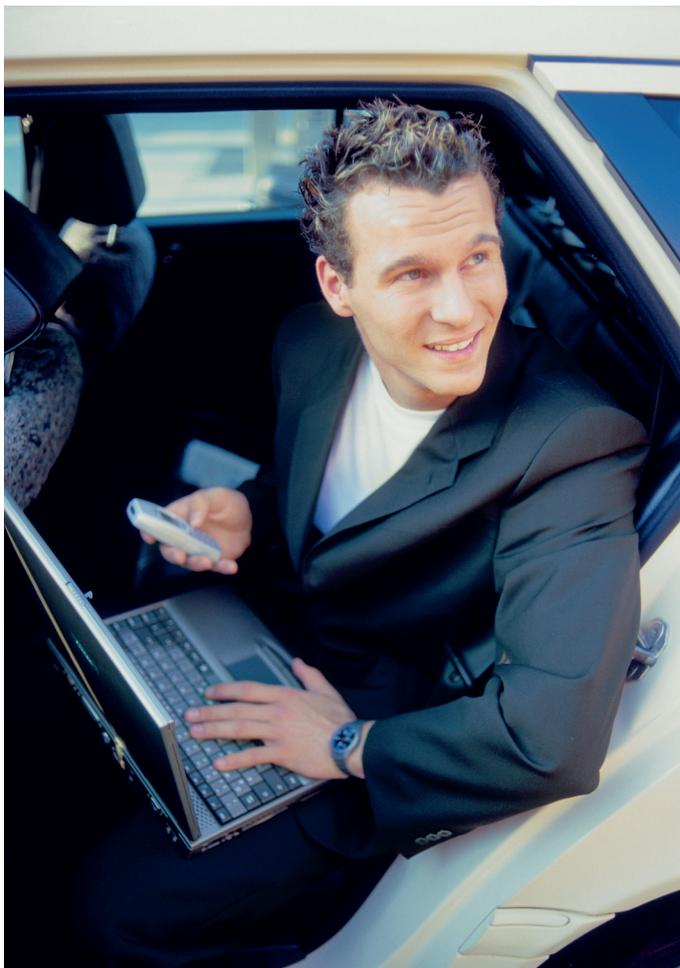


**HSDPA:
Messungen an Endgeräten für den Datenturbo im Downlink**



boosting wireless efficiency

High Speed Packet Access, kurz HSPA, ist die aktuelle Erweiterung des UMTS-Standards. Hinter diesem Kürzel verbergen sich die beiden Standards HSDPA und HSUPA, wobei das D für Downlink steht, das U für den Uplink. Der Datenbeschleuniger in Richtung vom Endgerät ins Netz wird in 2008 und 2009 sukzessive eingeführt. HSDPA hingegen wurde bereits in vielen Netzen nachgerüstet und steht den Nutzern zur Verfügung.

Was verspricht diese Ergänzung des UMTS-Standards eigentlich? Hat sie Auswirkungen auf die durchzuführenden Messungen an Handys und anderen UMTS-Endgeräten? HSDPA ist als Ergänzung der UMTS-Netze zu verstehen, da sie ohne die grundlegende UMTS/WCDMA-Funktionalität nämlich nicht funktionieren würden.

Mit HSDPA werden zunächst Datenraten von 1,8 und 3,6 Mbit/s ermöglicht, später sollen in der Praxis bis zu 10.8 Mbit/s verfügbar sein. Diese maximal verwendbare Datenrate ist dabei von der Kategorie des jeweiligen Endgerätes abhängig, soll heißen von der Art des Empfängers. Die momentan in den Endgeräten verwendete Empfängerarchitektur (engl. rake receiver) stößt mit dem Einsatz von HSDPA deutlich an ihre Grenzen und limitiert damit die Geräte der ersten Generation auf eine maximale Datenrate von 3,6 Mbit/s. Um später die höheren Datenraten erzielen zu können, ist eine neue Empfängerarchitektur in den Endgeräten erforderlich, die sich aber zur Zeit noch in der Optimierungsphase befindet (vgl. Abbildung 1). Im Jahr 2008 verfügbare Endgeräte sind nur in der Lage, bis zu fünf so genannte HS-PDSCHs¹ zu verarbeiten. Der HS-PDSCH ist

¹ HS-PDSCH – High Speed Physical Downlink Shared Channel

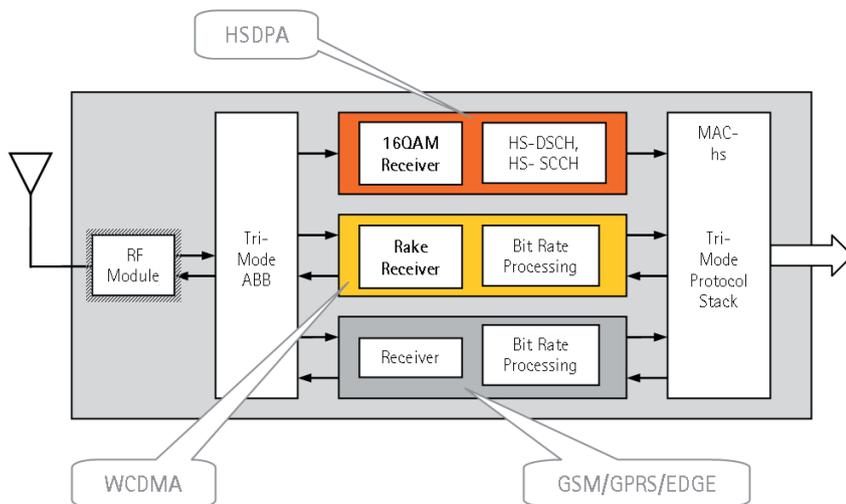


Abbildung 1: Neue Empfängerarchitektur in mobilen Endgeräten erforderlich

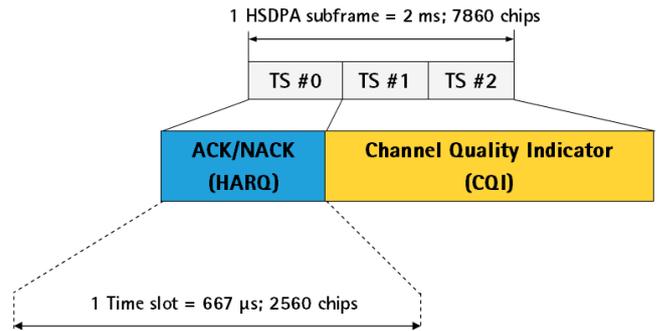


Abbildung 2: HS-DPCCH Rahmenarchitektur

ein neu eingeführter, physikalischer Codekanal, mit dem die Daten zu den Endgeräten transportiert werden. Bis zu 15 dieser Kanäle sind verfügbar und können mehreren oder sogar nur einem einzigen Endgerät zur Verfügung gestellt werden. Dies ist wiederum abhängig von verschiedenen Parametern, u. a. wie das Endgerät die Qualität des Funkkanals bewertet hat.

Ein neuer Uplink-Codekanal

Diese „Qualitätsrückmeldung“ erfolgt über einen ebenfalls neuen Uplink-Codekanal namens High Speed Dedicated Physical Control Channel (HS-DPCCH). Auf diesem wird der Channel Quality Indicator (CQI) gesendet, der einen von 30 Werten annehmen und die Charakteristik des Übertragungskanals widerspiegelt. Anhand dieses Indikators kann nun die Basisstation, die Node B, ein geeignetes Format ermitteln, um den nächsten Schwung an Daten zum mobilen Endgerät zu schicken. Es wird unter anderem ausgewählt, wie viele der fünf (später 15) HS-PDSCHs dem Endgerät zugeteilt werden oder welches Modulationsformat verwendet werden kann. Dabei ist die Basisstation jedoch nicht verpflichtet, dieses Feedback zu berücksichtigen. Eine der wichtigsten Änderungen, die mit HSDPA in die 3G-Netzwerkarchitektur eingeflossen ist, besteht darin, dass nun die Basisstation und nicht mehr der Radio Network Controller (RNC) für das wiederholte Aussenden falsch empfangener Pakete verantwortlich ist. Neben dem Aussenden des CQIs wird über den HS-DPCCH zusätzlich noch die Rückmeldung an die Basisstation übertragen, ob das ausgesendete Datenpaket korrekt (Acknowledge) oder eben nicht korrekt (Non-Acknowledge) empfangen wurde. Der Aufbau des HS-DPCCH ist in Abbildung 2 dargestellt.

Diese beiden Aufgaben zeigen die Wichtigkeit dieses neuen Codekanals im Uplink, und daher sind auch alle Endgeräte-Messungen auf ihn abgestimmt. Wie der Abbildung entnommen

werden kann, ist die Länge der HSDPA-Zeitrahmen auf 2 ms reduziert, während das Standard-UMTS im 10-ms-Takt arbeitet.

Weitere Neuerungen und ein erweitertes Timing auf der Luftschnittstelle

Neben der Implementierung der neuen und komplexen Signalisierungsalgorithmen, die zu einem Verbindungsaufbau notwendig sind, ist es unabdingbar, ein auf den HS-DPCCH abgestimmtes Triggerevent in das Testsystem zu integrieren. Wirft man einen Blick auf das Timing, das für UTRA FDD in 3GPP Release 99/4 definiert wurde, erkennt man, dass die beiden wichtigsten Downlinkkanäle – P-CPICH und P-CCPCH – synchron zu einem WCDMA-Zeitrahmen (= 10 ms Dauer) ausgesendet werden. Dieser Zeitrahmen besteht aus 15 Zeitschlitzten à 667 µs. Bei einer definierten Chiprate von 3,84 Mcps enthält jeder Slot 2.560 Chips. Zu den Grenzen dieser Zeitschlitzte sind die beiden Synchronisationskanäle P-SCH und S-SCH synchron.

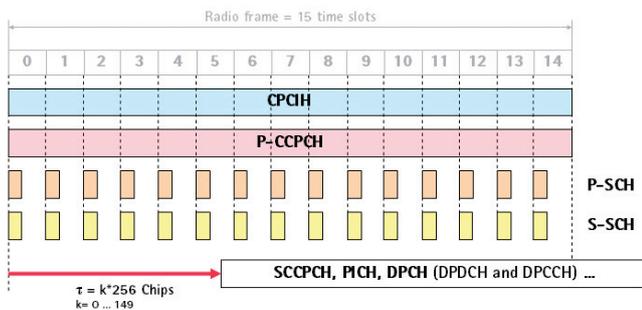


Abbildung 3: Timing auf der WCDMA Luftschnittstelle (3GPP Rel. 99/4)

Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, können alle anderen Codekanäle, u. a. auch der DPCH², mit einem bestimmten Offset versendet werden. Dieser Offset bewegt sich zwischen 0 und 38.144 Chips oder anders ausgedrückt zwischen 0 und 9934 µs. In vielen Testgeräten kann dieser Offset eingestellt und so das Zeitverhalten eines zu testenden Mobiltelefons untersucht werden. Diese Vorbetrachtungen waren notwendig, da diese auch als DPCH Offset bezeichnete Verzögerung Auswirkungen auf die Messungen für HSDPA hat. Der Start des HS-DPCCH und damit auch des Triggerevents ist gekoppelt an die Aussendung des (der) HS-PDSCH(s). In einem definierten Zeitabstand vom HS-PDSCH wird der HS-DPCCH ausgesendet. Dies ist notwendig, da das Mobiltelefon oder die Datenkarte die empfangenen Daten auch erst einmal auswerten und verarbeiten muss. Es vergehen daher knapp 500 ms – oder 7,5 Zeitschlitzte – bis

² Da der Downlink im Zeitmultiplex betrieben wird, werden der DPCH (dedizierter Datenkanal zu einem UE) und der DPCCH (dedizierter Signalisierungskanal zu einem UE) hier zum DPCH zusammengefasst.

das Endgerät auf den/die zugewiesenen Datenkanal/-kanäle reagiert.

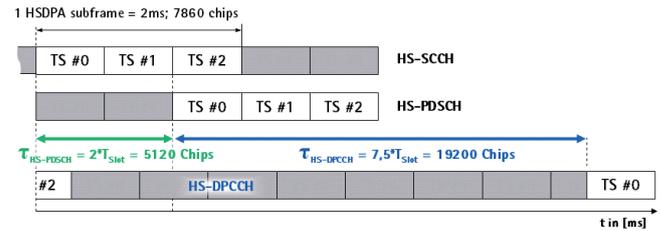


Abbildung 4: Timing auf dem Downlink in Verbindung zum HS-DPCCH

Der HS-PDSCH, auf dem die Datenpakete übertragen werden, startet wiederum zwei Zeitschlitzte nach dem HS-SCCH, dem High Speed Shared Control Channel (vgl. Abbildung 4). Über diesen mit der 3GPP Release 5 ebenfalls neu eingeführten Codekanal wird dem Endgerät im Downlink mitgeteilt, auf wie vielen Kanälen die Daten kommen und wie diese Datenkanäle moduliert sind. Diese Information wird im allerersten HS-SCCH-Zeitschlitz übertragen. Zusätzliche Informationen, die das Endgerät benötigt, um den Datenkanal korrekt auszuwerten, folgen in den beiden anderen Zeitschlitzten. Abhängig vom zurückgelieferten CQI-Wert kann das Modulationsverfahren QPSK oder auch 16QAM sein. Die 16QAM erfordert aber einen ausgesprochen guten Übertragungsweg, soll heißen guten Signalrauschabstand. Wichtig ist, dass der HS-SCCH synchron mit dem P-CCPCH und damit ebenfalls synchron zu einem WCDMA-Zeitrahmen ausgesendet wird. Nebenbei bemerkt: Die „Informationskanäle“ HS-SCCH und HS-DPCCH sind nach wie vor QPSK-moduliert, nur der die Daten transportierende HS-PDSCH kann 16QAM-moduliert sein.

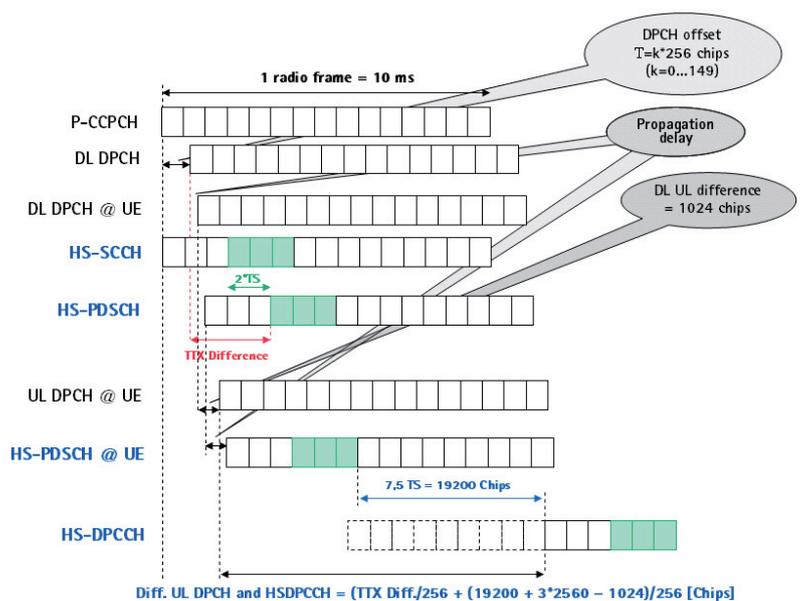


Figure 5: HSDPA timing

Abbildung 5 zeigt nun das gesamte Zeitverhalten auf der Luftschnittstelle für HSDPA, das mit der Einführung der neuen Codekanäle und Algorithmen einhergeht. Der Downlink DPCH (DL DPCH) kann also mit einem Versatz ausgesendet werden. Das Endgerät erreicht der DL DPCH, abhängig von der Umgebung (Mehrwegeausbreitung), mit einiger Verzögerung. Das Endgerät reagiert nun auf die im DPCH enthaltenen Informationen und Daten mit einem definierten Versatz von 1024 chips oder rund 267 μs . Dies entspricht der so genannten DL-UL-Differenz. Abhängig vom Start des DL DPCH ergibt sich ein Versatz für den HS-PDSCH, der als TTX Difference bezeichnet wird. Diese ist in Abbildung 5 rot markiert.

Da der Start des HS-DPCCH abhängig vom Start des HS-PDSCH ist, hat die TTX Difference direkte Auswirkungen darauf. Somit „läuft“ der HS-DPCCH dem UL DPCH, d. h. dem zugehörigen DPCH und DPDCH, um einen bestimmten Wert nach, der sich über die TTX Difference und damit aus dem DPCH Offset ableiten lässt. Alle Sendermessungen, die 3GPP mit der Release 5³ für HSDPA modifiziert hat, sind dem Triggerevent zugeordnet, das sich auf den Start des HS-DPCCH bezieht. Bei diesen Sendermessungen handelt es sich um folgende:

- Maximale Ausgangsleistung mit dem HS-DPCCH (TS 34.121, Kapitel 5.2A)
- Nachbarkanalleistung (ACLR⁴; TS 34.121, Kapitel 5.10A)
- Spektrummaske (SEM⁵; TS 34.121, Kapitel 5.9A)
- Modulationsfehler (EVM⁶; TS 34.121., Kapitel 5.13.1A)
- HS-DPCCH-Leistungssteuerung (TS 34.121, Kapitel 5.7A)

Die Empfängermessungen sind auf den Empfang und die Verarbeitung des HS-(P)DSCH und des HS-SCCH ausgelegt.

- Demodulation des HS-DSCH (TS 34.121, Kapitel 9.2.1)
- HS-SCCH-Empfangbarkeit (TS 34.121, Kapitel 9.4.)

Neben diesen definierten und vorgeschriebenen Messungen gibt es weitere, mit denen Aussagen über das Verhalten des Mobiltelefons bzw. der Datenkarte zu machen sind. Dazu im Laufe dieses Artikels mehr.

³ siehe 3GPP Release 5 TS 34.121

⁴ ACLR – Adjacent Channel Leakage Power Ratio

⁵ SEM – Spectrum Emission Mask

⁶ EVM – Error Vector Magnitude

Leistungsmessungen, Spektrummaske

Die Einführung des neuen Codekanals HS-DPCCH im Uplink kann dazu führen, dass verstärkt Störsignale (Engl. power transients) auftreten. Dieser Fall tritt immer dann verstärkt auf, wenn der HS-DPCCH nicht unbedingt zu den Zeitschlitzgrenzen des UL DPCH ausgesendet wird, was meist der Fall ist. Zusätzlich wird im Uplink I/Q-Multiplex angewendet, d. h. der Signalkanal (DPCCH) wird auf den Q-Pfad abgebildet, der Datenkanal (DPDCH) auf den I-Pfad. Bei mehr als einem Datenkanal wird bei allen Datenkanälen ein Spreizfaktor (SF) von 4 verwendet. So können z. B. bis zu sechs DPDCHs im Uplink auftreten. Das Ganze wird dann als Multicode bezeichnet, hat es aber bisher nicht zur „Marktreife“ gebracht. Abhängig von der Anzahl der DPDCHs wird der HS-DPCCH entweder auf den I- oder Q-Pfad gemultipliziert. Der Spreizfaktor für den HS-DPCCH ist ebenso wie für den UL DPCCH 256, doch die verwendete Codenummer ändert sich entsprechend dem Multiplex (vgl. Tabelle in Abbildung 6).

Abbildung 6 zeigt die Blockstruktur für die Generierung des Uplinksignals für HSDPA. Dabei ist der Fall hervorgehoben, dass ein Datenkanal (DPDCH) verwendet wird. Für diesen Fall wird der HS-DPCCH auf den Q-Pfad gemultipliziert. Dies ist der allgemeine Anwendungsfall für Messungen bei WCDMA und nun auch Grundlage für die HSDPA-relevanten Messungen. Alle Messungen, am Sender wie am Empfänger, die für WCDMA definiert und abgestimmt sind, basieren auf so genannten Referenzmesskanälen (Reference Measurement Channels, RMC). Diese Kanäle definieren unter anderem die Konfiguration und das Verhältnis von DPCCH- zu DPDCH-Leistung. Das gilt für den Downlink wie auch für den Uplink. Der wichtigste dieser Kanäle ist der RMC 12.2 kbps, welcher ein Sprachsignal

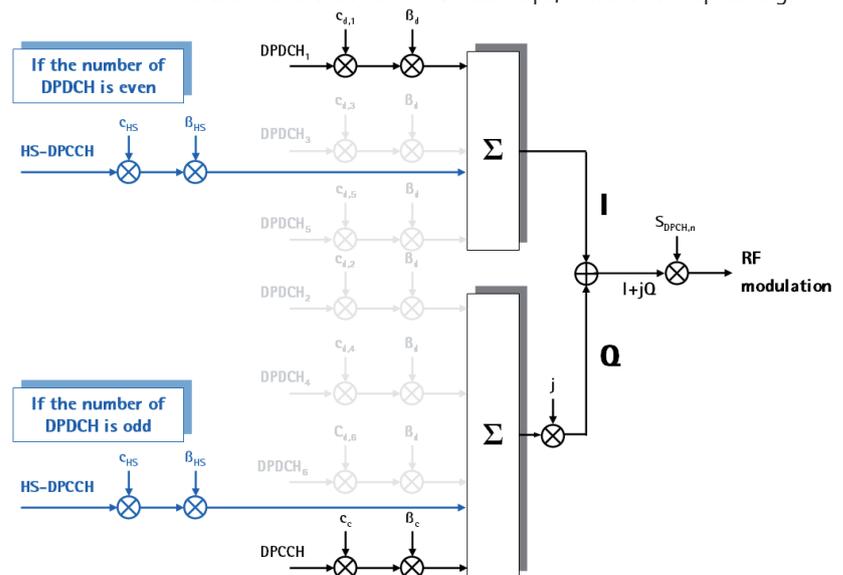


Abbildung 6: I/Q-Multiplex für den Uplink mit HS-DPCCH

simuliert und den jedes Endgerät unterstützen muss. Zusätzlich sind alle Messungen auf diesen RMC 12.2 kbps abgestimmt. Da HSDPA auf der grundlegenden WCDMA-Funktionalität basiert, wird auch bei einem allgemeinen Verbindungsaufbau auf diesen RMC zurückgegriffen. Anders ausgedrückt: der RMC 12.2 kbps ist notwendig, um eine Verbindung zwischen Messgerät und Telefon oder Datenkarte via HSDPA herzustellen. Zusätzlich spielt die Kategorie des Telefons oder der Datenkarte eine Rolle. Die möglichen zwölf Kategorien werden dabei mittels sechs so genannter Fixed Reference Channels Handsets (FRC H-Set) beschrieben. Diese FRC H-Set 1 bis 6 geben aus messtechnischer Sicht Auskunft, wieviele Datenkanäle dieser Kategorie von Endgerät zugeordnet werden können und welches Modulationsverfahren es unterstützt: nur QPSK oder auch 16QAM. Der Verbindungsaufbau wird also über einen RMC 12.2 kbps und dem der Kategorie entsprechenden FRC H-Set realisiert. Zuvor hat das UE (User Equipment) sich in der simulierten HSDPA-fähigen Zelle registriert (Circuit Switch (CS) Attach) und eine Verbindung zum paketvermittelnden Bereich des simulierten Netzwerkes hergestellt (Packet Domain (PS) Attach). Dabei übermittelt das Endgerät die Kategorie (1-12), der es angehört, an das Messgerät. Im normalen Netzwerk weiß die Basisstation nun, über welche Ressourcen dieses UE verfügt. Mit dem Testgerät kann das entsprechende FRC H-Set ausgewählt und eine Verbindung hergestellt werden. Der Einfachheit halber beschränkt sich die Spezifikation darauf, alle Messungen für das FRC H-Set 1 vorzuschreiben, was ergo bedeutet, dass alle Endgeräte die Konfiguration dieses H-Sets beherrschen müssen.

Für die Messungen spielt auch einer der Vorteile von CDMA-Systemen gegenüber dem bekannten FDMA/TDMA-System GSM eine Rolle: das Spreizen (engl. Spreading). Das Spreizen auf die definierte Chiprate von 3,84 Mcps mittels Spreizcodes bewirkt einen Prozessgewinn im Empfänger, welcher eben eine der grundlegenden Eigenarten von CDMA-Systemen ist. Dieser Prozessgewinn ist direkt vom Spreizfaktor abhängig und kann mittels der Formel in Abbildung 7 ermittelt werden. Die Tabelle gibt dabei eine Übersicht über den möglichen zu erzielenden Prozessgewinn, wenn der entsprechende Spreizfaktor eingesetzt wird.

$E_{Cchip} = \frac{E_b}{\text{Spreading Factor}}$ $= E_b - 10 * \log(\text{Spreading Factor})$ $\frac{E_{Cchip}}{N_0} = \frac{E_b}{N_0} - 10 * \log(\text{Spreading Factor})$ $\text{process gain [dB]} = 10 * \log(\text{Spreading Factor})$	Spreading Factor	Process gain
	4	6 dB
	8	9 dB
	16	12 dB
	32	15 dB
	64	18 dB
	128	21 dB
256	24 dB	
512	27 dB	

Abbildung 7: Prozessgewinn und Spreizfaktor

Der DPCCH wird immer mit einem Spreizfaktor von 256, Code #0, gespreizt. Dies ist in der Spezifikation so festgelegt. Der Datenkanal (DPDCH) hingegen wird für den RMC 12.2 kbps mit einem Spreizfaktor von 64, Code #16, gespreizt. Das Spreizen mit diesen zwei unterschiedlichen Spreizfaktoren bewirkt, dass der Signalisierungskanal (DPCCH) mit einem um rund 6 dB niedrigeren Leistungspegel als der Datenkanal ausgesendet werden kann. Daher werden beide Kanäle mit Leistungsfaktoren gewichtet (β_C und β_D). Dieses Pegelverhältnis β_C/β_D zwischen dem DPDCH und DPCCH wird bei einem RMC 12.2 kbps zu 8/15. Wie beim DPCCH und DPDCH wird auch der HS-DPCCH mit einem Leistungsfaktor (β_{HS}) gewichtet. Da der HS-DPCCH „nur“ Signalisierungsinformationen überträgt, ist die Bestimmung des Gewichtungsfaktors β_{HS} an die entsprechende Signalisierungsinformation ($\Delta_{HS-DPCCH}$) gebunden. Es ist also entscheidend, ob ein ACK/NACK oder ein CQI-Wert gesendet wird. Zusätzlich spielt der Leistungspegel des DPCCH (β_C) eine Rolle, denn der Gewichtungsfaktor für den HS-DPCCH ist an diesen gekoppelt. Der β_{HS} wird daher nach Formel 1 wie folgt bestimmt.

$$\beta_{HS} = \beta_C * 10^{\left(\frac{\Delta_{HS-DPCCH}}{20}\right)}$$

Formel 1: Bestimmung des Gewichtungsfaktors für den HS-DPCCH

Aufgrund dieser Definitionen und Erläuterungen ist es nun nachvollziehbar und unablässlich, die maximale Ausgangsleistung nach der Hinzunahme des HS-DPCCHs zu überprüfen. Ein Überschreiten der maximal erlaubten Sendeleistung (vgl. Abbildung 8) würde unter Umständen dazu führen, dass die gesamte Zelle von dem defekten Gerät blockiert wird. Es ist nicht weiter verwunderlich, dass sich durch den neu hinzugewonnenen Uplink-Codekanal auch die definierten Toleranzen ändern. Abhängig vom Leistungsverhältnis der beiden Standardkanäle im Uplink (DPCCH/DPDCH, β_C/β_D), welches einstellbar ist, werden die maximale Leistung und der obere und untere Grenzwert reduziert. Folgende Tabelle gibt Aufschluss.

Verhältnis von β_C zu β_D für alle Werte von β_{HS}	Leistungsklasse III		Leistungsklasse IV	
	$\beta_C/\beta_D = 1/15, 12/15$	+24 dBm	+1,7/-3,7 dB	+21 dBm
$\beta_C/\beta_D = 13/15, 15/8$	+23 dBm	+2,7/-3,7 dB	+20 dBm	+3,7/-2,7 dB
$\beta_C/\beta_D = 15/7, 15/0$	+22 dBm	+3,7/-3,7 dB	+19 dBm	+4,7/-2,7 dB

Tabelle 1: Änderung bei Leistungsklassen und Limits

Die Spezifikation zieht nun insgesamt vier verschiedene Kombinationen dieser Parameter vor, die als Subtests definiert

sind. Für diese vier Verhältnisse muss die maximale Leistung überprüft werden und darf die neu definierten Limits nicht überschreiten.

Wie schon erwähnt, kann mit dem Aussenden der Signalisierungsinformationen ACK/NACK oder CQI auf dem HS-DPCCH das Endgerät die maximal erlaubte Sendeleistung überschreiten. Dies kann besonders dann auftreten, wenn der Start des HS-DPCCH nicht mit dem des DPCCH synchron ist. Dies ist der Fall, wenn der DL DPCH mit einem von Null verschiedenen Offset betrieben wird. Dann ist das Endgerät gezwungen, die Leistung selbstregulierend in den angegebenen Grenzen zu halten, die für seine Leistungsklasse vorgegeben sind. Für diesen Fall sieht die Spezifikation eine „Power-vs.-Time“-Messung vor (vgl. 3GPP Release TS 34.121, Kapitel 5.7A), bei der zu verschiedenen Zeitpunkten die mittlere Ausgangsleistung des Mobiltelefons ermittelt und mit den zugehörigen Grenzwerten verglichen wird.

Ebenso lohnt sich ein Blick auf das Code Domain Spectrum, das sich mit HSDPA verändern wird. Abhängig von der Anzahl der Datenkanäle wird der HS-DPCCH im I- oder Q-Pfad auftauchen. Interessant wird hier sein, den Leistungswert, mit dem der HS-DPCCH ausgesendet wird, zu analysieren, der sich ja abhängig von DPCCH und der ausgesendeten Information ändern wird. Zusätzlich können mit der Analyse des Code Domain Spectrum Einflüsse auf benachbarte Codekanäle beurteilt oder ausgeschlossen werden (Abbildung 8).

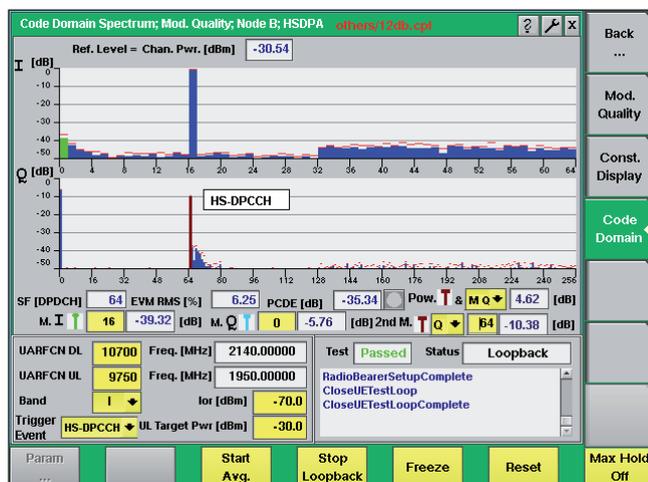


Abbildung 8: Code-Domain-Leistungsmessung mit dem HS-DPCCH

Neben der modifizierten Messung der maximalen Ausgangsleistung ist es auch erforderlich, die Nachbarkanalleistung (Adjacent Channel Leakage Power Ratio, ACLR) und die Spektrumsmaske (Spectrum Emission Mask, SEM) zu überprüfen. Damit kann der vermeintlich wachsende Einfluss auf die Nachbarkanäle untersucht werden; schmalbandige Störungen werden so identifiziert. Dabei ändern sich die

mit WCDMA definierten Limits nur minimal; sie werden etwas nach oben korrigiert.

Zur Beurteilung der Qualität des vom Endgerät erzeugten Signals ist die Bestimmung des Modulationsfehlers – Error Vector Magnitude, EVM – eine der entscheidenden Messungen. Im Uplink wird, wie bereits erwähnt, Dual BPSK als Modulationsformat eingesetzt. Trotz eines neuen Codekanals ändert sich das Limit für den EVM nicht. Dies bedeutet also, dass der Spielraum enger und die Anforderungen an den I/Q-Modulator im Mobiltelefon bzw. der Datenkarte höher werden.

Testen des Empfängers

Mit den verschiedenen Leistungsmessungen, dem Überprüfen des Spektrums und der Bewertung der Signalqualität ist gewährleistet, dass der Sender des Mobiltelefons oder der Datenkarte einwandfrei arbeitet. Nun bleibt noch der Empfänger zu überprüfen. Allgemein – also für GSM und auch WCDMA – wird dies mittels BER/BLER-Messungen durchgeführt. Die Empfängermessungen, die an einem HSDPA-fähigen Terminal durchgeführt werden, sind aber darauf ausgelegt, den Empfang der beiden neuen Codekanäle HS-SCCH und HS-(P)DSCH zu analysieren. Für einige dieser Messungen wird dazu eine weitere Signalquelle benötigt: ein Fadinggenerator, der in der Lage ist, definierte Störsignale (Fadingprofile) zu erzeugen. Diese Fadingprofile simulieren verschiedene Anwendungsumgebungen und Bewegungen des Endgerätes, so z. B. Fortbewegung mit Schrittgeschwindigkeit oder in einem Fahrzeug. Diese Art von Tests ist in den Entwicklungslaboren notwendig, um das Empfangsverhalten der Prototypen von Mobiltelefonen oder Datenkarten zu ermitteln. Da in Produktionslinien vermehrt so genannte Racksysteme eingesetzt werden, wäre auch hier das notwendige Equipment vorhanden. In einem Rack befinden sich zumeist mehrere Geräte, Signalgeneratoren und -analysatoren, Mobiltester, die über eine Software gemeinsam gesteuert und angesprochen werden. Hier ist es eine Frage der Zeit, ob diese Messungen durchgeführt werden. Im dritten Segment, dem Servicebereich, wird diese Art von Messungen sicherlich ausgespart. Ein Servicecenter wird nach Durchsatz bezahlt, für aufwändige Tests, bei denen mehrere Geräte gemeinsam verwendet werden; um einen spezifischen Test durchzuführen, bleibt keine Zeit. Servicecenter werden sich eher auf die normalen Sendermessungen konzentrieren.

Nichtsdestotrotz lässt sich diese Messung auch ohne zusätzliches Equipment durchführen und ermöglicht eine Aussage über die Beschaffenheit des Empfängers. Prinzipiell basiert die Messung auf der Ermittlung des Datenratendurchsatzes bei

gleichbleibenden HF-Parametern wie z.B. der Ausgangsleistung. Allgemein funktioniert HSDPA so, dass auf ein vom Endgerät gesendetes NACK die Basisstation das Paket nochmals aussendet. Das ist aber auch bei WCDMA so. Das Neue ist nun, dass sich die Art und Weise des Aussendens ändert, das heißt das Paket wird quasi „umformatiert“. Dabei gibt es verschiedene, sehr komplexe Möglichkeiten. So wird zum Beispiel die Art der Kanalkodierung verändert, verschiedene Bits gegenüber der ersten Übertragung weggelassen. Die zuvor „punktierten“ werden wieder hinzugefügt oder das Ganze neu arrangiert. Sollte gar noch 16QAM als Modulationsformat verwendet werden, so können die Bits in den einzelnen Quadranten noch verschoben und umgeordnet werden. Ein Datenpaket wird dabei bis zu vier Mal ausgesendet, wobei die Spezifikation genau vorschreibt, bei der wievielten erneuten Sendung welche der sieben aufgelisteten Prozeduren verwendet wird. Das Messgerät ist nun in der Lage, diese unter Umständen vierfache Aussendung zu protokollieren (ACK, NACK, DTX) und anhand der gezählten ACKs, NACKs und DTX-Werte eine Block Error Rate (BLER) zu berechnen. Mit Hilfe dieser und der bekannten Konfiguration des Downlink kann dann ein durchschnittlicher Datendurchsatz ermittelt werden.

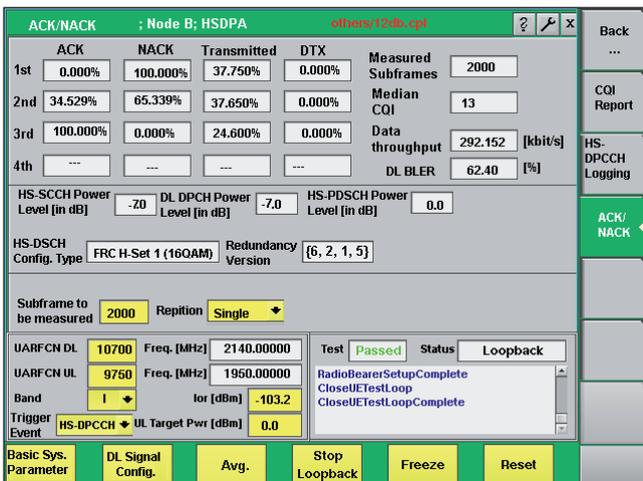


Abbildung 9: Bestimmung der BLER und des Datendurchsatzes

Darüber hinaus kann man den Empfänger aber auch ausreichend bewerten, ohne auf zusätzliche Messgeräte zurückzugreifen. Eine dieser Messungen wertet den CQI (Channel Quality Indicator) aus, anhand dessen der HS-DPCCH an die Basisstation (Node B) die Qualität des Übertragungskanals zurück übermittelt. Gleichzeitig definiert dieser CQI die Datenrate, die das Endgerät verarbeiten kann, ohne dass die Block Error Rate (BLER) einen Wert von 10% übersteigt. Für diese Messung wird ein Transportformat vom Testgerät ausgewählt, das einem zurückgesendeten CQI von 16 entsprechen würde. Für die angesprochenen Endgerätekategorien ist dabei

eine eigene CQI-Tabelle definiert. Die nachfolgende Tabelle listet dies auf.

UE Category	Transport-blockgröße	Anzahl der HS-PDSCHs	Modulation	Leistungsregelung	N _{IR}
1 to 6	3565	5	16QAM	0	9600
7, 8	3565	5	16QAM	0	19200
9	3565	5	16QAM	0	28800
10	3565	5	16QAM	0	28800
11, 12	3319	5	QPSK	-1	4800

Tabelle 2: CQI value 16 für alle Endgerätekategorien

Die Konfiguration der Downlink-Kanäle wird während der ersten Phase des Tests beibehalten (CQI = 16) und der zurückgelieferte CQI-Wert wird 2000-mal protokolliert. Danach wird der CQI-Median bestimmt. 90% bzw. 1800 der zurückgelieferten CQI-Werte müssen dann in dem Bereich 'Median-CQI - 2' < Median-CQI < 'Median-CQI + 2' liegen, sonst gilt der Test als nicht bestanden. Wird diese Phase des Tests jedoch zufriedenstellend abgeschlossen, wird die zweite Phase initiiert. Das Transportformat wird nun auf den Downlink-Kanälen so angepasst, dass es dem des CQI-Median entspricht. Die obige Prozedur wird wiederholt, dabei werden jedoch die ACKs, NACKs und Sendepausen (DTX) gezählt. Sollte das in Formel 2 dargestellte Verhältnis kleiner als 0,1 sein, wird die Prozedur für den CQI-Wert 'Median-CQI - 1' wiederholt.

$$\frac{NACK + DTX}{ACK + NACK + DTX} < 0.1$$

Formel 2: Bestimmung der BLER

Falls es größer ist, wird der oben beschriebene Test für den CQI-Wert 'Median-CQI + 2' wiederholt. Wiederum werden ACKs, NACKs und DTX-Werte 1000 Mal protokolliert und die Downlink-Kanäle behalten die Konfiguration bei, auch wenn der HS-DPCCH einen anderen CQI-Wert übermittelt.

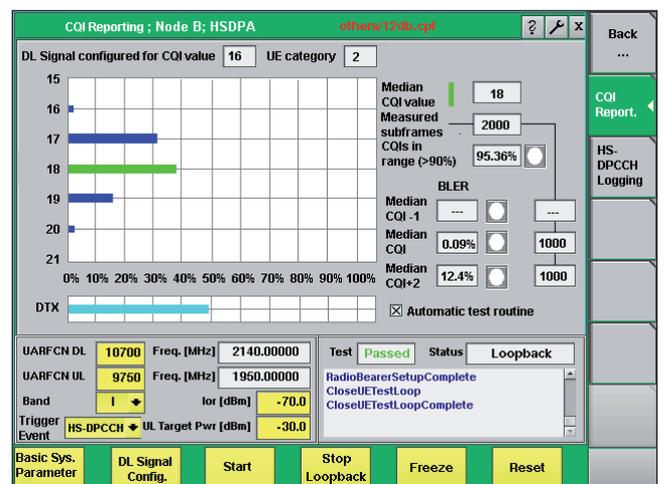


Abbildung 9: CQI Reporting

Wiederum wird Formel 2 angewandt. Sollte das Verhältnis unter 0,1 liegen, also die Block Error Rate (BLER) nicht über 10% liegen, gilt der Test als bestanden.

Zusammenfassung

Mit HSDPA hält eine komplexe Standarderweiterung Einzug in die errichteten UMTS/WCDMA-Netze, die aufgrund der technischen Parameter in der Lage ist, einen zweiten Boom in der Mobilfunkbranche zu unterstützen. Dies hängt aber noch von mehreren Faktoren ab. Nicht nur die neuen, komplexen Signalisierungsalgorithmen stellen hohe Anforderungen an die zu verwendenden Messgeräte, auch die modifizierten und neuen Messungen leisten dazu ihren Beitrag. Dabei hat sich die Art der Messungen an Mobiltelefonen und Datenkarten jedoch nicht verändert – zumindest nicht für das Uplinksignal. Es werden weiterhin Leistung, Spektrum und Modulation analysiert und bewertet. Die Schwierigkeit liegt damit in den hinter den Messungen liegenden Signalisierungsalgorithmen. Das Timing spielt eine entscheidende Rolle. Der neu eingeführte Uplink-Codekanal HS-DPCCH, auf den die Messungen zugeschnitten sind, startet abhängig von den Downlink-Parametern mehr oder minder synchron zum Standard-Uplink DPDCH und DPCCH. Ein neuer, unsynchroner Codekanal verändert immer den Crestfaktor, d. h. das Verhältnis von Spitzen- zu mittlerer Leistung. Dies führt zu Störsignalen und bewirkt u. a. auch Störungen in benachbarten Codekanälen. Aufgrund der Einführung neuer Downlink-Kanäle ist es auch notwendig, zu prüfen, ob das Mobiltelefon oder die Datenkarte die übermittelten Daten richtig dekodieren kann. Die allseits definierten und bekannten BER/BLER-Messungen kommen hier nicht in der gewohnten Form zur Anwendung, sondern werden modifiziert eingesetzt. Kurzum: HSDPA beinhaltet als Standard wichtige und interessante Neuerungen, bringt aber auch ein komplexes Verhalten mit sich, das starke Auswirkungen auf die Messtechnik zur Folge hat.

Willtek Communications GmbH
85737 Ismaning
Germany
Tel: +49 (0) 89 996 41-0
Fax: +49 (0) 89 996 41-440
info@willtek.com

Willtek Communications UK
Cheadle Hulme
United Kingdom
Tel: +44 (0) 161 486 3353
Fax: +44 (0) 161 486 3354
willtek.uk@willtek.com

Willtek Communications SARL
Roissy
France
Tel: +33 (0) 1 72 02 30 30
Fax: +33 (0) 1 49 38 01 06
willtek.fr@willtek.com

Willtek Communications Inc.
Parsippany
USA
Tel: +1 973 386 9696
Fax: +1 973 386 9191
willtek.cala@willtek.com
sales.us@willtek.com

Willtek Communications
Singapore
Asia Pacific
Tel: +65 6827 9670
Fax: +65 6827 9601
willtek.ap@willtek.com

Willtek Communications Ltd.
Shanghai
China
Tel: +86 21 5835 8039
Fax: +86 21 5835 5238
willtek.cn@willtek.com

will'tek

© Copyright 2008
Willtek Communications GmbH.
Alle Rechte vorbehalten.
Willtek Communications,
Willtek und das Willtek-Logo
sind Warenzeichen von Willtek
Communications GmbH.
Alle anderen Warenzeichen und
eingetragene Warenzeichen sind
Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.