

Mobilität in 3G und 4G Netzen

Bernhard Adam
Betreuer: Tobias Bandh
Seminar Future Internet WS2010/2011
Lehrstuhl Netzarchitekturen und Netzdienste
Fakultät für Informatik, Technische Universität München
Email: adam@in.tum.de

KURZFASSUNG

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Abläufen beim 3G und 4G Handover. Es werden die Mittel vorgestellt, mit denen ein Mobilfunknetz die Mobilität eines Gerätes bereitstellt, also eine kontinuierliche logische Verbindung trotz Zellwechsel aufrecht hält. Außerdem werden sowohl für 3G als auch für 4G Netze die verschiedenen Handover-Methoden, sowohl bei ruhender als auch bei aktiver Verbindung aufgezeigt. Am Ende werden die Technologien kurz verglichen.

Schlüsselworte

Mobility Management, 3G, 4G, Handover, UMTS, LTE

1. EINLEITUNG

Die sehr schnelle Entwicklung in der Mobilfunkbranche lässt sich schwer detailliert verfolgen. Laufend erscheinen neue Technologien und Produkte mit immer mehr Funktionalität. Doch die Grundlagen der Netzstruktur verändern sich nicht so schnell. So ist eine der wichtigsten und angenehmsten Funktionen eines Mobilfunknetzes die Mobilität, die einem das Netz bietet. Selbst in einem Hochgeschwindigkeitszug kann man ohne Unterbrechung während der Fahrt telefonieren, die aktive Verbindung reißt nicht ab. Wie dies möglich ist wird hier nun an dem aktuellen Beispiel 3G und 4G Netzen gezeigt.

2. 3G NETZE

Mit der dritten Generation (3G) von Mobilfunknetzen verbindet man meistens direkt das Universal Mobile Telecommunications System, kurz UMTS. Als Weiterentwicklung des 2G Netzes ersetzt es GSM und die dazu gehörenden Standards. Um zu verstehen, wie einem User die Mobilität in einem 3G Netz gewährleistet wird, betrachte man zunächst den groben Aufbau eines 3G Netzes (Vgl. Abb. 1). Das mobile Gerät, das als Endpunkt der Verbindung dient, wird User Equipment (UE) genannt. Dieser Terminal muss die für die Mobilität nötigen Aufgaben, wie z.B. die Verbindungsübergabe, beherrschen. Das UE verbindet sich über die Send- und Empfangsantennen zunächst mit einem Node-B. Ein Node-B kann hierbei mehrere Antennen verwenden, deren Sendebereich jeweils eine sog. Zelle darstellen. Die Hauptaufgabe eines Node-Bs ist die Leistungsregelung der Datenübertragungen. Die nächste Station ist der Radio Network Controller (RNC). Dieser ist mit mehreren Node-Bs verbunden und spielt eine zentrale Rolle für das Mobilitätsmanagement. Er ist, wie in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben, für viele Entscheidungsprozesse bezüglich der Verbindung

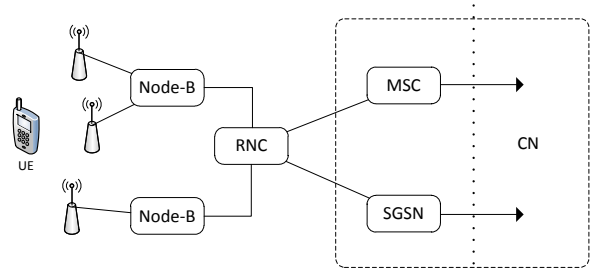


Abbildung 1: Grober Aufbau eines 3G Netzes

nötig. Der RNC ist dann mit dem Kernnetz, auch Core Network (CN) genannt, verbunden, welches die Zusammenfassung der restlichen Komponenten eines 3G Netzes darstellt. Es übernimmt die Verarbeitung und Interpretation des Datenverkehrs. Die ersten Komponenten des CN, die am Mobilitätsmanagement teilhaben, sind das sog. Mobile Switching Centre (MSC), das für die Verbindungen per Leitungsvermittlung zuständig ist, sowie der Serving General Packet Radio Service Support Node (SGSN), der für die Paketverbindungen zuständig ist. Das CN beinhaltet noch viele weitere Komponenten, die aber für das Mobilitätsmanagement keine direkte Rolle spielen und somit im CN zusammengefasst bleiben. Die einzelnen Komponenten nutzen für ihren Austausch untereinander jeweils verschiedene Interfaces, die eine für den Zweck optimal angepasste Verbindung bieten.

2.1 Handover in 3G Netzen

Bewegt sich ein eingeschaltetes UE durch ein 3G Netz, so soll sichergestellt werden, dass die Verbindung zum Netz so gut wie möglich aufrecht erhalten wird. Da der Bereich eines Netzes natürlich nicht mit einer einzigen Zelle abzudecken ist, passiert es zwangsläufig, dass sich der Terminal im Laufe seiner Bewegung aus der Reichweite einer Zelle heraus, in Reichweite einer anderen bewegt. Damit hierbei die Verbindung nicht abreißt, wie z.B. bei einem WLAN, das die für einen solchen Wechsel erforderliche Protokollstruktur nicht mitbringt, wird ein sog. Handover durchgeführt. Hierbei wird eine Verbindung über den Zellenwechsel hinaus aufrecht erhalten. Wichtig ist dabei, in welchem Zustand sich das System befindet.

2.2 Handover im Leerbetrieb

Ist keine aktive Verbindung zwischen dem UE und dem Netz aufgebaut, so befindet sich der Terminal im sog. Idle State. Dies bedeutet, dass weder über das MSC noch über das SGSN Daten verschickt oder empfangen werden, jedoch das UE mit dem Netz verbunden ist. Außerdem kann sich das Gerät in einem Packet Data Protocol (PDP) Kontext befinden. Dies bedeutet, dass dem mobilen Gerät eine globale IP-Adresse zugewiesen wurde, es also Teil des Netzes ist, aber kein aktiver Datentransfer besteht. Die einzige Aktivität des UEs ist in diesem Zustand, den Paging Channel (PCH) abzuhören, um z.B. einen eingehenden Anruf zu empfangen. Über den PCH werden sog. Paging-Messages vom Netz verschickt, die den Terminal anhand seiner eindeutigen Identifikation (International Mobile Subscriber Identity IMSI oder Temporary Mobile Subscriber Identity TMSI) über eingehende Daten informieren. Erhält ein Gerät eine Paging-Message, die seine IMSI oder TMSI enthält, baut es eine aktive Verbindung mit dem Netz auf. Da das ständige Abhören des PCH viel Energie des UEs verbraucht, teilt man alle Teilnehmer einem lokalen Bereich anhand ihrer IMSI in Gruppen (Paging-Groups) auf. Paging Messages für diese Gruppen werden dann nur in definierten Zeitintervallen gesendet, was dem UE die Möglichkeit gibt, in der restlichen Zeit den Empfänger auszuschalten und somit Strom zu sparen. Einziger Nachteil hier ist die verlängerte Dauer des Paging-Vorgangs im Gegensatz zur Dauer bei permanentem Abhören des PCH.

Befindet sich der Terminal nun im Idle-Zustand, so ist er allein für einen nötigen Zellenwechsel verantwortlich und muss eine neue Zelle wählen („Cell Reselection“). Das Netz hat nämlich keine Informationen über die Signalqualität beim UE, sondern nur Informationen darüber, in welchem Bereich sich das Gerät befindet. So ein Bereich kann aus bis zu mehreren Dutzend Zellen bestehen. Bewegt sich nun das UE in eine neue Zelle, die nicht Teil des aktuellen Bereiches ist, also in einen neuen Bereich, so muss eine aktive Verbindung aufgebaut werden, um die neuen Orts- und Routinginformationen auszutauschen. Die Verbindung kann hierbei über den Cell-DCH Modus, bei dem dem UE ein eigener Kanal zugewiesen wird, oder den Cell-FACH Modus, bei dem die Daten über ein geteiltes Medium verschickt werden, also mehrere Geräte den selben Kanal benutzen, erfolgen. Anschließend werden über die Verbindung die nötigen Daten zwischen UE und MSC bzw. SGSN ausgetauscht. Bei einer Paketverbindung über SGSN müssen außerdem noch Routing Informationen erneuert werden, da die Zellen in sog. Routing Areas eingeteilt sind, um die Weiterleitung der Pakete zu vereinfachen. Bezüglich des PDP-Kontextes ändert sich für das UE nichts, es hat immer noch dieselbe IP-Adresse, nur der Weg der Pakete hat sich verändert. Ist all dies geschehen, so wechselt der Terminal wieder in den Idle-State und der Vorgang ist abgeschlossen[2]. Viel kritischer als der eben beschriebene Handover im Idle-State ist natürlich ein Zellenwechsel bei einer aktiven Datenverbindung, also im Cell-DCH Status.

2.3 Handover bei aktiver Verbindung

Besteht eine aktive logische Verbindung, so ist es wichtig, diese auch bei einem Wechsel der Zelle so weit wie möglich aufrecht zu erhalten und gegebenenfalls nötige Unterbrechungen der physikalischen Verbindung so kurz wie möglich zu gestalten. Im Cell-DCH State überwacht der RNC stän-

dig die Verbindung zum UE in Bezug auf Signalstärke und Qualität. So sendet das Gerät mit den Daten auch immer Informationen über die Signalsituation bei sich mit. Der dem UE in diesem Zustand zugewiesene Kanal wird sowohl für Paket-, als auch für Leitungsverkehr genutzt. Bewegt sich der Terminal und der Wechsel zu einer anderen Zelle ist nötig, leitet der RNC diesen ein. Zu unterscheiden ist bei dem Handover im Cell-DCH Status vor allem, ob nur von einer Zelle in eine andere, die beide mit dem selben RNC verbunden sind, gewechselt wird oder ob zwischen zwei RNCs oder sogar zwei MSCs gewechselt wird. Wird nur die Zelle oder der Node-B gewechselt, so ist oft ein weicher Übergang (Soft Handover) möglich. Muss der RNC oder MSC gewechselt werden, so lässt sich dies meist nur durch einen harten Übergang (Hard Handover) realisieren.

2.3.1 Hard Handover

Hat der RNC einen Zellenwechsel entschieden, so müssen zunächst die benötigten Ressourcen für die neue physikalische Verbindung reserviert werden. Dieser Vorgang ist mit dem eines neuen Verbindungsaufbaus zu vergleichen. Ist alles für die neue Verbindung bereit, so erhält das UE über die aktuelle Verbindung den Befehl zum Wechsel in die neue Zelle. Dieser Befehl enthält alle nötigen Informationen zum Tausch der Verbindung, wie die Frequenz, den Kanal und auch die verwendeten Scrambling Codes (diese dienen einer Kodierung des Datenstroms, um die verschiedenen Netzteilnehmer zu unterscheiden). Auf dieses Signal hin unterbricht der Terminal die alte physikalische Verbindung und baut sofort eine Neue auf. Da das Netz auf diese Verbindung vorbereitet ist, dauert dieser Übergang nur ca. 100ms[2]. Anschließend wird die Übertragung über die neue Verbindung fortgesetzt. Es ändert sich also nur die physikalische Verbindung über die die Daten fließen, nicht aber die logische Verbindung zum Kernnetz. Der harte Übergang ist also einem neuen Verbindungsaufbau sehr ähnlich, die alte Verbindung wird getrennt und eine neue, vorbereitete wird hergestellt. Dies ist vergleichbar mit einem Verbindungswechsel in alten 2G Netzen. Ein Novum in 3G sind die beschriebenen weichen Übergänge, bei denen die Verbindung nicht unterbrochen wird.

2.3.2 Soft Handover

Auch hier entscheidet der RNC auf Grundlage der Signalqualität der aktuellen und benachbarten Zelle, dass ein Zellenwechsel nötig ist und leitet den Soft Handover ein. Dabei wird die physikalische Verbindung des UE zum Netz nicht nur über eine Zelle, sondern über mehrere gleichzeitig hergestellt. Theoretisch werden dazu bis zu sechs Zellen in einem sog. „Active Set“ der Verbindung zusammengefasst, in der Praxis sind es meistens zwischen zwei und drei[2]. Das heißt, die Daten werden über alle Zellen gleichzeitig gesendet und empfangen. Geht die Verbindung zu einer Send-/Empfangsstation verloren, so wird diese einfach aus dem Active Set entfernt. Da alle Zellen dieselben Daten vom UE empfangen, entscheidet der RNC anhand der Signalqualität bei jedem übertragenen Segment neu, welchen Datenstrom er an das CN weiterleitet, da das CN den Soft Handover selbst nicht unterstützt. Es besteht also immer nur eine logische Verbindung zwischen UE und CN. Das Management der redundanten physikalischen Verbindungen übernimmt der RNC. Die einzelnen Zellen des Active Set senden alle mit verschiedenen Scramblingcodes, was es dem UE ermög-

licht, die Übertragungen der einzelnen Zellen zu unterscheiden. Dies erhöht natürlich den Dekodierungsaufwand beim Gerät, da die Daten mehrfach empfangen und verarbeitet werden müssen. Sind bei einem Soft Handover zwei oder mehr RNCs involviert, wird der Vorgang ein wenig komplexer. Der RNC, über den die Verbindung ursprünglich aufgebaut wurde, wird hier als Serving RNC (S-RNC) bezeichnet. Bewegt sich das UE in eine Zelle, die mit einem anderen RNC, dem sog. Drift-RNC (D-RNC), verbunden ist, so ist der Handover nur möglich, falls der S-RNC und der D-RNC verbunden sind. Um die Zelle des D-RNC in das active set aufzunehmen, muss sich der S-RNC über das sog. „I_{ur}“ Interface mit dem D-RNC verbinden. Die logische Verbindung zum CN besteht weiterhin über den S-RNC, der alle Daten dann nicht nur an seine Zellen, sondern auch an den D-RNC weiterleitet. Umgekehrt schickt der D-RNC alle vom UE erhaltenen Daten direkt an den S-RNC weiter. Hier entscheidet nun wieder der S-RNC anhand der Signalqualität, welchen Datenstrom er an das CN weitergibt. Dies funktioniert aber nur solange sich noch Zellen des S-RNC im Active Set befinden. Muss der S-RNC gewechselt werden, so ist ein Hard Handover nötig. Eine Variante des Soft Handover ist der sog. Softer Handover. Dieser findet statt, wenn verschiedene Zellen, die zu demselben Node-B gehören, in ein active set aufgenommen werden. Hier fällt schon der Node-B die Entscheidung über die Weiterleitung der Daten, was den RNC entlastet.

Ein weicher Übergang hat viele Vorteile gegenüber dem harten. So wird zum einen die physikalische Verbindung nie komplett unterbrochen, weshalb er eine komplett unterbrechungsfreie Übertragung ermöglicht. Desweiteren erhöht sich die Verbindungsqualität, da mehrere Zellen gleichzeitig zur Übertragung bereitstehen. Dies ist vor allem von Vorteil, wenn sich der Terminal in Bereichen bewegt, in denen häufig Sendeschatten auftreten, wie z.B. in Städten. So führt ein plötzlicher starker Abfall der Signalqualität zu einer Antenne nicht gleich zu einem entsprechenden Abfall der Gesamtverbindungsqualität, da andere Zellen des Active Set diesen Qualitätsverlust eventuell ausgleichen können. Außerdem lässt sich der Energiebedarf des UE minimieren. Wenn sich der User in einen Bereich mit schlechtem Empfang bewegt, z.B. im Sendeschatten eines Gebäudes, so müsste das UE die Sendeleistung erhöhen. Erhält jedoch eine zweite Zelle des Active Sets noch ein gutes Signal, so ist eine Leistungserhöhung nicht notwendig. Zuletzt ist es einleuchtend, dass die Wahrscheinlichkeit für einen kompletten Verbindungsverlust geringer ist, wenn das UE mit mehreren Zellen in Verbindung steht.

Neben den hier vorgestellten Handover-Typen gibt es noch weitere Arten von Übergaben, die den Übergang von 3G in 2G Netze regeln. Diese sind ähnlich zu den vorgestellten Methoden, sollen jedoch hier nur erwähnt bleiben.

3. 4G NETZE

Als vierte Generation oder auch 4G Netze, bezeichnet man sog. Long Term Evolution (LTE) und System Architecture Evolution (SAE) Netze, zusammengefasst unter dem Begriff Evolved Packet System (EPS). Diese sind die Weiterentwicklung der 3G Architektur und sollen auch UMTS ersetzen. Der Aufbau eines EPS Netzes hat viele Gemeinsamkeiten mit dem eines 3G Netzes, jedoch hat vor allem die Tatsache,

dass man in EPS keine Leitungsvermittlungsverbindungen mehr verwendet, viele Änderungen mit sich gebracht. Um die Abläufe zur Mobilität in 4G Netzen zu verstehen, wird zunächst der Aufbau der beteiligten Netzkomponenten vorgestellt (Vgl. Abb. 2). Der Unterschied zu einem 3G Netz

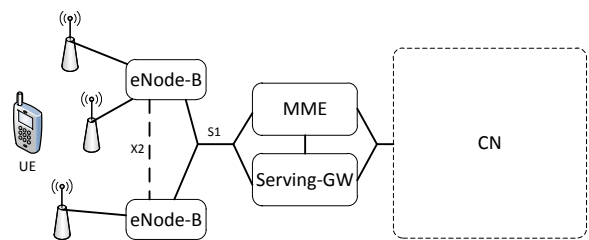


Abbildung 2: Grober Aufbau eines 4G Netzes

beginnt bei den Node-Bs. Die Funktionalität, die in einem 3G Netz der RNC übernimmt, wird hier teilweise von dem Enhanced Node-B (eNode-B) übernommen. Neu kommt hier hinzu, dass die eNode-Bs über das sog. X2-Interface verbunden sein können. Dies ist, wie man später sehen kann, auch bei der Mobilität von UEs im Netz von Vorteil. Ein eNode-B übernimmt die Aufgabe der Datenflusskontrolle und stellt die Quality of Service sicher. Außerdem führen sie die Handover aus. Die Verbindung zwischen dem Radio-Netzteil und dem CN bilden zwei neue Komponenten. Dies sind die Mobility Management Entity (MME) und der Serving Gateway (Serving-GW). Beide zusammen übernehmen die Rolle des SGSN in einem 3G Netzwerk. Da es nur noch Paketverkehr gibt, existiert kein MSC. Die Verbindung zwischen eNode-B und MME/Serving-GW geschieht über das S1-Interface. Die MME kümmert sich um die Verwaltung von Sessions, d.h. Handover zwischen eNode-Bs oder in andere Netze, z.B. 3G. Außerdem ist sie für die Überwachung der Position des UEs zuständig, wenn keine aktive Verbindung besteht. Der Serving-GW hat die Funktion, IP Pakete zwischen dem Internet und den mobilen Geräten weiterzuleiten.

3.1 Handover in 4G Netzen

Natürlich soll auch in einem 4G Netz sichergestellt sein, dass eine Verbindung nicht abreißt, wenn sich ein UE durch verschiedene Zellen des Netzes bewegt. Zu unterscheiden ist wieder, ob der Terminal gerade eine aktive Verbindung aufgebaut hat oder nicht.

3.2 Handover im Leerbetrieb

Besteht keine aktive Verbindung zum Netz, d.h. das UE befindet sich im sog. RRC_IDLE (Radio Resource Control Idle) Status, so wird zum Wechsel der Zelle eine Cell Selection durchgeführt. Dies wird vom UE alleine entschieden und geschieht auf Basis der Signalqualität der aktuellen und benachbarten Zelle. Wenn ein UE das Broadcast Signal einer neuen Zelle empfängt, entscheidet es selbständig, ob diese neue Zelle besser geeignet ist als die aktuelle. Dies passiert, neu bei 4G, auch nach bestimmten Kriterien. Ob eine neue Zelle gewählt wird, hängt nicht nur von der Stärke des Signals ab, sondern auch von einem Prioritätswert, der der Zelle gegeben werden kann. Somit lassen sich bessere Entscheidungen treffen, z.B. wird bei einem Handy das Netz des

favorisierten Betreibers eher gewählt als ein anderes mögliches. Wenn eine neue Zelle gewählt wird, muss sich das UE dort wieder anmelden, dieser Vorgang kommt einer Neuanmeldung gleich. Wird die Zelle gewechselt, wird auch ein Positions-Update an die MME übermittelt um die Tracking Area zu aktualisieren. Die MME teilt alle Zellen, ähnlich wie bei 3G Netzen, in sog. Tracking Areas ein. Die Größe dieser Bereiche ist unterschiedlich. So muss bei einer größeren Tracking Area ein Positions-Update, also die Information, in welcher Area sich ein UE befindet, nicht so häufig durchgeführt werden. Eine kleinere Tracking Area verringert wiederum den Paging-Aufwand, um Geräte im Idle-Zustand über eingehende Daten zu informieren. Der Zellenwechsel im Leerbetrieb ist aber, wie bei 3G, unkomplizierter als bei aktiver Verbindung.

3.3 Handover bei aktiver Verbindung

Auch in 4G Netzen ist es ein wichtiges Ziel, eine aktive Verbindung möglichst verlustfrei aufrecht zu erhalten, selbst wenn sich ein User mit großer Geschwindigkeit durch das Netz bewegt. Bei einer aktiven Übertragung befindet sich das UE im sog. RRC_CONNECTED Status. In diesem Zustand entscheidet das Netz, ob und wann ein Handover durchgeführt wird und nicht das UE. Die Entscheidung des Netztes basiert dabei auf den Signalmessdaten, die das Netz vom UE erhält. Im Unterschied zu UMTS gibt es in EPS nur einen Hard Handover. Jedoch kann man diesen aufteilen in einen Handover über das S1 Interface und den über das X2 Interface.

3.3.1 S1 Handover

Diese Art des Handovers ist fast identisch mit dem 3G Hard Handover. Hierbei werden nach der Entscheidung zum Zellenwechsel alle Vorbereitungen getroffen, um eine neue physikalische Verbindung herzustellen. Sind die erforderlichen Ressourcen für die Verbindung reserviert, sendet die MME das Kommando zum Handover. Neu in 4G ist jetzt das Senden von Statusinformationen vom aktuellen eNode-B zur MME, um einige Verbindungsparameter der Paketverbindung an den neuen eNode-B weiterleiten zu können. Auf den Handover Befehl hin unterbricht das UE die alte physikalische Verbindung und baut die neue, vorbereitete, auf. Der Handover wird nun vom UE an den neuen eNode-B bestätigt, der wiederum die entsprechende MME informiert. Der Handover ist abgeschlossen und der Datenverkehr kann über die neue Verbindung weiterfließen, die Ressourcen der alten physikalischen Verbindung zwischen eNode-B und MME werden freigegeben. Die logische Verbindung zum Kernnetz bleibt hierbei während des ganzen Vorgangs intakt. Dieser Handover über S1 wird jedoch nur verwendet, wenn keine X2 Verbindung besteht, oder der eNode-B explizit für diese Art konfiguriert ist. In allen anderen Fällen wird ein X2-Handover durchgeführt.

3.3.2 X2 Handover

Der X2-Handover besteht aus denselben grundlegenden Schritten wie der S1-Handover. Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass der Handover direkt zwischen den zwei beteiligten eNode-Bs durchgeführt wird. Der alte eNode-B entscheidet sich auf Grund der Signaldaten vom UE für den Handover. Jetzt baut der eNode-B über das X2 Interface eine Verbindung zum Ziel-eNode-B auf. Ist diese Verbin-

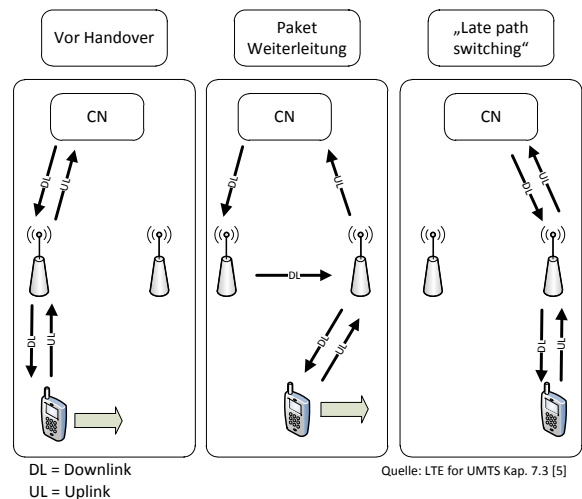


Abbildung 3: X2 Handover bei 4G

dung hergestellt, kann der andere eNode-B den Handover-Befehl zum Ziel-eNode-B an das UE geben. Das UE ist nun mit dem neuen eNode-B verbunden. Das CN weiß jedoch noch nichts von dem Handover. Deswegen sendet der alte eNode-B alle vom CN kommenden Daten über das X2 an den neuen Knoten (Vgl. Abb. 3). Die Verbindung zum CN wird erst zum Schluss erneuert, dieser Vorgang heißt Late path switching. Durch die X2 Verbindung ist ein verlustloser Handover möglich. Der alte, oder Quell-eNode-B, sendet alle IP-Daten-Pakete, die noch nicht vom UE bestätigt wurden an den Ziel-eNode-B. Dieser leitet diese dann mit höchster Priorität an das UE weiter. Da es sein kann, dass das UE einige IP-Pakete empfangen hat, jedoch die Bestätigungen hierfür nicht mehr beim Quell-eNode-B angekommen sind, muss das UE in der Lage sein doppelte Pakete zu erkennen. Der Ziel-eNode-B würde sie nämlich erneut an das UE senden, da sie vom Quell-eNode-B als unbestätigt weitergeleitet werden. In der anderen Richtung muss das UE alle Pakete, die vor dem Wechsel nicht mehr vom alten Knoten bestätigt wurden, erneut übertragen.

Neben den hier vorgestellten Handover Methoden existieren noch weitere, die dem Übergang in verschiedenartige Netze, z.B. 3G oder 2G, dienen. Diese sind ähnlich mit den genannten Methoden, unterscheiden sich jedoch natürlich in gewissen Punkten, da die Kernnetzkomponenten getauscht werden müssen. Eine genauere Beschreibung ist hier nicht vorgesehen.

4. VERGLEICH VON 3G UND 4G HANDOVER

Nicht nur der Aufbau der 3G und 4G Netze ist unterschiedlich, sondern auch die Art, wie sie die Mobilität innerhalb des Netzes sicherstellen ist anders. Beim Zellentausch ohne aktive Verbindung besteht der größte Unterschied in der Cell Reselection Prozedur, bei der in 4G nun auch die Priorisierung der Zelle beachtet wird. Dieses System wurde vor allem eingeführt, um der Entwicklung standzuhalten, dass verschiedene sog. Radio Access Technologies (RATs) im selben Netz vorhanden sind. Ein weiterer Unterscheid hier ist,

dass bei 3G Netzen das Positionsupdate bei der Zellenwahl jeweils in Bezug auf die Positionsbereiche, in die die Zellen aufgeteilt werden, als auch in Bezug auf die in Kapitel 2.2 erwähnten Routing Areas, durchgeführt werden muss. Bei 4G reicht ein Update der Tracking Area.

Beim Handover mit aktiver Verbindung ist auffällig, dass bei 4G auf die in 3G gängigen Soft Handovers ganz verzichtet wird. Dieser ist jedoch bei einem 4G Netz wegen dem verbesserten Hard Handover über X2 und vor allem dadurch nicht nötig, da man sich auf Paketvermittlungsverbindungen beschränkt. Der verlustfreie Hard Handover in 4G steht dem Soft Handover in 3G in puncto Datenverlust in nichts nach. Da jedoch beim Soft Handover mehrere Zellen gleichzeitig die Verbindung unterhalten, lassen sich schnelle Schwankungen in der Signalqualität, wie z.B. durch Bewegung in Gebäuden, reduzieren. Dies geschieht jedoch unter großem Mehraufwand.

5. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurde gezeigt, wie Handover in UMTS und EPS Netzen funktionieren. Bei UMTS wurden die Funktionsweisen des Hard und Soft Handovers vorgestellt, sowie die Zellenauswahl ohne aktive Verbindung. Ebenso wurden die entsprechenden Handover-Methoden bei aktiver und passiver Verbindung eines EPS Netzes erklärt. Man sieht wie sich die Art der Verbindungsübergabe an die Übertragungsart, nämlich die Paketvermittlung, angepasst hat.

6. LITERATUR

- [1] J. Schiller: *Mobilkommunikation*, 2., überarbeitete Auflage, ADDISON-WESLEY, 2003.
- [2] M. Sauter: *Communication Systems for the Mobile Information Society*, WILEY, 2006.
- [3] E. Dahlman, S. Parkvall, J. Sköld, P. Beming: *3G Evolution - HSPA and LTE for Mobile Broadband*, second edition, Academic Press, 2008.
- [4] M. Sauter: *Beyond 3G - Bringing Networks, Terminals And The Web Together*, WILEY, 2009.
- [5] H. Holma, A. Toskala: *LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*, WILEY, 2009.
- [6] S. Sesia: *LTE - The UMTS Long Term Evolution*, WILEY, 2009.
- [7] 3GPP Technical Specification 36.300 *E-UTRAN Overall Description; Stage 2*, v.10.0.0.