

A4.1: Allgemeine Fragen zu LTE

Die Mobilfunksysteme sind mittlerweile (Mitte 2011) in der vierten Generation angekommen und das ohne gravierende Verzögerungen, wie es bei der zweiten Mobilfunkgeneration (GSM) und insbesondere bei der dritten Generation (UMTS) der Fall war.

Die Entwicklung von neuen „Releases“ wird vom 3GPP stetig vorangetrieben. Auch in Zukunft wird dieses internationale Konsortium, dem weltweit alle großen Mobilfunkbetreiber und –hersteller angehören, eine herausragende Rolle für die Mobilkommunikation spielen.

Besonders für dünn besiedelte ländliche Gebiete ohne ausreichenden DSL–Breitbandanschluss wird LTE bereits heute (Mitte 2011) kommerziell angeboten. Nach und nach erreicht der neue Mobilfunkstandard nun aber auch die Großstädte: Nach Aussage von **telarif.de** ist Köln bereits für eine hochratige mobile Anbindung (mit 100 Mbit/s) ausgestattet und 100 weitere Städte sollen bis Ende 2011 mit der schnellen Datenverbindung versorgt werden.

Hinweis: Die Aufgabe bezieht sich auf das **Kapitel 4.1**. In der oberen Grafik sind einige LTE–relevante Begriffe angegeben. Einen direkten Bezug zur Aufgabe gibt es hier aber nicht.

SC-FDMA	3GPP	4G
OFDMA	FDD	ATIS
LTE-A	ARIB	EPS
TDD	TTA	TTC
MIMO	EPC	ETSI

© 2011 www.LNTwww.de (F. Kristl)

Fragebogen zu "A4.1: Allgemeine Fragen zu LTE"

a) Welche wichtigen Neuerungen wurden vom 3GPP im Release 8 beschrieben?

- Eine rein paketorientierte Übertragung.
- Eine hohe spektrale Effizienz.
- Optimierung der Kohärenzzeit.
- Frequenz- bzw. Bandbreitenflexibilität.
- Ein niedriger Energieverbrauch an den Basisstationen.

b) Wozu dient die Duplexlücke des LTE-Frequenzbands um 800 MHz?

- Zur Realisierung des Cyclic Prefix.
- Zum Betrieb von Funkmikrofonen.
- Zur Vermeidung von Überlagerungen zwischen einzelnen Providern.
- Zur Vermeidung von Störungen zwischen Uplink und Downlink.

c) Welche Verfahren und Techniken verwendet LTE?

- CDMA,
- OFDMA,
- CD-FDMA,
- SC-FDMA,
- MIMO.

d) Wie unterscheidet sich das 800 MHz-Band vom 2.6GHz-Frequenzband?

- Unterschiedliche Preise bei der Versteigerung.
- Im Frequenzband um 800 MHz gibt es nur gepaarte Frequenzen.
- Das Frequenzband um 2.6 GHz kann nur für FDD genutzt werden.
- Die Einsatzgebiete unterscheiden sich grundlegend.

A4.2: Aufgabe wird 2012 eingearbeitet

Fragebogen zu "A4.2: Aufgabe wird 2012 eingearbeitet"

Z4.2: MIMO–Anwendungen bei LTE

Eine der vielen Neuerungen von LTE ist die Verwendung von Mehrantennenkonzepten. Bei der unter dem Namen *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) bekannten Technologie handelt es sich allerdings nicht um eine LTE–spezifische Entwicklung. Beispielsweise nutzt auch WLAN diese Methode.

Das prinzipielle Konzept von MIMO wird in der **Grafik** auf Seite 4a dieses Kapitels verdeutlicht. Sowohl der Sender als auch der Empfänger sind hier mit mehreren Antennen ausgestattet. Damit lassen sich gleichzeitig auch mehrere Datenströme übertragen. LTE unterstützt neben *Single Input Single Output* (SISO) auch 2x2–MIMO und 4x4–MIMO im Downlink.

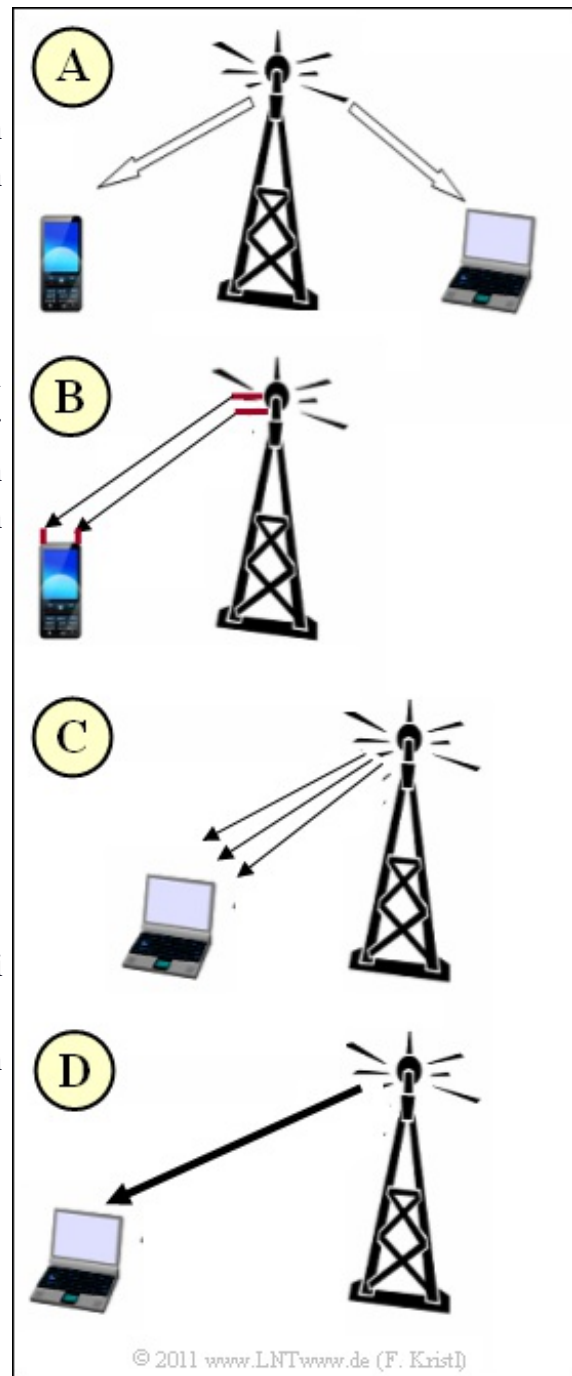
Vorteile der MIMO–Technik sind:

- ein *Diversitätsgewinn* bei mehreren Verbindungen hinsichtlich Raum, Zeit und Frequenz,
- damit auch ein *höheres Signal–to–Noise Ratio* (SNR) bei gleicher Sendeleistung, oder
- eine *geringere erforderliche Sendeleistung* bei gleichen Qualitätsanforderungen,
- schließlich eine größere Redundanz und damit ein *robusteres System*.

Meist können nicht alle Vorteile gleichzeitig ausgenutzt werden. Abhängig von der Kanalbeschaffenheit kann es auch passieren, dass man nicht einmal die Wahl hat, welchen dieser Vorteile man nutzen will.

Unter dem Namen „MIMO“ werden vier verschiedene Mehrantennenverfahren mit verschiedenen Eigenschaften zusammengefasst, die in gewissen Situationen nützlich sein können.

- Werden die weitgehend unabhängigen Kanäle eines MIMO–Systems von einem einzigen Nutzer belegt, so spricht man von **Single–User MIMO**. Dadurch erhöht sich für diesen Teilnehmer die Datenrate bei 2x2–MIMO um mehr als 70% und bei 4x4–MIMO etwa um den Faktor 3.2.
- Ziel bei **Multi–User MIMO** ist dagegen nicht die maximale Datenrate für einen Empfänger, sondern die Maximierung der Anzahl der Endgeräte, die gleichzeitig das Netz nutzen können. Dabei werden verschiedene Datenströme zu unterschiedlichen Nutzern übertragen.
- Von **Beamforming** spricht man dann, wenn im Falle von schlechten Übertragungsbedingungen die Sendeleistung mehrerer Antennen gebündelt und so gezielt Daten zu einem Teilnehmer übertragen werden, um dessen Empfangsqualität zu verbessern.
- Mit Hilfe von **Antennendiversität** erhöht man die Redundanz und gestaltet so die Übertragung



robuster gegenüber Störungen. Gibt es zum Beispiel vier Kanäle, so übertragen diese bei dieser Anwendung alle die gleiche Nachricht. Fällt irgendwann ein Kanal aus, so sind immer noch drei Kanäle vorhanden, die die Nachricht transportieren können.

Hinweis: Die Aufgabe gehört zum Themengebiet von **Kapitel 4.2**. In der nebenstehenden Grafik sind die oben aufgeführten MIMO–Anwendungen durch stark vereinfachende Schaubilder verdeutlicht. In der Teilaufgabe a) sollen Sie die einzelnen Anwendungen den Skizzen zuordnen.

Fragebogen zu "4.2: MIMO–Anwendungen bei LTE"

a) Welche Skizzen stehen für welche der bei LTE eingesetzten MIMO–Methoden?

- Skizze A verdeutlicht Multi–User MIMO.
- Skizze C verdeutlicht Multi–User MIMO.
- Skizze B verdeutlicht Antennendiversität.
- Skizze D verdeutlicht Antennendiversität.

b) Welche Vorteile können durch MIMO–Antennentechnik erreicht werden?

- Ein Diversitätsgewinn,
- Verminderung der Interzellinterferenzen,
- Verminderung der Intersymbolinterferenzen,
- ein größeres Signal–to–Noise–Ratio (SNR),
- eine robustere Systemrealisierung.

c) Welche Arten von Diversitäten nutzt MIMO zur Qualitätssteigerung?

- Interferenzdiversität,
- Raumdiversität,
- Zeitdiversität,
- Rayleigh–Diversität,
- Frequenzdiversität.

d) Welche konkreten Vorteile ergeben sich für LTE durch MIMO?

- Höhere Datenraten für einzelne Nutzer,
- größere Reichweiten der Basisstationen,
- ein geringerer Energieverbrauch an den Basisstationen,
- ein geringerer Energieverbrauch bei den Endgeräten,
- verbessertes Quality–of–Service (QoS),
- eine größere Anzahl gleichzeitiger Nutzer.

A4.3: Aufgabe wird 2012 eingearbeitet

Buch: **Mobile Kommunikation**
Kapitel: **4 LTE Long Term Evolution**

Lernutorial LNTwww (online unter www.lntwww.de)
Abschnitt: **4.3 Die Anwendung von OFDMA und SC-FDMA in LTE**

Fragebogen zu "A4.3: Aufgabe wird 2012 eingearbeitet"

A4.4: Aufgabe wird 2012 eingearbeitet

Buch: **Mobile Kommunikation**
Kapitel: **4 LTE Long Term Evolution**

Lerntutorial LNTwww (online unter www.lntwww.de)
Abschnitt: **4.4 Bitübertragungsschicht bei LTE**

Fragebogen zu "A4.4: Aufgabe wird 2012 eingearbeitet"

A4.5: LTE vs. LTE-Advanced

Im Sommer 2011 steht nun LTE kurz vor der kommerziellen Nutzung und in immer mehr Großstädten wird derzeit mit dem Auf- und Ausbau begonnen. Auch wenn – ähnlich wie bei vorherigen Standards – noch einige Zeit vergehen wird, bis alle Interessenten die Vorzüge dieses Mobilfunksystems der vierten Generation werden nutzen können: **LTE** ist auf dem Vormarsch.

Gleichzeitig ist bereits der Nachfolger **LTE-Advanced** (kurz LTE-A) in der Endphase der Spezifizierung angekommen. Im Vergleich zu LTE werden hier die Geschwindigkeiten grob gesprochen mehr als verdreifacht. Dies zeigt, dass sich auch im Jahr 2011 – fast 20 Jahre nach der ersten Euphorie – *Moore's Law* noch auf den Mobilfunk anwenden lässt. Mit einer kontinuierlichen technischen Weiterentwicklung ist zu rechnen.

Hinweis: Die Aufgabe gehört zu **Kapitel 4.5**. Bezug genommen wird außer auf LTE und LTE-A auch auf andere neuere Standards wie WiMAX und UMB. In der Grafik sind einige der Neuerungen beim Übergang von LTE auf LTE-Advanced zusammengestellt.

Neues bei LTE-A gegenüber LTE

- **Höhere Bitraten; im DL bis 1 Gbit/s bei geringer Bewegung**
- **Es werden Bandbreiten bis 100 MHz unterstützt (vorher 20 MHz)**
- **Verbesserungen im Ablauf der SC-FDMA-Übertragung**
- **Bessere Versorgung an den Zellengrenzen durch *Relay Nodes***
- **Neues Feature: *Coordinated Multiple Point Transmission and Reception***
- **Deutlich höhere spektrale Effizienz: 30 bit/s/Hz (DL), 15 bit/s/Hz (UL)**

© 2011 www.LNTwww.de

Fragebogen zu "A4.5: LTE vs. LTE-Advanced"

a) Welche Standards stehen in direkter Konkurrenz zu LTE bzw. LTE-A?

- LTE-B,
- LTE2,
- WiMAX,
- UMB,
- W-CDMA.

b) Was soll mit den *Relay Nodes* in LTE-Advanced erreicht werden?

- Ein besseres QoS (*Quality of Service*).
- Höhere Übertragungsraten in der Nähe der Basisstationen.
- Ein besseres Handover zwischen den einzelnen Zellen.
- Eine größere Redundanz durch mehrfache gleichzeitige Übertragung.
- Eine Erhöhung der Reichweite der Zellen.

c) Warum werden die theoretisch möglichen Datenraten praktisch nicht erreicht?

- Die Spezifizierung war zu optimistisch.
- Viele gleichzeitige Nutzer führen zu einer Degradation.
- Einfluss von Abschirmungen durch Gebäude, etc.
- Die verfügbare Hardware bremst das theoretisch schnelle Netz aus.
- Es gibt Probleme mit der Umsetzung von Sprachverbindungen.

d) Worin liegt das Potential von WiMAX und dessen Nachfolger?

- Es bietet große Reichweiten und hohe Datenraten gleichermaßen.
- WiMAX ist noch schneller als LTE bzw. LTE-Advanced.
- WiMAX wird durch die Bundesregierung besonders unterstützt.
- WiMAX ist eine Alternative zu WLAN.