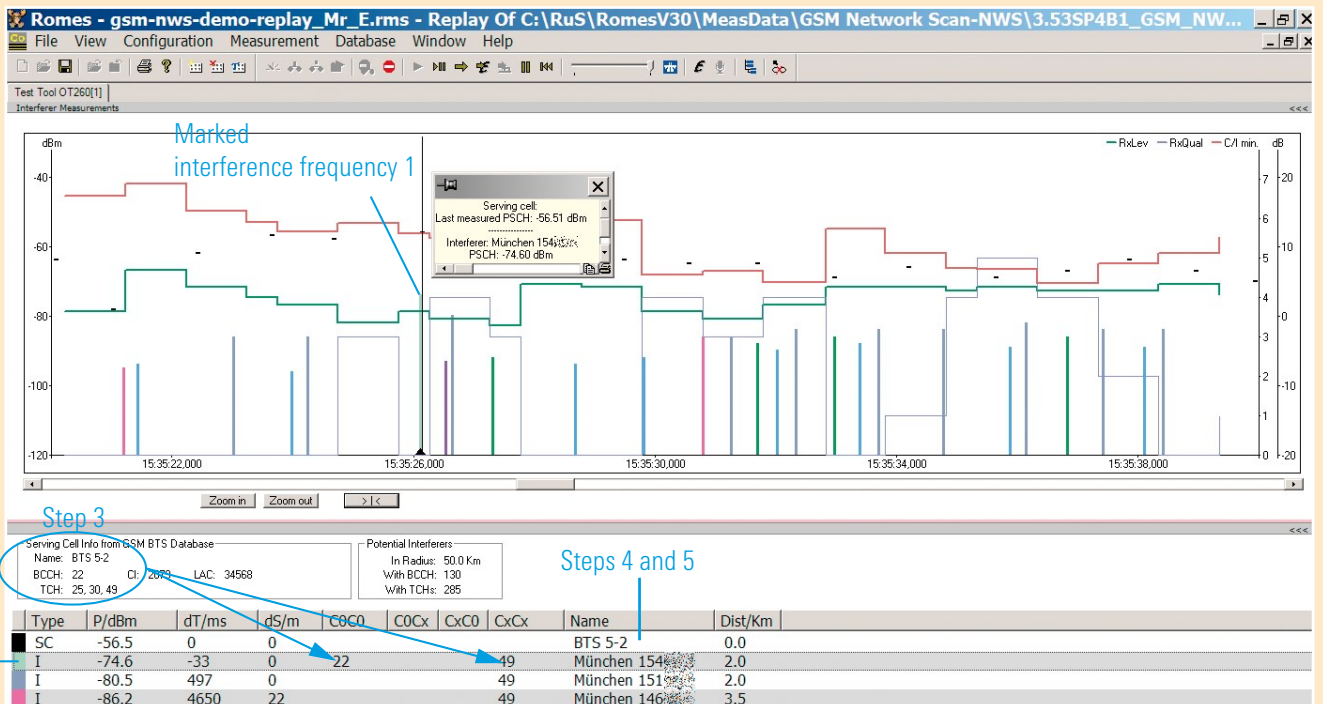


BILD 6 Zusammenstellung der notwendigen Komponenten für die GSM-Interferenzanalyse.

Time	Details	Serving ...	Chan.	C/I dB	Mobile	Length	Duration	
1	15:32:40,175	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-1	44	-6.0	Test Tool OT260[1]	14.8	1.0
2	15:32:54,769	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exceeded	BTS 5-1	H	-	Test Tool OT260[1]	9.3	1.0
3	15:33:04,330	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exceeded	BTS 5-1	H	-	Test Tool OT260[1]	4.3	1.0
4	15:33:16,924	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-1	89	9.0	Test Tool OT260[1]	0.0	2.0
5	15:33:24,971	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-1	44	9.8	Test Tool OT260[1]	0.0	2.0
6	15:33:28,486	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-1	44	9.9	Test Tool OT260[1]	0.0	1.0
7	15:34:41,970	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exceeded	BTS 7-1	32	-	Test Tool OT260[1]	6.5	2.0
8	15:34:41,970	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 7-1	32	5.8	Test Tool OT260[1]	6.5	2.0
9	15:35:13,673	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exceeded	BTS 5-2	H	-	Test Tool OT260[1]	10.8	1.5
10	15:35:12,673	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	49	5.3	Test Tool OT260[1]	8.9	1.5
11	15:35:15,188	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	30	9.0	Test Tool OT260[1]	20.3	1.0
12	15:35:29,783	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	49	5.8	Test Tool OT260[1]	0.9	1.0
13	15:35:30,797	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	22	6.3	Test Tool OT260[1]	0.0	8.5
14	15:35:41,361	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	30	6.3	Test Tool OT260[1]	0.0	1.5
15	15:35:40,359	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	22	9.2	Test Tool OT260[1]	0.0	4.0
16	15:35:53,939	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exceeded	BTS 5-2	H	-	Test Tool OT260[1]	21.9	1.0
17	15:36:03,502	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	49	9.6	Test Tool OT260[1]	8.8	1.0
18	15:36:04,516	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exceeded	BTS 5-2	H	-	Test Tool OT260[1]	8.6	1.0

BILD 8 Frequency Reuse Event Display mit Liste der Interferenzen, abhängig von den eingestellten Schwellenwerten.

BILD 9 Frequency Reuse C0 Display.



Data of interference frequency 1

Step 3

Steps 4 and 5

## ► Bereits nach wenigen Einsätzen amortisiert

War in der Vergangenheit ein enormer Zeitaufwand erforderlich, um Interferenzen aufzuspüren und eindeutig zuzuordnen, so ist mit dem Radio Network Analyzer R&S®TSMU in nur kurzer Zeit und ohne zusätzliche manuelle Nacharbeit eine automatische Analyse einschließlich Klartextdarstellung der störenden Basisstationen möglich. Die Software R&S®ROMES macht die Handhabung besonders bedienungsfreundlich, flexibel und effizient.

## Fazit

Rohde&Schwarz präsentiert mit dem Radio Network Analyzer R&S®TSMU ein hochwertiges Analyse-Tool für Funkversorgungsmessungen. Mit den entsprechenden Optionen ausgestattet hilft diese kompakte Lösung Netzbetreibern nicht nur in GSM-Netzen, sondern unterstützt diese auch beim Aufbau und der Optimierung von WCDMA- und HSDPA-Netzen.

Christian Fischer; Johann Maier

Weitere Informationen und Datenblätter zum R&S®TSMU und zur R&S®ROMES unter [www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)  
(Suchbegriff: TSMU / ROMES)



### LITERATUR

Radio Network Analyzer R&S®TSMU: Mobile Messungen in GSM-Netzen mit bisher unerreichter Qualität. Neues von Rohde & Schwarz (2005) Nr. 186, S. 4–7.

### Kurzdaten R&S®TSMU mit Option R&S®TSMU-K13

Empfindlichkeit	<−112 dBm
Pegelfehler	±1 dB
Minimales C/I für die jeweils erste Decodierung von CI, MNC, MCC, LAC, etc.	>2,5 dB
Messrate für Pegelmessung mit Decodierung von CI, BSIC, LAC, MNC, MCC	bis zu 80 Kanäle/s
Zykluszeiten (typ. / max.)	
GSM900	1,54 s / 3 s
GSM 1800	4,65 s / 9 s
GSM-R	0,25 s / 0,5 s

## Die wichtigsten Abkürzungen

ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number
BCC	Base Station Color Code
BCCH	Broadcast Control Channel
BSIC	Base Station Identity Code
BTS	Base Transmitter Station
C/I	Carrier-to-Interference-Performance
CI	Cell Identity
CCCH	Common Control Channel
FCCH	Frequency Correction Channel
LAC	Location Area Code
MCC	Mobile Country Code
MNC	Mobile Network Code
NCC	Network Color Code
SC	Serving Cell
SCH	Synchronization Channel

## Die Besonderheiten des R&S®TSMU mit der GSM-Option R&S®TSMU-K13

- ◆ Effiziente und zeitsparende Optimierung von GSM- / GPRS- / EDGE-Funknetzen, unabhängig von der Infrastruktur
- ◆ Alle GSM-Frequenzen (GSM 450 / 850 / 900 / 1800 / 1900 / GSM-E / GSM-R)
- ◆ Multikanal-Fähigkeit innerhalb eines Mess-Setups
- ◆ Größere Messgeschwindigkeit und höhere Messgenauigkeit als Testmobiltelefone
- ◆ Keine Netzaufreicherung mittels SIM-Karte erforderlich
- ◆ Kombiniertes Arbeiten mit GSM- / GPRS- / EDGE-Testmobiltelefonen für Triggerung und Signalisierung
- ◆ Ermittlung von Roaming-Problemen und Interferenzen, die z. B. von Netzen benachbarter Länder herrühren
- ◆ Automatische Messung und Demodulation aller GSM-Kanäle off-the-air
- ◆ Decodierung von Systeminformationen des Typs 1 bis 4 wie NCC, BCC, CI, LAC, MNC, MCC; Ausgabe von ARFCN und HF-Pegel sowie Name und Position der Basisstation
- ◆ Liefert Versorgungsmessdaten, d. h. einen Messwert pro Zeitstempel und Position

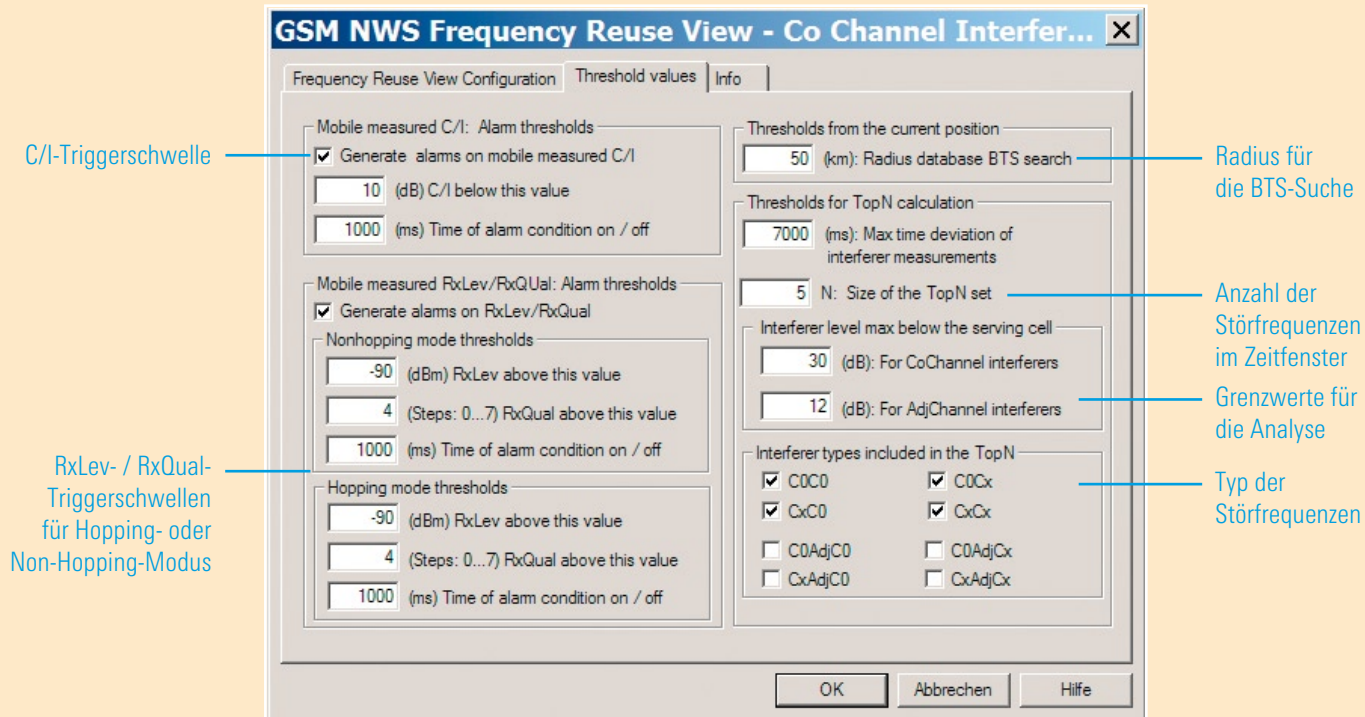


BILD 10 Menü zur Definition der Schwellenwerte für die Interferenzanalyse.

BILD 11 Alle Messergebnisse und Zusammenhänge übersichtlich auf einen Blick.

**Event List**

Time	Details	Serving ...	Chan.	C/I dB
15:32:40...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-1	44	-6.0
15:32:54...	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exce...	BTS 5-1	H	-
15:33:04...	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exce...	BTS 5-1	H	-
15:33:16...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-1	89	9.0
15:33:24...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-1	44	9.8
15:33:28...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-1	44	9.9
15:34:41...	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exce...	BTS 7-1	32	-
15:34:41...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 7-1	32	5.8
15:35:13...	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exce...	BTS 5-2	H	-
15:35:12...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	49	5.3
15:35:15...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	30	9.0
15:35:29...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	49	5.8
15:35:30...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	22	6.3
15:35:41...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	30	6.3
15:35:40...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	22	9.2
15:35:53...	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exce...	BTS 5-2	H	-
15:36:03...	Mobile measured C/I < threshold value	BTS 5-2	49	9.6
15:36:04...	RxLev/RxQual thresholds in dedicated mode exce...	BTS 5-2	H	-

**Co Channel Interferer:1**

Type	P/dBm	dT/ms	dS/m	COC0	COCx	CxC0	CxCx	Name	Dist/Km
SC	-65.7	0	0					BTS 5-2	0.0
I	-74.6	-4457	22	22			49	München 154...	2.0
I	-86.1	686	0				49	München 151...	2.0
T	-86.2	226	0				40	München 146...	3.5

**Alphanumeric View:1**

Parameter	Value
Network	GSM 900
Mode	GSM
Call type	-
Phone Mode	Dedicated
BCCH	22
Serving Cell	BTS 5-2 (0.6km)
CI	81F
MCC	262
MNC	5
TX Power	10
RxQual Full	3
RxLev Full	-81 dBm
Frequency Hopping	On
C/I #	4
C/I 1	19.98 dB
ARFCN 1	25
C/I 2	6.32 dB
ARFCN 2	22
C/I 3	10.14 dB
ARFCN 3	20