

# **Frequenzverteilungsuntersuchung**

## **der möglichen Flexibilisierung im 900/1800 MHz Band**

Wissenschaftliches Gutachten mit ökonomisch-frequenztechnischem Schwerpunkt

im Auftrag der

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen

Christoph Mecklenbräuer, Peter Gaigg

Technische Universität Wien

Ernst-Olav Ruhle, Wolfgang Reichl, Helmut Malleck, Martin Lundborg

SBR Juconomy Consulting AG

Ernst Georg Berger, SBR Rechtsanwälte

Abschlussbericht vom 25. März 2011

Institut für Telekommunikation (ITC)  
Univ. Prof. Dr.-Ing. Christoph F. Mecklenbräuer  
Technische Universität Wien  
Gusshausstraße 25/389, 1040 Wien, Österreich  
T: +43 (1) 58801-38901  
F: +43 (1) 58801-38999  
E: christoph.mecklenbraeuer@tuwien.ac.at  
W: <http://www.nt.tuwien.ac.at/>

SBR Juconomy Consulting AG  
Nordstraße 116, 40477 Düsseldorf, Deutschland  
Parkring 10/1/1, 1010 Wien, Österreich  
T: +49 (211) 68 78 88-0  
F: +49 (211) 68 78 88-33  
E: ruhle@sbr-net.com  
W: <http://www.sbr-net.com/>

**INHALTSANGABE**

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>6</b>
1.1	Aufgabenstellung .....	6
1.2	Situation der Frequenzuteilungen in Deutschland.....	8
1.3	Flächenspektrum vs. Kapazitätsspektrum .....	13
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>16</b>
2.1	Deutsche Zusammenfassung.....	16
2.2	English Summary .....	18
<b>3</b>	<b>Teil 1: Beantwortung der spezifischen Fragen der BNetzA .....</b>	<b>20</b>
3.1	Frage 1 .....	20
3.2	Frage 2 .....	31
3.2.1	Welche Kennzahlen sind aussagekräftig? .....	31
3.2.1.1	Konsultation Mobilfunkterminierung.....	32
3.2.1.2	Stellungnahmen zum Impulspapier .....	36
3.2.2	Quantifizierung frequenzbedingter Ausstattungsunterschiede .....	43
3.2.2.1	Technologieentwicklung .....	43
3.2.2.2	Welches Frequenzband werden die Netzbetreiber verwenden? .....	46
3.2.2.3	Szenarien für das Zugangsnetz.....	49
3.2.3	Parameter für den Netzausbau .....	51
3.2.3.1	Netzausbau für Flächendeckung.....	52
3.2.3.2	Netzausbau für Kapazität .....	53
3.2.4	Kalkulation der Auswirkungen der Frequenzausstattung .....	56
3.2.5	Bewertung der Szenarien .....	60
3.2.6	Auswirkungen von Kapazitätsanforderungen .....	65
3.2.7	Sensitivitätsbetrachtungen .....	69
3.2.8	Vergleichsbetrachtungen aus dem Ausland .....	71
3.2.9	Differenzierung durch unterschiedliche Geschäftsmodelle .....	79
3.3	Frage 3 .....	83
3.4	Frage 4 .....	91
3.4.1	Technologiewechsel.....	91
3.4.2	Koexistenz GSM900/UMTS900/LTE900 .....	99
3.5	Frage 5 .....	104
<b>4</b>	<b>Teil 2: Internationaler Vergleich .....</b>	<b>109</b>
4.1	Einleitung .....	109
4.2	Vergleichsländer und zentrale Erkenntnisse des Vergleichs.....	110
4.2.1	Länderauswahl und Methode .....	110

4.2.2	Irland.....	111
4.2.2.1	900 MHz Band .....	111
4.2.2.2	1800 MHz Band .....	113
4.2.3	Großbritannien .....	115
4.2.4	Frankreich .....	118
4.2.5	Finnland .....	128
4.2.6	Schweden .....	129
4.2.7	Italien .....	132
4.3	Zusammenfassung zum internationalen Vergleich .....	137
<b>5</b>	<b>Referenzen / Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>141</b>
5.1	Referenzen .....	141
5.2	Abkürzungsverzeichnis .....	146

### ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Frequenzzuteilungen im 900 MHz Band .....	10
Abbildung 2:	Frequenzzuteilungen im 1800 MHz Band .....	10
Abbildung 3:	Frequenzzuteilungen im 2100 MHz Band .....	11
Abbildung 4:	Verteilung des Flächenspektrums (800 und 900 MHz).....	14
Abbildung 5:	Vergleich von festem und mobilem Breitband .....	29
Abbildung 6:	Asymmetrien im Wettbewerb aus Sicht von E-Plus.....	33
Abbildung 7:	Entwicklung der Verbraucherpreise und Marktanteile .....	34
Abbildung 8:	Beispiel für Deprival Value von Spektrum .....	36
Abbildung 9:	Zusammenhang zwischen Infrastrukturkosten und Frequenzband .....	37
Abbildung 10:	Entwicklung zu 4G .....	45
Abbildung 11:	Methode zur Feststellung von ökonomisch-frequenztechnischen Nachteilen ..	51
Abbildung 12:	Trade-off zwischen Frequenzkosten und Netzkosten.....	57
Abbildung 13:	Ergebnis der Auktion im Frühjahr 2010 .....	58
Abbildung 14:	Erlöse – Ergebnis der Frequenzversteigerung 2010 .....	59
Abbildung 15:	Anzahl Basisstationen für eine Bevölkerungsabdeckung von 98 %.....	61
Abbildung 16:	Kosten für das Zugangsnetz bei Netzabdeckung .....	62
Abbildung 17:	Vergleich der Gesamtkosten (Frequenzkosten und Netzkosten) für Netzabdeckung .....	63
Abbildung 18:	Vergleich der Basisstationen für Flächendeckung und Kapazität .....	66
Abbildung 19:	Netzkosten für Kapazität.....	67
Abbildung 20:	Vergleich der Gesamtkosten (Frequenzkosten und Netzkosten) für Kapazität	67
Abbildung 21:	Variation des Datenvolumens .....	69

Abbildung 22: Entwicklung der spektralen Effizienz.....	70
Abbildung 23: Kostendifferenz zwischen Netzausbau in Deutschland mit Flächen- und Kapazitätsspektrum.....	76
Abbildung 24: Kostendifferenz für geänderte Annahmen.....	77
Abbildung 25: Einfluss der geänderten Annahmen.....	78
Abbildung 26: Marktsegmente in Abhängigkeit von Nutzungspräferenz.....	79
Abbildung 27: Vergleich Sprachverkehrsvolumen vs. Datenvolumen im Mobilfunk.....	92
Abbildung 28: Nutzung mobiler Dienste in 2010 in Deutschland.....	93
Abbildung 29: Energieverbrauch UMTS vs. GSM.....	98
Abbildung 30: Koexistenz und Migration GSM 900/UMTS 900/LTE 900.....	99
Abbildung 31: Schutzbänder zwischen UMTS900/GSM900 im unkoordinierten Betrieb.....	100
Abbildung 32: Schutzbänder zwischen UMTS900/GSM900 im koordinierten Betrieb.....	100
Abbildung 33: CAPEX/OPEX Reduzierung durch Infrastruktur-Sharing.....	102
Abbildung 34: Frequenzzuteilung im 900 MHz Bereich und Lizenzlaufzeiten in Irland.....	112
Abbildung 35: Derzeitige Spektrumsverteilung im 1800 MHz Frequenzbereich und Lizenzlaufzeiten in Irland.....	114
Abbildung 36: Frequenzzuteilung in Großbritannien.....	116
Abbildung 37: Frequenzzuteilung im 900 MHz Band in Frankreich.....	120
Abbildung 38: Detaillierte Frequenzzuteilung im 900 MHz Band in Frankreich.....	121
Abbildung 39: Frequenzzuteilung im 1800 MHz Band in Frankreich.....	121
Abbildung 40: Detaillierte Frequenzzuteilung im 1800 MHz Band in Frankreich.....	122
Abbildung 41: Frequenzzuteilung im 2100 MHz Band sowie freies Band für Markteinsteiger in Frankreich.....	122
Abbildung 42: Mögliche Frequenzzuteilung im 900 MHz Band bei Markteintritt eines vierten Betreibers in Frankreich.....	123
Abbildung 43: Mögliche detaillierte Frequenzzuteilung im 900 MHz Band bei Markteintritt eines vierten Betreibers in Frankreich.....	123
Abbildung 44: Mögliche Frequenzzuteilung im 900 MHz, 1800 MHz und 2,1 GHz Band nach Frequenzzuteilung an einen vierten Betreiber (Free Mobile).....	125
Abbildung 45: Frequenzzuteilung im 900 MHz Band per 26. April 2010 nach Ausstellung der Frequenzzuteilungsurkunde des vierten Betreibers (Free Mobile) in Frankreich.....	126
Abbildung 46: Frequenzzuteilung im 1800 MHz Band per 26. April 2010 nach Ausstellung der Frequenzzuteilungsurkunde des vierten Betreibers (Free Mobile) in Frankreich.....	127
Abbildung 47: Frequenzzuteilung im 2000 MHz Band per 26. April 2010 nach Ausstellung der Frequenzzuteilungsurkunde des vierten Betreibers (Free Mobile) in Frankreich.....	127

## 1 Einleitung

### 1.1 Aufgabenstellung

Die Bundesnetzagentur (im Folgenden „BNetzA“) hat im Herbst 2010 ein wissenschaftliches Gutachten mit ökonomisch-frequenztechnischem Schwerpunkt zur Frequenzverteilungsuntersuchung der Flexibilisierung im 900/1800 MHz Band ausgeschrieben und in Auftrag gegeben. Mit diesem Endbericht schließen das Institut für Telekommunikation (im Folgenden "ITC") der Technischen Universität Wien gemeinsam mit SBR Juconomy Consulting AG und SBR Rechtsanwälte (im Folgenden "SBR") das wissenschaftliche Gutachten ab, das im Zeitraum November 2010 bis März 2011 erstellt wurde.

Grundlage des Gutachtensauftrags ist der Artikel 1, Absatz 2 der geänderten GSM-Richtlinie 2009/114/EG.<sup>1</sup> Demnach ist bei der Umsetzung der „GSM-Änderungsrichtlinie“ zu untersuchen, ob aufgrund der bestehenden Zuteilung des 900 MHz Bandes an die Mobilfunknetzbetreiber Wettbewerbsverzerrungen auf den betreffenden Mobilfunkmärkten wahrscheinlich sind. Ist dies der Fall, so sind diese zu beheben, soweit dies gerechtfertigt und verhältnismäßig ist.

Zur Bearbeitung dieser Aufgabenstellung werden in der Leistungsbeschreibung konkrete Fragen gestellt<sup>2</sup>, die im ersten Teil des wissenschaftlichen Gutachtens beantwortet werden:

**Frage 1:** Welchen Einfluss haben Wettbewerber, die nicht selbst über Frequenznutzungsrechte in den berücksichtigten Frequenzbereichen verfügen, auf die Wettbewerbssituation der betroffenen Netzbetreiber?

**Frage 2:** Bestehen objektive ökonomisch-frequenztechnische Nachteile aufgrund der Frequenzzuteilungen? Welche Kennzahlen sind aussagekräftig?

**Frage 3:** Bedarf es zur Sicherstellung einer diskriminierungsfreien und effizienten Verwaltung der öffentlichen Ressource Funkfrequenz einer mengensymmetrischen Verteilung der Frequenzen?

---

<sup>1</sup> [GSM-Änderungsrichtlinie]

<sup>2</sup> Diese Fragen wurden (gemeinsam mit weiteren Fragen) auch in einem Impulspapier der BNetzA im Herbst 2010 mit dem Markt konsultiert. Das Impulspapier und die Stellungnahmen hat die BNetzA veröffentlicht, siehe [BNetzA Frequenzverteilungsuntersuchung].

**Frage 4:** Wie lange werden GSM-Systeme und in welchem Umfang bei 900 MHz voraussichtlich eingesetzt?

**Frage 5:** Ist der Parallelbetrieb von GSM-Systemen und breitbandigen Systemen (UMTS, LTE) im Frequenzband 900 MHz durch ein und denselben Netzbetreiber wettbewerblich objektiv notwendig?

Der zweite Teil der hier vorliegenden gutachterlichen Untersuchung ist ein internationaler Vergleich hinsichtlich der genannten fünf Fragen. Dieser diskutiert, welche Lösungsmöglichkeiten es gibt<sup>3</sup>, untersucht mögliche Umsetzungsmaßnahmen und betrachtet gegebenenfalls eingeleitete Verfahren in ausgewählten Ländern der Europäischen Union.

---

<sup>3</sup> Wir beziehen diese Frage auf den Umgang mit festgestellten möglichen oder vermuteten Wettbewerbsverzerrungen, die sich auf die Verteilung der Frequenzen bzw. die Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte zurückführen lassen.

## 1.2 Situation der Frequenzuteilungen in Deutschland

Um sich mit den gestellten Fragen auseinander zu setzen bedarf es eines Verständnisses der gegenwärtigen Situation der Frequenzallokation sowie der bisherigen Schritte der Frequenzvergabe aus regulatorischer Perspektive. Diese Grundlagen sind in Positionspapieren und strategischen Überlegungen, die die BNetzA in den letzten Jahren veröffentlicht hat, dokumentiert.<sup>4</sup> Die aktuelle Frequenzuteilungssituation ist über die letzten 21 Jahre wie folgt entstanden. Sie wird nachfolgend zum leichteren Verständnis der weiteren Untersuchung kurz zusammengefasst:

- **Schritt 1 (S1):**

Die erste GSM-Lizenz wurde im Jahr 1990 an die Deutsche Bundespost Telekom, heute Telekom Deutschland GmbH (im Folgenden "Telekom Deutschland") vergeben. Nach Abschluss eines Ausschreibungsverfahrens erhielt Mannesmann Mobilfunk GmbH, heute Vodafone D2 GmbH (im Folgenden "Vodafone"), am 15. Februar 1990 die zweite Lizenz. Die ursprüngliche Frequenzuteilung für Telekom Deutschland und Vodafone im 900 MHz Band besteht bis zum heutigen Zeitpunkt.

- **Schritt 2 (S2):**

Die „E1-Lizenz“ wurde am 4. Mai 1993 im Rahmen eines Ausschreibungsverfahrens an E-Plus Mobilfunk GmbH (im Folgenden "E-Plus") vergeben. E-Plus erhielt zu diesem Zeitpunkt 2 x 15 MHz Spektrum (gepaart) im 1800 MHz Band.

- **Schritt 3 (S3):**

Am 15. Mai 1997 wurde die „E2-Lizenz“ im Rahmen eines Ausschreibungsverfahrens an den einzigen Antragsteller die E2 Mobilfunk GmbH & Co. KG, heute Telefónica O<sub>2</sub> Germany GmbH & Co. OHG (im Folgenden "Telefónica") vergeben. Telefónica erhielt 2 x 22,4 MHz Spektrum (gepaart) im 1800 MHz Band. Gleichzeitig wurde zusätzliches Spektrum an E-Plus vergeben, so dass beide Netzbetreiber über die gleiche Frequenzausstattung im 1800 MHz Band verfügten.

- **Schritt 4 (S4) – Ergänzungsspektrum im 1800 MHz Band:**

Im Jahr 1999 wurde Ergänzungsspektrum im 1800 MHz Band zur Versteigerung gebracht. Zur Teilnahme wurden nur die vier am Markt tätigen Netzbetreiber zugelassen. Telekom Deutschland und Vodafone ersteigerten dieses Spektrum zu annähernd gleichen Teilen (2 x 5 bzw. 2 x 5,4 MHz (gepaart)).

---

<sup>4</sup> Vgl. [http://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1912/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/Telekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/oeffentlichermobilfunk\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/Telekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/oeffentlichermobilfunk_node.html)



- **Schritt 5 (S5) – UMTS Versteigerung:**  
Für UMTS haben alle vier Mobilfunkbetreiber im Jahr 2000 Spektrum von 2 x 9,9 MHz (gepaart) erworben.
- **Schritt 6 (S6) – GSM-Konzept:**  
Im Jahr 2005 wurde das E-GSM Spektrum (bestehend aus 2 x 10 MHz (gepaart) im 900 MHz Band) verfügbar. Entsprechend dem GSM-Konzept<sup>5</sup> wurde dieses Spektrum den beiden E-Netz Betreibern zur Verfügung gestellt, um einen Ausgleich der unterschiedlichen Frequenzausstattungen und damit chancengleichen und nachhaltigen Wettbewerb im GSM-Mobilfunk im Sinne des § 2 Abs. 2 Nr. 2 TKG zu erreichen. Da zur Angleichung der frequenzregulatorischen Rahmenbedingungen im Hinblick auf die Sicherstellung chancengleichen Wettbewerbs eine mengenmäßige Erhöhung der Frequenzkapazitäten nicht erforderlich war, wurde für E-Plus und Telefónica eine Räumung von 2 x 5 MHz (gepaart) im 1800 MHz Band angeordnet. Teil des GSM-Konzepts war auch die Angleichung der Restlaufzeiten der GSM-Netzbetreiber bis 31.12.2016.
- **Schritt 7 (S7) – Flexibilisierungsentscheidung:**  
Am 12. Oktober 2009 wurde durch die Flexibilisierungsentscheidung der BNetzA die Beschränkung des 900 und 1800 MHz Bandes auf GSM-Technologie prinzipiell aufgehoben.<sup>6</sup> Auf Antrag und nach Maßgabe der geänderten GSM-Richtlinie sollen die GSM-Frequenznutzungsrechte schnellstmöglich flexibilisiert werden. Ende 2008 sowie Mitte 2009 wurden dazu Anhörungen durchgeführt.
- **Schritt 8 (S8) – Frequenzversteigerung 2010:**  
Vom 12. April bis zum 20. Mai 2010 hat bei der BNetzA die Versteigerung der Frequenzen in den Bereichen 800 MHz, 1,8 GHz, 2,1 GHz und 2,6 GHz für den drahtlosen Netzzugang zum Angebot von Telekommunikationsdiensten stattgefunden. Nach dem Abschluss der Versteigerung stehen E-Plus weitere 2 x 10 MHz (gepaart) und Telekom Deutschland weitere 2 x 15 MHz (gepaart) im 1800 MHz Band zur Verfügung. Im 800 MHz Band haben Telekom Deutschland, Vodafone und Telefónica jeweils 2 x 10 MHz (gepaart) an Spektrum erworben, E-Plus hat in diesem Frequenzbereich kein Spektrum ersteigert.
- **Schritt 9 (S9) – Frequenzverteilungsuntersuchung:**  
Gemäß GSM-Änderungsrichtlinie war zu untersuchen, ob aufgrund der bestehenden Zuteilung des 900 MHz Bandes an die Mobilfunknetzbetreiber Wettbewerbsverzerrungen wahrscheinlich sind. Die BNetzA hat im September 2010 ein Impulspapier<sup>7</sup> dazu veröffentlicht und dieses konsultiert.

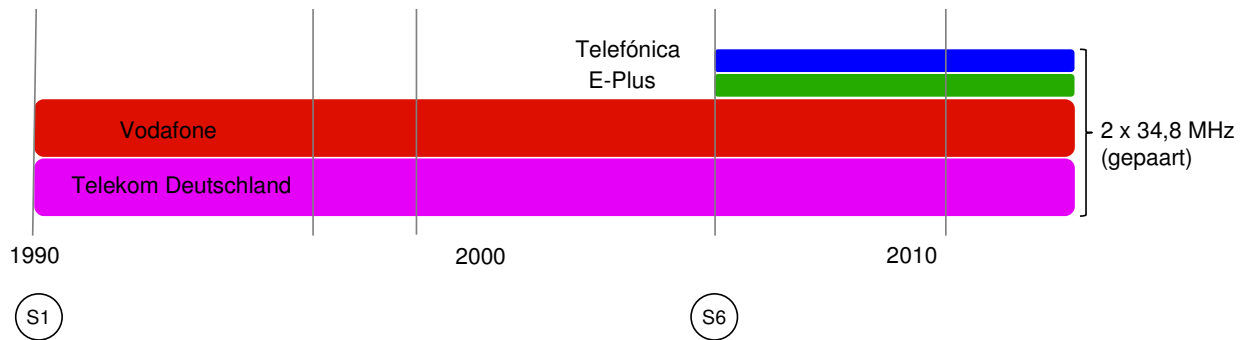
---

<sup>5</sup> Siehe [BNetzA GSM –Konzept]

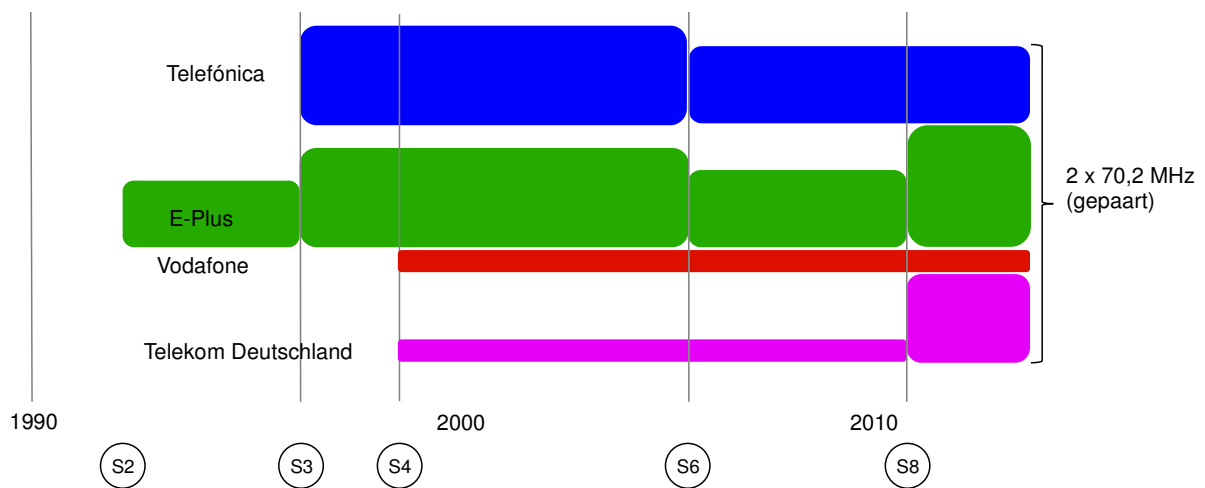
<sup>6</sup> Siehe [BNetzA Flexibilisierungsentscheidung]

<sup>7</sup> Siehe [BNetzA Frequenzverteilungsuntersuchung]

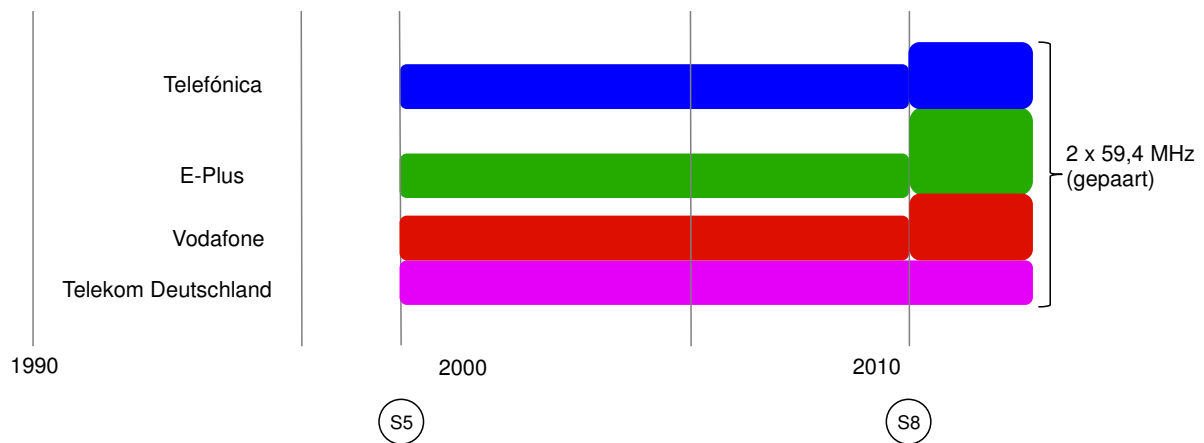
Den vier Netzbetreibern in Deutschland stehen heute unterschiedliche Frequenz-  
ausstattungen zur Verfügung. Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen die Markteintrittszeitpunkte der  
Netzbetreiber und die Frequenzzuteilungen im 900 und 1800 MHz Band seit 1990. Die Höhe  
der Balken entspricht der Menge an gepaartem Spektrum (in MHz).



**Abbildung 1: Frequenzzuteilungen im 900 MHz Band**



**Abbildung 2: Frequenzzuteilungen im 1800 MHz Band**



**Abbildung 3: Frequenzzuteilungen im 2100 MHz Band**

Im Mai 2010 ersteigerten Vodafone und Telefónica je 2 x 4,95 MHz und E-Plus 2 x 9,9 MHz jeweils gepaartes Spektrum im 2100 MHz Band. Des Weiteren wurde 2 x 70 MHz gepaartes Spektrum im 2600 MHz Band vergeben.<sup>8</sup> Im Mai 2010 wurde auch das Frequenzspektrum der sog. „Digitalen Dividende“ dem Mobilfunk zur Verfügung gestellt. Im Verfahren wurden an Telekom Deutschland, Vodafone und Telefónica je 2 x 10 MHz Spektrum (gepaart) im 800 MHz Band mittels Auktion vergeben.

Wir betrachten hier nur gepaartes Spektrum, da dies heute primär für Mobilfunk eingesetzt wird. Endgeräte zu ungepaartem Spektrum sind von einigen wenigen Herstellern am Markt verfügbar, aber die Akzeptanz im deutschsprachigen Raum ist bislang sehr gering.

<sup>8</sup> Siehe [BNetzA Frequenzvergabe 2010]

Tabelle 1 zeigt die aktuellen Nutzungsrechte in den verschiedenen Frequenzbändern hinsichtlich gepaarten Spektrums:

Frequenzausstattung (MHz)	Telekom Deutschland	Vodafone	Telefónica	E-Plus
800 MHz Band	2 x 10	2 x 10	2 x 10	-
900 MHz Band	2 x 12,4	2 x 12,4	2 x 5	2 x 5
1800 MHz Band	2 x 20	2 x 5,4	2 x 17,4	2 x 27,4
2100 MHz Band	2 x 9,9	2 x 14,85	2 x 14,85	2 x 19,8
2600 MHz Band	2 x 20	2 x 20	2 x 20	2 x 10

**Tabelle 1: Vergebene Frequenzbänder Ende 2010 (gepaartes Spektrum)**

Die grundlegende Frage dieses Gutachtens ist, ob sich aus der bestehenden Frequenzverteilung im 900 MHz Band ökonomisch-frequenztechnische Nachteile ergeben. Frage 3 geht insbesondere darauf ein, ob eine mengensymmetrische Verteilung im Sinne einer effizienten und diskriminierungsfreien Verwaltung notwendig wäre.

Die Geschichte der Frequenzzuteilungen enthält Elemente, die eine Mengensymmetrie fördern aber auch solche, die eher eine unsymmetrische Verteilung begünstigen. Die wesentlichste Form der Frequenzvergabe sind Versteigerungen nach offenen, objektiven, transparenten und diskriminierungsfreien Verfahren. Diese Verfahren können per se zu asymmetrischen Ergebnissen führen, da sie einen Wettbewerb um eine knappe Ressource darstellen.

Frequenzvergaben sind unter anderem durch den Bedarf determiniert. Bei der Marktöffnung zu Beginn der 1990er-Jahre war das rasante Wachstum des Mobilfunks nicht absehbar, ebensowenig wie die Anzahl möglicher Marktteilnehmer und ihre Geschäftsmodelle. Mit der Verfügbarkeit des 1800 MHz Bandes und der Steigerung der Nachfrage konnten weitere Netzbetreiber (E-Netz) in den Markt aufgenommen werden. Die "optimale" Anzahl der Marktteilnehmer kann aber ex-ante nicht determiniert werden. Während der Marktöffnungsphase (Schritte 1 bis 3) wurde auf eine gleichmäßige Frequenzzuteilung geachtet, allerdings teilten sich je zwei Netzbetreiber die Ressourcen im 900 MHz Band und im 1800 MHz Band. Mit der Verfügbarkeit des E-GSM Spektrums wurde ein Ausgleich herbeigeführt, ohne dass in die

bestehenden Rechte der Mobilnetzbetreiber im 900 MHz Band eingegriffen werden musste (Schritt 6).

Die Vergabe von Frequenzen findet unter sich ändernden Rahmenbedingungen statt. Zu Beginn der 1990er-Jahre waren die Schwerpunkte Sprachtelefonie und GSM-Technologie. Um einen gemeinsamen Markt zu fördern, war die Nutzung der 900 MHz Frequenzen für GSM-Technologie gewidmet. Für UMTS wurde im Jahr 2000 ein eigenes Frequenzband im 2100 MHz Bereich vorgesehen. Erst in den letzten Jahren hat sich ein Wandel von Sprache zu Datendiensten vollzogen. Damit einher geht die Flexibilisierung der Technologie in den einzelnen Frequenzbereichen.

Die BNetzA hat mit 12. Oktober 2009 entschieden, die GSM Frequenznutzungsrechte (900 und 1800 MHz) auf Antrag und nach Maßgabe der GSM-Änderungsrichtlinie schnellstmöglich zu flexibilisieren. Gleichzeitig wurde entschieden, die UMTS/IMT-2000 Frequenznutzungsrechte auf Antrag schnellstmöglich zu flexibilisieren. Dazu wurden bisher folgende Anträge gestellt und auch genehmigt:

- E-Plus hat einen Antrag für Flexibilisierung des 900 MHz Bandes für 25 Standorte gestellt.
- Telekom Deutschland hat die Flexibilisierung von 2 x 5 MHz (gepaart) im 1800 MHz Band und die Verbindung mit dem im Mai 2010 erworbenen Spektrum beantragt.

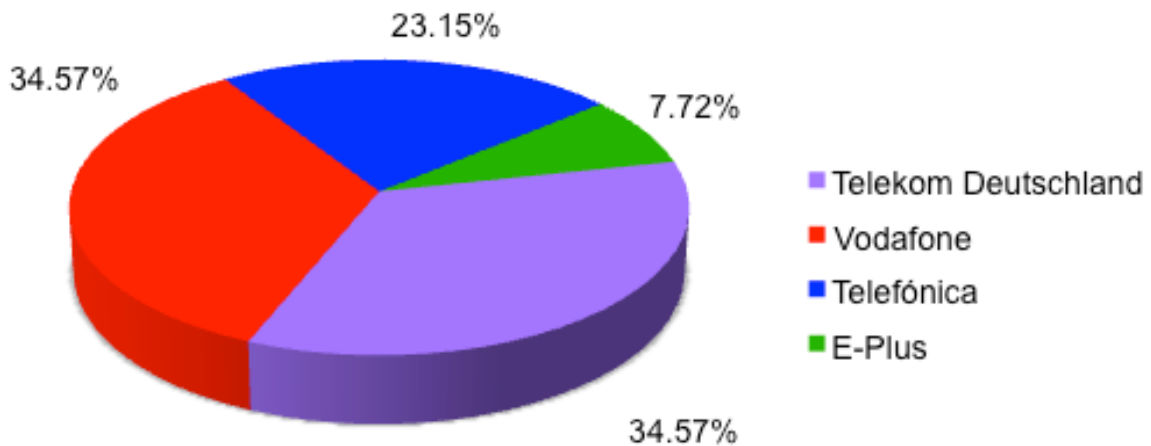
Die Frequenznutzungsrechte der Vergabe 2010 wurden bereits von Anfang an flexibel ausgestaltet.

Jede Änderung bestehender Frequenznutzungsrechte kann einen Eingriff in bestehende Rechte darstellen, zumindest aber eine Veränderung der Wettbewerbsposition aufgrund einer Änderung der zur Verfügung stehenden Produktionsfaktoren und ist daher sorgfältig gegen den Nutzen für die Wettbewerbssituation abzuwägen. Marktteilnehmer benötigen Rechtssicherheit, um langfristig Investitionen planen und durchführen zu können.

### **1.3 Flächenspektrum vs. Kapazitätsspektrum**

Aus internationalen Vergleichen sieht man, dass das für den Mobilfunk verwendete Spektrum in einen Bereich unter 1 GHz (sogenanntes Flächenspektrum) und einen Bereich über 1 GHz (sogenanntes Kapazitätsspektrum) eingeteilt werden kann. Diese Bereiche haben unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen, was dazu führt, dass für eine flächendeckende

Versorgung mit Spektrum über 1 GHz etwa 2 bis 3 mal so viele Basisstationen benötigt werden, wie für eine Versorgung mit Spektrum unterhalb 1 GHz. Die Versorgung mit Flächenspektrum (800 und 900 MHz Band) ist in Deutschland unsymmetrisch, wie in Abbildung 4 gezeigt wird:



**Abbildung 4: Verteilung des Flächenspektrums (800 und 900 MHz)**

Dies könnte einen Einfluss auf die Wettbewerbsposition einzelner Anbieter haben und es ist zu untersuchen, ob die bestehende Verteilung des Spektrums ggf. eine Ursache von Wettbewerbsverzerrungen sein könnte. Dazu ist einerseits zu bewerten, ob solche Wettbewerbsverzerrungen tatsächlich bestehen und andererseits, ob die Frequenzverteilung dafür als Ursache anzusehen ist. Sofern beide Fragen bejaht würden, ist die Frage nach möglichen regulatorischen Maßnahmen und Eingriffen zu stellen.

Frage 1 steckt den Rahmen der Untersuchungen ab und analysiert, ob die weiteren Untersuchungen auf jene Mobilfunkbetreiber eingeschränkt werden kann, die Frequenznutzungsrechte haben bzw. ob und inwieweit Unternehmen, die nicht über Frequenznutzungsrechte verfügen, zum Wettbewerb am Markt beitragen können.

Frage 2 stellt den Kernpunkt der Untersuchungen dar. Hier geht es insbesondere um ökonomisch-frequenztechnische Kennzahlen, mit denen eine Wettbewerbsverzerrung gemessen werden könnte. Relevant sind hierfür Kennzahlen, die ökonomische und frequenztechnische Aspekte verbinden. Dazu werden in diesem Gutachten die unterschiedlichen Kosten des Netzausbaus herangezogen. Es wird also untersucht, ob die Kostenvorteile des Ausbaus

eines mobilen Breitbandnetzes mit Flächenspektrum durch die höheren Frequenzkosten kompensiert werden oder ob ein Netzbetreiber, der kein Flächenspektrum besitzt, einen objektiven wettbewerblichen Nachteil hat.

Frage 3 betrachtet die frequenzsymmetrische Verteilung aus Sicht der Regulierungsziele. Kernaspekte dabei sind eine diskriminierungsfreie und effiziente Verwaltung der öffentlichen Ressource Frequenz.

Die Fragen 4 und 5 gehen detaillierter auf die Flexibilisierung des 900/1800 MHz Bandes ein. Für die Beurteilung der Relevanz der Flexibilisierung des 900 MHz Bandes ist es von wesentlicher Bedeutung, wie lange GSM-Technologie noch zum Einsatz kommen wird. Wenn bereits heute ein Rückgang der Nutzer von GSM-Technologie zu beobachten wäre, so hätte die Flexibilisierung höhere Relevanz. Wenn allerdings ein weiterer Anstieg von GSM-Sprachtelefonie zu beobachten ist, so stehen keine GSM-Frequenzen für Nutzung durch andere Technologie zur Verfügung. Ein wesentlicher Einflussfaktor ist die Entwicklung des mobilen Breitbands.

Frage 5 schließt eine Beurteilung an, ob Parallelbetrieb von GSM und UMTS im 900 MHz Band wettbewerblich objektiv notwendig ist.

Im zweiten Teil (internationaler Vergleich) wird die Situation in anderen europäischen Ländern betrachtet.

## 2 Zusammenfassung

### 2.1 Deutsche Zusammenfassung

Ausgehend von der bestehenden Frequenzzuteilung im 900 MHz Band und der GSM-Änderungsrichtlinie untersucht das vorliegende Gutachten mögliche Wettbewerbsverzerrungen auf den Mobilfunkmärkten durch Beantwortung von fünf von der BNetzA gestellten Fragen.

**Frage 1** erörtert den Einfluss durch Wettbewerber, die selbst nicht über Frequenznutzungsrechte in den zu betrachtenden Frequenzbereichen verfügen. Wir kommen zu dem Ergebnis, dass Anbieter von Mobilfunkdiensten (MVNO, MVNE, Service Provider) und Festnetzbetreiber ohne Frequenznutzungsrechte kaum bzw. nur in einzelnen Marktsegmenten Wettbewerbsdruck auf die Mobilnetzbetreiber ausüben können. Rasche technologische Entwicklungen bei Software-Applikationen und Informationstechnologie implizieren allerdings, dass vertikal integrierte Mobilfunknetzbetreiber „Marktdruck“ spüren.

**Frage 2** analysiert ökonomisch-frequenztechnische Nachteile aufgrund der Frequenzzuteilungen und ermittelt dazu Kennzahlen. Eine Kombination von Frequenz- und Netzkosten ist aus unserer Sicht die geeignete Kennzahl, um objektive Wettbewerbsvor- bzw. -nachteile feststellen zu können. Ausgehend von mehreren Szenarien wie die Mobilnetzbetreiber das zur Verfügung stehende Spektrum nutzen könnten, zeigen wir, dass eine Flexibilisierung im 900 MHz Band für Netzbetreiber, die Spektrum im 800 MHz Band erworben haben, nicht präferiert wird. Auch für Netzbetreiber ohne 800 MHz Spektrum ist die Nutzung des flexibilisierten 900 MHz Bandes nach der Analyse in diesem Gutachten nicht die optimale Lösung, da diese ein für 1800 MHz optimiertes Netz besitzen. Es zeigt sich, dass unter den getroffenen Annahmen die Gesamtkosten (Netzkosten plus Frequenzkosten) bei Verwendung von Spektrum im 1800 MHz Band nahezu identisch mit den Gesamtkosten im 800 MHz Band sind. Wir sehen somit keine Indikationen für Wettbewerbsverzerrungen durch die Frequenzausstattung bei Flexibilisierung des 900 MHz Bandes. Trotz unterschiedlicher Frequenzausstattung sind die Netzbetreiber in der Lage, unterschiedliche Positionen am Markt einzunehmen und den Markt mit unterschiedlichen Strategien nachhaltig erfolgreich zu bedienen.



**Frage 3** erörtert, ob es zur Sicherstellung einer diskriminierungsfreien und effizienten Verwaltung der öffentlichen Ressource Funkfrequenz einer mengensymmetrischen Verteilung der Frequenzen bedarf. Wir kommen zu dem Schluss, dass ein solches Erfordernis nicht abzuleiten ist.

**Frage 4** untersucht, wie lange GSM-Systeme und in welchem Umfang bei 900 MHz voraussichtlich eingesetzt werden. GSM-Technologie ist für Sprachkommunikation optimiert und wird in diesem Jahrzehnt in zumindest gleichem Umfang wie heute für Sprache und Roaming benötigt. Zwischen 2020 und 2025 wird ein Phase-out von GSM stattfinden, wobei eine gewisse GSM-Grundversorgung darüber hinaus denkbar wäre.

**Frage 5** analysiert, ob der Parallelbetrieb von GSM-Systemen und breitbandigen Systemen (UMTS, LTE) im 900 MHz Band durch ein und denselben Netzbetreiber wettbewerblich objektiv notwendig ist. Dies ist unseres Erachtens nicht der Fall. Für Parallelbetrieb als zwingende Voraussetzung gibt es weder juristische, noch technische oder ökonomische Gründe. Parallelbetrieb ist allerdings möglich, ggf. technisch und wirtschaftlich sinnvoll.

Der zweite Teil dieser gutachterlichen Untersuchung ist ein internationaler Vergleich auf Basis der oben genannten Fragen. Bei einer Betrachtung der Lage in Großbritannien, Irland, Schweden, Finnland, Frankreich und Italien zeigt sich wenig explizit formulierte Evidenz dafür, dass durch die Flexibilisierung der Frequenznutzung im 900 MHz Band Wettbewerbsverzerrungen auftreten. In diesen Ländern werden verschiedene Möglichkeiten diskutiert oder umgesetzt, die sich mit Frequenzallokationen und Wettbewerbsverzerrungen befassen. Die erwogenen oder getroffenen Maßnahmen beziehen sich auf (1) Spektrumskappen, (2) Angleichung von Lizenzlaufzeiten, (3) Neuvergabe des Spektrums nach Auslaufen bestehender Zuteilungen, (4) Anpassung der Lizenzbedingungen, (5) Auflagen, anderen Betreibern nationales Roaming zu ermöglichen, (6) Möglichkeiten zur gemeinsamen Nutzung von Infrastruktur, (7) Neugestaltung und Restrukturierung des Frequenzbandes sowie (8) Neuausschreibung von Lizenzen mit Neufestlegung von Rahmenbedingungen. Diese Maßnahmen sind nur in geringem Ausmaß die Folge explizit festgestellter Wettbewerbsprobleme.

## 2.2 English Summary

Based on the present allocation of frequencies in the 900 MHz band and the Directive 2009/114/EC of the European Parliament and of the Council on the frequency bands to be reserved for the coordinated introduction of public pan-European cellular digital land-based mobile communications in the Community this expert opinion investigates the possible occurrence of distortions of competition through the flexibilization of the 900 MHz spectrum by answering the following five questions raised by BNetzA.

**Question 1** discusses the potential impact of competitors in the telecommunication markets without own spectrum usage rights. We conclude that neither MVNO, MVNE nor service providers or fixed network operators without the rights of frequency utilization are able to exert pressure on mobile network operators except for some special market segments. However, dynamic technological developments in software applications and information technology imply that vertically integrated mobile network operators feel market pressure to some extent.

**Question 2** analyses potential economic and technical disadvantages through the existent distribution of frequencies by means of key indicators. From our point of view a combination of spectrum costs and networks costs is the most suitable indicator to objectively determine competitive distortions. Based on different scenarios on how spectrum is distributed and used by the mobile network operators we show that the flexibilization in the 900 MHz band is not the preferred option for operators that have acquired 800 MHz spectrum. Also for network operators without 800 MHz spectrum the flexible usage of the 900 MHz band is not the optimal solution as they have a “grid” optimized for 1800 MHz. We have analysed and compared the cost of network implementation in the 800 MHz and 1800 MHz band and conclude that these costs are similar, based on reasonable assumptions and considering network costs and the costs of acquiring spectrum. Thus, we do not see indicators for distortions of competition stemming from spectrum distribution and the flexibilization of the 900 MHz band. Despite different spectrum allocation network operators are in a position to pursue different strategies in the market and to be successful in an economically sustainable way.

**Question 3** discusses whether a non-discriminatory and efficient administration of spectrum requires a symmetrical distribution of spectrum. We conclude that such a requirement does not exist.

**Question 4** analyses, if and when GSM will reach its end of life. We conclude that GSM will be used for voice communication, some special services and roaming at least for the current decade. After that a general phase-out will take place which however will leave certain GSM capacities in operation depending on an operator's business model.

**Question 5** discusses whether the ability to operate GSM in the 900 MHz band in parallel with UMTS and LTE for mobile broadband purposes by the same operator is required to compete successfully. In conclusion we do not see any legal, economic or technical reason corroborating this assertion, however, parallel operation is possible and may be technically and objectively advantageous.

The **second part** of this expert opinion sheds light on the situation in other countries of the EU – UK, Ireland, Sweden, Finland, France, and Italy – with regard to the five questions BNetzA regards as relevant. It turns out that there is little or no evidence for the occurrence of competitive distortions due to the flexibilization of the 900 MHz band based on the present allocation of frequencies in these countries. In these countries different measures to guarantee competition are discussed or even partially implemented, like (1) "spectrum caps", (2) adaptation of the validity of licenses/spectrum usage rights, (3) reallocation of spectrum, (4) adaptation of license conditions, (5) obligations to enable national roaming, (6) possibilities to enable and encourage facility sharing, (7) restructuring of the spectrum band, (8) calls for tenders for licenses and changes in the framework for auctions and spectrum award. Summing up, the implementation is not necessarily a consequence of competitive distortions in the countries under scrutiny but of general regulatory procedures.

### 3 Teil 1: Beantwortung der spezifischen Fragen der BNetzA

#### 3.1 Frage 1

**Welchen Einfluss haben Wettbewerber, die nicht selbst über Frequenznutzungsrechte in den berücksichtigten Frequenzbereichen verfügen, auf die Wettbewerbssituation der betroffenen Netzbetreiber?**

##### Fragestellung

Die im Rahmen der Gutachtenerstellung aufgeworfene Frage stellt ausdrücklich darauf ab, wie sich das Wettbewerbsverhältnis von Mobilfunknetzbetreibern zu anderen Anbietern von Mobilfunkdiensten wie beispielsweise Service Providern, virtuellen Netzbetreibern oder sogenannten „No Frills“-Anbietern einerseits sowie zu Festnetzbetreibern andererseits verhält. All diese Unternehmen verfügen nicht über eigene Frequenznutzungsrechte im 900 MHz Band (und üblicherweise auch nicht in anderen Frequenzbändern), d.h. ihre Geschäftsmodelle sind davon abhängig, entweder die Frequenzen anderer Unternehmen zu nutzen (über bestimmte Zugangs- oder Nutzungsvereinbarungen) oder eine Mobilfunkdienstleistung durch eine Festnetzleistung zu substituieren. Dabei spielt für die Beantwortung der Frage eine wichtige Rolle, ob Unternehmen, die nicht über eigene Frequenznutzungsrechte verfügen, durch Herbeiführung eines intramodalen Wettbewerbs (z.B. als virtuelle Netzbetreiber oder Service Provider) einen Einfluss auf den Markt ausüben können oder ob es eine Mobil-Fest-Substitution gibt, mit der Unternehmen, die entsprechende Infrastrukturen im Festnetz betreiben bzw. dort Dienste bereitstellen, einen erheblichen Einfluss auf Wettbewerber mit Frequenznutzungsrechten ausüben könnten. Diese Fragen sind getrennt voneinander zu beantworten.

##### Aussagen der Marktparteien in der Konsultation zum Impulspapier

Die im Rahmen des Gutachtens gestellte Frage war auch Gegenstand des Impulspapiers der Bundesnetzagentur und gleichzeitig Frage 2 im Rahmen der nationalen Konsultation.<sup>9</sup> In den Stellungnahmen wird auch teils ausführlich auf diese Frage eingegangen. So schreibt das Bundeskartellamt unter Verweis auf die Vergabe von Frequenznutzungsrechten (sog.

---

<sup>9</sup> Vgl. [BNetzA Frequenzverteilungsuntersuchung]

„Digitale Dividende“) im April und Mai 2010<sup>10</sup>, dass drei der vier deutschen Mobilfunknetzbetreiber eine Grundausstattung an 800 MHz Frequenzen erhalten haben, wie sie für den Flächenausbau eines LTE-Netzes erforderlich ist. Ein Unternehmen (E-Plus) hat keine Frequenzen in diesem Bereich ersteigert, hat aber andererseits auch deutlich weniger (als die anderen drei Mobilfunknetzbetreiber) für die insgesamt erworbenen Frequenzen bezahlt. In diesem Zusammenhang diskutiert und hinterfragt das Bundeskartellamt, ob es für einen Mobilfunknetzbetreiber zwingend notwendig ist, ein LTE-Netz im 800 MHz Bereich aufzubauen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Zwar geht es bei der Beantwortung durch das Bundeskartellamt um Frequenzen im Bereich 800 MHz, die gleiche Frage lässt sich aber auch für den Bereich 900 MHz stellen. Das Bundeskartellamt ist darüber hinaus der Ansicht, dass auch ein virtueller Netzbetreiber (sog. MVNO), der nicht ein flächendeckendes breitbandiges Netz anbieten kann, mit einem entsprechend ausgerichteten Geschäftsmodell am Markt Bestand haben könnte. Diese Meinung wird in anderen Stellungnahmen nicht geteilt, auch wenn mehrere Stellungnahmen von einem insgesamt funktionierenden Wettbewerb im deutschen Mobilfunkmarkt ausgehen.

E-Plus äußert sich im Rahmen der Stellungnahme zum Impulspapier vor allem durch je ein ökonomisches und ein juristisches Gutachten und stellt stark auf die aus Sicht von E-Plus bestehende Benachteiligung und Wettbewerbsverzerrung durch die heute bestehende Aufteilung des Frequenzspektrums ab. E-Plus sieht also bereits Nachteile zwischen den Mobilfunknetzbetreibern und betrachtet daher mögliche Wettbewerbswirkungen durch Unternehmen, die nicht über Frequenznutzungsrechte verfügen oder durch das Festnetz nicht explizit. Aus Sicht von E-Plus existieren verzerrende Effekte bereits auf der Ebene derjenigen Unternehmen, die über Frequenznutzungsrechte verfügen.

Auch in den Stellungnahmen von Telefónica und Vodafone finden sich wenig direkte Hinweise hinsichtlich der Annahme, dass durch Unternehmen ohne Frequenznutzungsrechte bzw. durch Unternehmen mit festnetzbasierter Infrastruktur und Diensten erheblicher Wettbewerbsdruck ausgeübt werden könnte. Die Unternehmen referenzieren in ihren Stellungnahmen darauf, dass das tatsächliche Wettbewerbspotenzial entscheidend ist und dass sich dieses nur im Rahmen des Erwerbs und des Einsatzes von Frequenznutzungsrechten zeigen kann.

---

<sup>10</sup> Siehe [BNetzA Frequenzvergabe 2010]

### Wettbewerbspotenziale im Mobilfunk und im Festnetz

Betrachtet man nun die beiden Möglichkeiten, die in der Frage hinsichtlich Wettbewerb aufgezeigt werden, so muss man die Anbieter von Mobilfunkdiensten einerseits und Anbieter von Festnetzinfrastrukturen und/oder -diensten trennen. Wettbewerber im Mobilfunkbereich ohne Frequenznutzungsrechte sind vor allem mobile virtuelle Netzbetreiber (sogenannte MVNO – mobile virtual network operator) oder sogenannte Enabler (MVNE – mobile virtual network enabler), d.h., Unternehmen, die durch eine vertragliche Beziehung zu einem Mobilfunknetzbetreiber anderen Unternehmen, die den Endkunden Dienste anbieten, den Markteintritt ermöglichen, ohne dass diese MVNE selbst das Endkundengeschäft betreiben. Es handelt sich dabei um ein Geschäftsmodell auf der Vorleistungsebene, mit dem bei Netzbetreibern Leistungen eingekauft werden, die Diensteanbietern zur Verfügung gestellt werden. Hinzu kommen die in Deutschland bereits seit langer Zeit bekannten Service Provider, die im Rahmen der Lizenzierung im Mobilfunk in den deutschen Markt Anfang der 1990er-Jahre in den Markt eingeführt wurden.

### Wettbewerb durch MVNO, MVNE und Service Provider

MVNO und MVNE sind Geschäftsmodelle, die in den letzten 5-10 Jahren in den Markt eingeführt wurden und sich in Europa mit unterschiedlichem Erfolg am Markt etabliert haben. In Deutschland gibt es MVNO in der Form eines Angebots von Mobilfunkdiensten ohne die Verfügbarkeit über die entsprechenden Frequenzen und damit auch die Netzinfrastruktur.

Insbesondere E-Plus hat sich entschieden, sowohl durch ihre Markenpolitik ganz spezifische, vor allem ethnische Märkte, zu adressieren als auch unabhängigen Unternehmen die Möglichkeit geboten, über den Markteintritt als MVNO z.B. von eigenen starken Markennamen zu profitieren.<sup>11</sup> Dies hat dazu geführt, dass z.B. im Bereich der Discount-Lebensmittelketten ein entsprechendes Mobilfunkangebot als MVNO platziert werden konnte, das auf dem Netz von E-Plus realisiert wird. Ein MVNO (und auch ein MVNE) werden nur dann in den Markt eintreten können, wenn es eine Einigung zwischen dem virtuellen Anbieter und dem Netzbetreiber gibt. Einen regulatorischen Hebel (z.B. über Marktanalyse, Marktdefinition oder Zugangsre-

---

<sup>11</sup> Bringt man das Geschäftsmodell des MVNO in Verbindung mit den sogenannten Discount-Produkten, bei denen ein Mobilfunknetzbetreiber z.B. mit einem vertriebsstarken Unternehmen zusammenarbeitet, so zeigt sich hier beträchtliches Wachstum auf mittlerweile über 20 Millionen Kunden (19 % Marktanteil). Der größte dieser Anbieter ist aber die E-Plus „Zweitmarke“ BASE, siehe [BNetzA Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2008/2009], S. 51.

gulation) gibt es in diesem Bereich nicht. Die relevanten Märkte, sowohl auf der Endkunden- als auch auf der Vorleistungsseite (hier mit Ausnahme von Terminierungsleistungen) unterliegen keiner Regulierung und sind nicht als Märkte definiert, die für eine Ex-ante-Regulierung in Frage kommen. Aus diesem Grund führt nur eine vertragliche Lösung zwischen Netzbetreiber und Diensteanbieter zu einer „Win-Win-Situation“, die den Marktzutritt ermöglicht.

Dies bedeutet letztlich auch, dass Mobilfunknetzbetreiber in der Lage sind, den Markteintritt von virtuellen Anbietern zu beeinflussen und nur solche Anbieter „zuzulassen“, die das eigene Geschäft weniger konkurrenzieren und stattdessen eher Komplementaritätseffekte auslösen. Aus diesem Grund gibt es daher für echten Wettbewerb in Bezug auf virtuelle Anbieter nur sehr schwach ausgeprägte Hebel, diese regulatorisch durchzusetzen. Zwar haben die bisher in den Markt eingetretenen virtuellen Anbieter in Deutschland gewisse Aufmerksamkeit erregt, die Effekte auf den Wettbewerb dadurch sind bisher allerdings eher moderat verlaufen. Ein Grund dafür ist, dass die Discount-Anbieter zwar im Segment niedriger Preise am Markt agieren, aber durch die Schaffung eigener Marken für diese Angebote erfolgt keine unmittelbare „Kannibalisierung“ des gesamten Mobilfunkangebots. Insofern lösen die Discount-Angebote keinen allgemeinen Preisrutsch am Markt aus. Es ist sicher zutreffend, dass im Bereich der Prepaid-Kunden eine hohe Preissensitivität besteht und daher günstige Angebote von MVNO zu einem Preiswettbewerb führen, dieser hat sich aber nicht in allen Kundensegmenten durchgesetzt. Letztendlich muss man daher zur Schlussfolgerung gelangen, dass das Wettbewerbspotenzial, das durch MVNO und MVNE ausgelöst werden kann, insgesamt eher gering ist. In diesem Zusammenhang ist auch von Bedeutung, dass die Nicht-Verfügbarkeit über die Ressourcen „Frequenz“ und das Fehlen eigener Frequenznutzungsrechte ein Hemmnis bedeutet, weil es keine Kontrolle über die gesamte Wertschöpfungskette ermöglicht. Da ein wesentlicher Kosten- und Produktionsfaktor den auf Dienstewettbewerb spezialisierten Anbietern entzogen ist, haben sie auch nur eine eingeschränkte Einflussmöglichkeit auf den Parameter „Preis“.

Hinsichtlich der Service Provider handelt es sich hier um eine andere Form des „infrastrukturlosen“ Wettbewerbs. Die Etablierung sogenannter Service Provider erfolgte bei der Lizenzierung der D-Netze zu Beginn der 1990er-Jahre u.a. aufgrund der Tatsache, dass man zum damaligen Zeitpunkt nicht mit dem sich tatsächlich einstellenden Erfolg des Mobilfunks gerechnet hatte und daher die Hoffnung hatte, dass durch auf die Vermarktung von Mobilfunk-

diensten spezialisierte Anbieter eine schnellere Verbreitung des Mobilfunks und eine höhere Penetration erreicht werden könnte. Heute spielen die Service Provider eine wichtige Rolle, ihre regulatorische Verankerung spiegelt sich in den Lizenzen der Mobilfunknetzbetreiber. Da mit dem TKG 2004 auf der Grundlage des EU-Rahmenwerks aus dem Jahr 2002 ein Übergang von einem regulatorischen Ansatz mit Lizenzen auf einen Rahmen mit Allgemein- genehmigungen erfolgte, gilt die lizenzrechtliche Grundlage für Service Provider aufgrund der Überleitungsregelung von § 150 Abs. 4 TKG aber fort. § 150 Abs. 4 S 2 verweist auf die mit den Lizenzen erteilten Rechte und Verpflichtungen und besagt, dass die vorgenannten, insbesondere auch für den Zeitpunkt der Erteilung der Mobilfunklizenzen geltenden Ver- pflichtungen, Diensteanbieter zuzulassen, fortgelten. Insofern ist die Position der Service Provider eine rechtlich-regulatorisch deutlich besser abgesicherte als jene von virtuellen An- bietern.

Dabei ist auch darauf zu verweisen, dass die Service Provider über große Kundenzahlen verfügen und daher ein gewisses Wettbewerbspotenzial in Deutschland ausüben können. Im Tätigkeitsbereich der BNetzA 2008-2009 wird ein Marktanteil der Mobilfunk Service Provider in Bezug auf Kundenbetreuung von mehr als 22 % angegeben.<sup>12</sup> Auf der anderen Seite sind aber die Bedingungen für das Service-Provider-Geschäft schon seit vielen Jahren Gegenstand der Diskussion. Aufgrund der auch im Mobilfunk sinkenden Preise und aufgrund der Tatsache, dass die Wertschöpfungsstufen, die von den Service Providern abgedeckt werden, nicht nur deutlich kleiner sind als die der Mobilfunknetzbetreiber, sondern auch deutlich kleiner als die von virtuellen Anbietern, sinkt auch die Marge der Service Provider. Da sie auf die Kostensituation (insbesondere die Netz- und Infrastrukturkosten) nur wenig Einfluss ausüben können, ist auch dieses Geschäftsmodell potenziell gefährdet und als rein dienstebasiertes Geschäft nicht langfristig gesichert.

Aus den Ausführungen zu MVNO, MVNE und Service Providern wird deutlich, dass es zwar dienstebasierte Geschäftsmodelle durch Unternehmen gibt, die nicht über Frequenznut- zungsrechte verfügen, die grundsätzliche Regulierungspolitik in Deutschland hat sich aber auf den Infrastrukturwettbewerb konzentriert und dadurch die Vergabe von Lizenzen und Frequenzen an mittlerweile vier Anbieter hervorgebracht.

---

<sup>12</sup> Vgl. [BNetzA Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2008-2009], S. 52.



Es kann nicht darüber hinweggesehen werden, dass es seitens der Mobilfunknetzbetreiber eine entsprechende Risikoeinschätzung gibt, dass „infrastrukturloser Wettbewerb“ ihre Geschäftsaussichten gefährdet, wenn die ökonomischen Bedingungen dafür attraktiv wären. Zwar sind sowohl MVNO als auch Service Provider Kunden, aber letztendlich in gewisser Weise auch Wettbewerber. Insofern ist es für die Mobilfunknetzbetreiber von hoher Bedeutung, dass diese Wettbewerber mit ihrem Geschäftsansatz den eigenen Kundenstamm der Mobilfunknetzbetreiber nicht „kannibalisieren“. Dies hat wiederum Implikationen im Hinblick auf das Verhalten im Rahmen von Verhandlungen zur Ermöglichung des Markteintritts von Service Providern oder virtuellen Netzbetreibern. Dies führt letztendlich zu der Erkenntnis, dass unter den gegebenen regulatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland das Wettbewerbspotenzial von virtuellen Netzbetreibern, MVNE und Service Providern, die alle ohne Frequenznutzungsrechte auskommen, auf die Wettbewerbssituation der Netzbetreiber eher als gering einzustufen ist. Ein Unterschied ist ggf. darin zu sehen, dass das seit langem (regulatorisch) etablierte Geschäftsmodell der Service Provider zwar einen nicht unbedeutenden Anteil an den Kundenzahlen hat, für die Mobilfunknetzbetreiber selbst aber an Bedeutung verloren hat. Die „virtuellen Anbieter“ hingegen scheinen, insbesondere für das Geschäftsmodell und den Erfolg von E-Plus, eine größere Rolle zu spielen. E-Plus hat diese Angebotsform als erster Netzbetreiber ermöglicht. In der Konsequenz können die anderen Netzbetreiber den dadurch entstehenden Druck in einzelnen Kundensegmenten nicht ignorieren und müssen entsprechende Überlegungen in ihren Geschäftsmodellen berücksichtigen. Diese Entwicklung wird durch die Tatsache, dass es in Deutschland vier Mobilfunknetzbetreiber gibt, begünstigt, denn eine größere Zahl an infrastrukturbasierten Anbietern erzwingt eher eine Reaktion auf eine Strategie eines Mitbewerbers, dienstebasierte Modelle zu ermöglichen als bei einer geringeren Zahl von Mobilfunknetzbetreibern. Trotzdem sind die Auswirkungen auf den Wettbewerb im Gesamtmarkt insgesamt als moderat einzustufen. Der Einfluss von Unternehmen ohne Frequenznutzungsrechte ließe sich nur dann ändern, wenn ein regulatorischer Hebel verstärkt würde, diese Geschäftsmodelle zu fördern. Dies scheint vor dem Hintergrund der grundsätzlichen Entscheidung zugunsten eines infrastrukturbasierten Wettbewerbs in Deutschland gegenwärtig nicht der Fall zu sein.

Ein weiterer Ansatz, der sich aus dem Markt ergibt, könnte sein, dass aufgrund des zunehmenden Datenverkehrs und der Verschiebung von Umsatzquellen der Transport von Daten deutlich an Bedeutung gewinnt. In diesem Zusammenhang wären Überlegungen anzustellen, ob Mobilfunknetzbetreiber z.B. reine „Daten-MVNO“ auf ihr Netz lassen, um von diesem

stark wachsenden Geschäftsfeld zu profitieren. Dies wäre dann eine sinnvolle Strategie, wenn das Datengeschäft entsprechende Umsätze generiert. Es ist allerdings eher davon auszugehen, dass die wesentlichen Umsätze nach wie vor im Mobilfunk aus dem Sprachverkehr stammen, auch wenn dieser deutlich weniger Netzkapazität benötigt als der Datenverkehr. Diese Aufteilung ist aber einem Änderungsprozess unterworfen und der Anteil des Datenverkehrs in den Mobilfunknetzen steigt stetig an.<sup>13</sup>

Das Geschäftsmodell vertikal integrierter Mobilfunknetzbetreiber wird aber durch andere Faktoren ebenso beeinflusst. Hierzu zählen v.a. die Auswirkungen von Software-Applikationen der sogenannten Smartphones oder die Möglichkeit zur Abwicklung von Sprachtelefonie über Wireless LANs. Derartige Technologieoptionen werden auch von Unternehmen ohne Frequenznutzungsrechte verfolgt und sind vor allem für das Segment der gut informierten und kostensensitiven Geschäftskunden interessant. Es handelt sich hierbei aber um eine andere Wettbewerbsform, die nicht durch Anbieter der gleichen Wertschöpfungsstufe entsteht sondern durch moderne Technologien, die die Wertschöpfungskette an sich verändern. Daher stehen diese Entwicklungen, die das Geschäftsmodell der Mobilfunknetzbetreiber betreffen, nicht im Zusammenhang mit der Frage der Frequenzausstattung. Zudem sind in Bezug auf die Auswirkungen dieser Technologien noch die langfristigen Effekte zu betrachten und abzuwarten.

#### Fest-Mobil- und Mobil-Fest-Substitution

Im Hinblick auf den zweiten Teil der Frage, nämlich mögliche Wettbewerbswirkungen durch Unternehmen, die Festnetzinfrastruktur und/oder -dienste anbieten und keine Frequenznutzungsrechte haben, ist angesprochen, ob es eine Mobil-Fest-Substitution geben kann. In den vergangenen Jahren ist in der regulatorischen Diskussion über lange Zeit ein wesentliches und dominantes Argument gewesen, dass die Fest-Mobil-Substitution zunimmt, d.h., dass Festnetzdienste und -anschlüsse durch den Mobilfunk substituierbar sind. Dies begann mit einer Diskussion über Sprachverbindungen, und aufgrund der zunehmenden Zahl der Endkunden, die nur noch über einen Mobilfunkanschluss verfügen, hat es Tendenzen dazu gegeben, eine Substitution des Festnetzes durch den Mobilfunk für Sprachverbindungen anzunehmen. Diese Diskussion erweiterte sich dann um die Frage, ob auch Sprachanschlüsse

---

<sup>13</sup> Vgl. <http://derstandard.at/1297216118147/Investitionen-Mobiles-Web-verlangt-Telkos-alles-ab> (abgerufen am 19.2.2011)

durch Mobilfunkanschlüsse substituierbar sind. Auch hier gab es tendenziell eine positive Antwort, die sich mit dem Fortschreiten der Zeit deutlich verstärkt hat. Mittlerweile diskutiert man diese Frage auch für Breitbandkommunikation, d.h. insbesondere für Datendienste und den Zugang zum Internet. Mobiles Breitband ist dabei eine entscheidende Komponente. Hier muss man, auch aufgrund der Entwicklungen im Festnetz, allerdings konstatieren, dass die Leistungsfähigkeit sowohl im Mobilfunk als auch im Festnetz deutlich gesteigert worden ist. Es ist immer noch davon auszugehen, dass die in einem Festnetz übertragbaren Bandbreiten zum Teil deutlich höher sind als im Mobilfunk, wo hinzukommt, dass diese Bandbreiten keinem Nutzer individuell zur Verfügung stehen, sondern zwischen mehreren Nutzern einer Funkzelle geteilt werden. Insofern ist die Frage einer Substitution des Festnetzes durch den Mobilfunk auch für mobiles Breitband heute noch nicht abschließend beantwortet. Selbst die diskutierte Möglichkeit, ob DSL durch LTE substituierbar ist, muss wohl aus der gegenwärtigen Diskussionsperspektive verneint werden.<sup>14</sup>

Die im Rahmen der Gutachtenerstellung zu beantwortende Frage betrifft aber die Substitution in die andere Richtung, d.h., ob Mobilfunkleistungen durch das Festnetz substituierbar sind und damit Wettbewerbsdruck und Wettbewerbspotenziale entstehen.<sup>15</sup> In diesem Zusammenhang ist auf eine Reihe von unterschiedlichen Leistungsmerkmalen und Charakteristika zu verweisen, bei denen sich Breitbanddienste im Festnetz und im Mobilfunk unterscheiden. Diese werden im Folgenden kurz dargestellt:

- Im Hinblick auf die Mobilität des Kunden ist das mobile Produkt durch das Festnetz nicht substituierbar. Da ein immer größerer Anteil an Kunden auch eine mobile Nutzung und einen mobilen Zugang zum Internet wünscht, kann daher die Substitution nicht angenommen werden.
- Im Hinblick auf die Netzabdeckung ist grundsätzlich zu sagen, dass Festnetzdienste für Breitbandzugang noch nicht bundesweit überall verfügbar sind. Die Diskussion über sogenannte weiße Flecken ist dafür der Beweis. Eine Reihe von Gebieten hat eine Versorgung, die DSL-Niveau nicht erreicht. Auch die Versorgung mit drahtlosen Zugängen zum Internet und mobilem Breitband ist nicht flächendeckend, wird sich aber durch die Vergabe der Frequenzen im 800 MHz Bereich verbessern. Im Zusammenhang mit der Breitbandstrategie der Bundesregierung erhofft man sich dadurch eine schnellere Versorgung der weißen Flecken.

---

<sup>14</sup> Die Bundesnetzagentur sieht die Fest-Mobil-Substitution bisher auch wesentlich auf den Verbindungsbereich beschränkt, vgl. [BNetzA Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2008/2009], S. 70.

<sup>15</sup> Zu allgemeinen Aspekten der Substitution auf dem österreichischen Markt vgl. [Briglauer, 2010].

- Im Hinblick auf die Geschwindigkeiten und den erzielbaren Datendurchsatz hat das Festnetz deutliche Vorteile. Dies liegt u.a. an den Möglichkeiten des individuellen Zugangs und garantierbaren Datenraten (im Festnetz), während im Mobilfunk die verfügbare Kapazität in einer Zelle zwischen den Nutzern geteilt werden muss und daher dem Nutzer nur ein bestimmter Teil der Bandbreite zur Verfügung steht.
- Die Personalisierung der entsprechenden Angebote ist auch beim mobilen Breitband deutlich stärker ausgeprägt als beim festen Breitband. Dies liegt daran, dass Mobilfunkdienste individuell genutzt werden (der mobile Anschluss ist ein individuelles, auf den jeweiligen Nutzer bezogenes Gerät), während Fest- und Breitbandanschlüsse „Haushaltsanschlüsse“ sind, die einen deutlich geringeren Grad an Personalisierung aufweisen.
- Das Angebot von lokalen Diensten ist im Mobilfunk auch stärker ausgeprägt als im Festnetz. Gerade Location Based Services sind im Mobilfunk von hoher Bedeutung, aufgrund des hohen Anteils der Kunden, die während eines Ortwechsels Mobilfunkleistungen in Anspruch nehmen und daher gegebenenfalls auch auf lokal verfügbare Dienste zurückgreifen wollen (Restaurant, Kinos, Hotels etc.).

Abbildung 5 zeigt auf, wie sich die Leistungsmerkmale für festes und mobiles Breitband unterscheiden, und dass eine Substitution der mobilen Nutzung durch das Festnetz nicht angenommen werden kann.

<i>wireless BB</i>	<i>category</i>	<i>fixed BB</i>
✓✓✓	<b>mobility</b> (‘while moving’)	×
✓✓(✓)	<b>coverage</b> (‘anywhere’)	(✓)
(✓)	<b>speed</b> (+ other technical features)	✓✓✓
✓✓✓	“personal”	(✓)
✓✓✓	“location based usage”	×
×	<b>service end-user price</b>	✓✓✓

Quelle: EU

**Abbildung 5: Vergleich von festem und mobilem Breitband<sup>16</sup>**

Insofern muss man bei der Beantwortung dieser Teilfrage feststellen, dass allein die höhere technische Leistungsfähigkeit von festen Breitbandnetzen nicht ausreichend ist, um als Substitutionsprodukt für das mobile Breitband zu gelten. Neben der technischen Leistungsfähigkeit spielen auch viele andere Leistungsmerkmale eine Rolle, bei denen sich das feste Breitbandprodukt und das mobile Breitband deutlich unterscheiden. Angesichts der Entwicklung, dass die Mobilfunkanschlüsse tendenziell weiter steigen und mit der höheren Penetration von Smartphones damit auch die Nutzung mobiler Breitbandnetze, während die Zahl der Festnetzanschlüsse konstant bleibt oder sogar leicht sinkt, kann von keinem Substitutionsprozess des Mobilfunks durch das Festnetz ausgegangen werden.

Auch aufgrund der Tatsache, dass die sehr leistungsfähigen Glasfaserinfrastrukturen in Deutschland noch nicht in einem Maße massenmarktfähig ausgebaut worden sind, dass die Endkunden sehr hohe Bandbreiten zur Verfügung haben, zeigt das eingeschränkte Wettbewerbspotenzial des Festnetzes gegenüber dem Mobilfunk. Wenn die entsprechenden Kapazitäten, die durch den Ausbau von weiteren glasfaserbasierten Infrastrukturen geschaffen werden, ausgelastet werden, kann es dazu kommen, dass die in den Mobilfunknetzen zur Verfügung stehenden Kapazitäten nicht mehr ausreichen und daher eine Renaissance des

<sup>16</sup> Vgl. Niepold, R.: The Digital Agenda for Europe: Policy and Regulatory Perspectives, Vortrag World Telecommunications Conference, Wien, 13/14.9.2010, S. 19.

Festnetzes erfolgt. Allein von den Bandbreiten her wäre ein Substitutionseffekt anzunehmen, der sich aber am Markt aufgrund der vielen anderen relevanten Leistungsmerkmale bisher nicht zeigt.

Nicht zu vernachlässigen ist des Weiteren, dass mit höheren Datenmengen in den Mobilfunknetzen das Erfordernis zur Abwicklung des Verkehrs steigt und daher Backbone- und Backhaulkapazitäten aufzurüsten sind. Die damit einhergehende verstärkte Nutzung von Glasfaserstrecken, z.B. zur Anbindung von Basisstationen (bei gleichzeitiger „Verkürzung“ der Luftschnittstelle), zeigt eher eine Komplementarität von Festnetz und Mobilfunk als eine Substituierbarkeit.

### Fazit zu Frage 1

Das Wettbewerbspotenzial von Unternehmen, die nicht selbst über Frequenznutzungsrechte verfügen, ist eingeschränkt. Sowohl Anbieter von Mobilfunkdiensten (MVNO, MVNE, Service Provider) als auch Festnetzbetreiber (Inhaber von Infrastrukturen oder Anbieter von Diensten) können ohne entsprechende Frequenznutzungsrechte nur einen begrenzten Wettbewerbsdruck auf die Mobilfunknetzbetreiber – und dies auch nur in ausgewählten Segmenten wie dem Prepaid-Markt – ausüben. Allerdings impliziert die rasche technologische Entwicklung im Bereich Software, Applikationen und IT, dass die vertikal integrierten Mobilfunknetzbetreiber „Marktdruck“ auf andere Weise spüren, die in ihrer Dauerhaftigkeit aber erst noch zu bewerten sind.

Daher kann sich die weitere Untersuchung von möglichen Wettbewerbsnachteilen durch Frequenzzuteilungen auf die vier am deutschen Markt tätigen Mobilfunknetzbetreiber beschränken.

## 3.2 Frage 2

**Bestehen objektive ökonomisch-frequenztechnische Nachteile aufgrund der Frequenzzuteilungen? Welche Kennzahlen sind aussagekräftig?**

Für die Beantwortung dieser Frage wird erörtert, ob sich aufgrund der in Kapitel 1.2 dargestellten Frequenzzuteilung und der Frequenzregulierung in Deutschland Wettbewerbsvor- bzw. -nachteile ergeben. Zunächst stellt sich die Frage, welche Kennzahlen für die Beurteilung eines Wettbewerbsvor- oder -nachteils aussagekräftig sind.

### 3.2.1 Welche Kennzahlen sind aussagekräftig?

Wir gehen von den Aussagen der Marktteilnehmer aus, die im Rahmen von Konsultationen zur Frequenzverteilungsuntersuchung<sup>17</sup> und zu den Mobilfunkterminierungsentgelten<sup>18</sup> der BNetzA abgegeben wurden. In den Aussagen wurden einige Kennzahlen angesprochen, die wir einer eingehenden Bewertung unterziehen, um zu ökonomisch-frequenztechnisch relevanten Kennzahlen zu gelangen.

Zunächst ist auf die Stellungnahmen im Rahmen der nationalen Konsultation zur Festlegung der Tarife für die Anrufzustellung in einzelnen Mobilfunknetzen hinzuweisen (mobile termination rates, MTR). Diese wurde Ende Dezember 2010 als Entwurf veröffentlicht und daraufhin im Markt konsultiert. Die BNetzA gab am 24. Februar 2011 die endgültige Genehmigung der Mobilfunkterminierungsentgelte bekannt. Die vorliegenden „MTR-Stellungnahmen“ enthalten einige interessante Hinweise, u.a. zum Thema Bewertung der Frequenzen bzw. weitere technisch-ökonomische Kennzahlen.

Es folgt eine Analyse der Stellungnahmen zu beiden Konsultationen.

---

<sup>17</sup> Siehe [BNetzA Frequenzverteilungsuntersuchung]

<sup>18</sup> Siehe [BNetzA Anhörungsverfahren Mobilfunkterminierungsentgelte]

### 3.2.1.1 Konsultation Mobilfunkterminierung

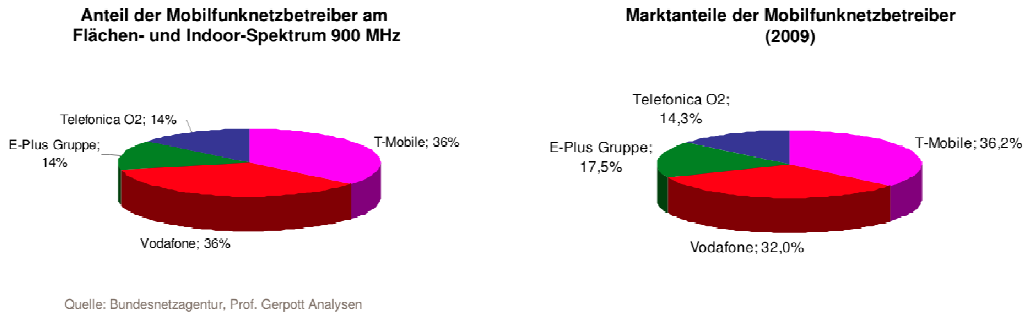
Im Folgenden fassen wir die Kernaussagen der einzelnen Netzbetreiber aus ihren veröffentlichten Stellungnahmen zusammen und bewerten diese:

**E-Plus:** E-Plus verweist auf die Konsequenzen der sequenziellen Lizenzierung und der damit besseren Frequenzausstattung, z.B. der Telekom Deutschland im Vergleich zu E-Plus im 900 MHz Frequenzband, was dazu beigetragen habe, dass Telekom Deutschland mit 36,2 % einen mehr als doppelt so hohen Marktanteil hat wie E-Plus (17,5 %).

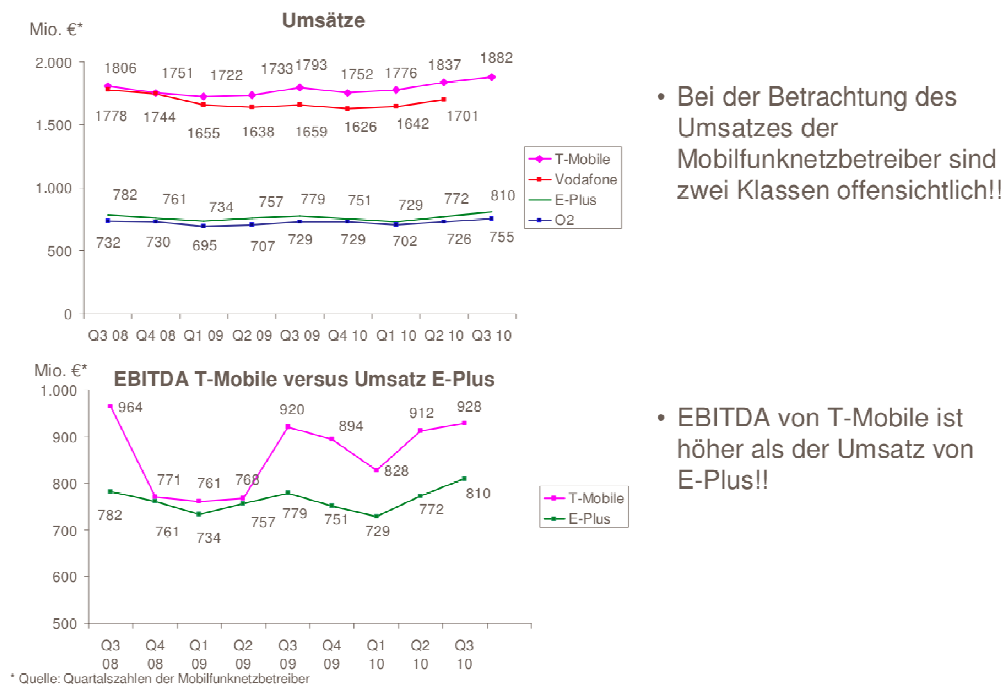
Mit Hilfe von Grafiken werden aus Sicht von E-Plus bestehende Asymmetrien im Wettbewerb dargestellt, um aufzuzeigen, dass der Anteil der Mobilfunknetzbetreiber am Flächen- und Indoor-Spektrum im 900 MHz Bereich in etwa mit dem Marktanteil der Mobilfunknetzbetreiber bei den Endkunden korrespondiert. Verglichen werden auch die Entwicklung von Umsatz und EBITDA der unterschiedlichen Netzbetreiber, vor allem im Vergleich zwischen Telekom Deutschland und E-Plus. Sofern man dies als eine ökonomische Kennzahl sehen will, wird für den Zeitraum vom dritten Quartal (Q3) 2008 bis zum Q3 2010 anhand der Resultate aufgezeigt, dass die EBITDA Ergebnisse von Telekom Deutschland teils sehr nahe an den Umsatzwerten von E-Plus liegen, zum Teil aber auch um 10-15 % darüber.



## Frequenzvergabe: Asymmetrien im Wettbewerb



## Entwicklung von Umsatz und EBITDA



**Abbildung 6: Asymmetrien im Wettbewerb aus Sicht von E-Plus<sup>19</sup>**

Ferner wird von E-Plus eine Übersicht über die Entwicklung der Marktanteile von 2002-2009 entsprechend der Zahlen und Veröffentlichungen der BNetzA angeführt:

<sup>19</sup> Quelle: Stellungnahme von E-Plus zu [BNetzA Anhörungsverfahren Mobilfunkterminierungsentgelte].

## Entwicklung der Verbraucherpreise und Marktanteile

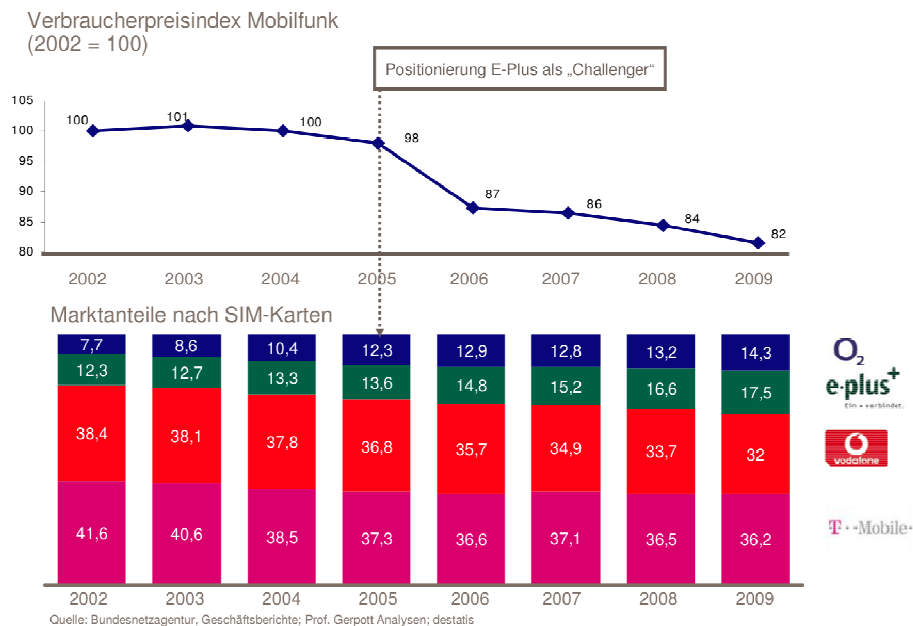


Abbildung 7: Entwicklung der Verbraucherpreise und Marktanteile<sup>20</sup>

E-Plus macht auch Aussagen zu den Themen Kapazitätsspektrum und Flächenspektrum (Stellungnahme, S. 13 ff). Dort heißt es u.a.:

*„Für E-Plus bestand somit bis zum Abschluss der Frequenzauktion am 20.5.2010 bezüglich der Möglichkeit eines Roll-Outs von mobilen Breitbanddiensten mit Kapazitätsspektrum eine große Unsicherheit. Dies hat erheblich dazu beigetragen, dass E-Plus erst danach massiv mit dem Ausbau des eigenen mobilen Breitbandnetzes beginnen konnte.“*

Zum Flächenspektrum heißt es:

*„Ende 2009 wurde dann bekannt, dass die Bundesnetzagentur die nach der geänderten GSM-Richtlinie vorgeschriebene Untersuchung, ob die bestehende Zuteilung des 900 MHz-Bands an die deutschen Mobilfunknetzbetreiber bei deren Nutzungsflexibilisierung Wettbewerbsverzerrungen wahrscheinlich nicht innerhalb von drei Monaten nach Abschluss der für das Jahr 2010 geplanten Frequenzversteigerung durchführen wird. Der Abschluss dieser Frequenzverteilungsuntersuchung wurde zwischenzeitlich auf den Sommer 2011 verschoben. Deshalb bestand für E-Plus bis zum Erlass der hier konsultierten vorläufigen Entgeltgenehmigungen noch nicht einmal die Möglichkeit, Flächenspektrum zum Angebot mobiler Breitbanddienste zu nutzen.“ (S. 13 ff)*

<sup>20</sup> Vgl. [BNetzA Anhörungsverfahren Mobilfunkterminierungsentgelte]

Wir bewerten diese Gegenüberstellung von EBITDA und Umsatz bei Telekom Deutschland und anderen Netzbetreibern als wenig aussagekräftig. Allenfalls lässt sich herauslesen, dass E-Plus trotz des geringeren Marktanteils ein nachhaltig positives Ergebnis erwirtschaftet und nach eigenen Angaben 2010 das wirtschaftlich beste Jahr der Unternehmensgeschichte verzeichnete. Ferner können aus der Gegenüberstellung keine eindeutigen Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Frequenzausstattung als Ursache gezogen werden.

**Telekom Deutschland:** In der Stellungnahme der Telekom Deutschland finden sich keine Hinweise in Bezug auf das Thema Frequenzausstattung, lediglich etwas zur Frequenzbewertung.

**Telefónica:** In der Stellungnahme von Telefónica findet sich vor allem Kritik an der Methodologie der Behörde, und es ist ein Gutachten zum Thema der Bewertung von UMTS-Frequenzen beigefügt<sup>21</sup>. Dieses Gutachten beschäftigt sich mit dem „Deprival Value“ der Frequenzen. Auch dort sind keine wesentlichen Aussagen zum Thema der ökonomisch-frequenztechnischen Parameter zu finden, allerdings werden Berechnungen anhand des Deprival Value vorgenommen, die eine bestimmte Korrespondenz zwischen dem verfügbaren Spektrum im 900 MHz Bereich und der Anzahl der erforderlichen Basisstationen aufzeigen.

---

<sup>21</sup> [BNetzA Anhörungsverfahren Mobilfunkterminierungsentgelte]

Verfügbares Spektrum (900 MHz)	Anzahl der Basisstationen	Investition in Standorte (Mio. €)	
		Gesamt	Inkrement
1,6	77.571	7.757	
3,2	38.786	3.879	3.879
4,8	25.857	2.586	1.293
6,4	19.393	1.939	646
8,0	15.514	1.551	388
9,6	12.929	1.293	259
11,2	11.082	1.108	185
12,8	9.696	970	139
Summe der Inkremente an Investitionen			6.788

**Abbildung 8: Beispiel für Deprival Value von Spektrum<sup>22</sup>**

**Vodafone:** Die Stellungnahme von Vodafone befasst sich auch nicht mit dem Thema Frequenzen und ökonomisch-frequenztechnischen Parametern, sondern mit der Mobilfunkterminierungsentscheidung aus vor allem rechtlich-regulatorischer Perspektive.

### 3.2.1.2 Stellungnahmen zum Impulspapier

Bei der Analyse des Impulspapiers der BNetzA und der Stellungnahmen der Mobilfunknetzbetreiber ist Frage 3 des Impulspapiers zu betrachten (entspricht Frage 2 des gegenständlichen Gutachtens). Nachfolgend sind die entsprechenden Stellungnahmen der Mobilfunknetzbetreiber im Hinblick auf mögliche Hinweise zu derartigen Kennzahlen zusammengefasst.

**Telekom Deutschland** erwähnt vor allem die unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen der Frequenzen in den verschiedenen Frequenzbändern. Orientiert man sich lediglich daran, so gibt es unterhalb von 1 GHz das „Flächenspektrum“ und oberhalb von 1 GHz das „Kapazitätsspektrum“ für die Versorgung in dicht bevölkerten Gebieten mit hohen Kapazitätsanforderungen. Telekom Deutschland zeigt auch, dass sich die unterschiedliche Reichweite ins-

<sup>22</sup> Vgl. [BNetzA Anhörungsverfahren Mobilfunkterminierungsentgelte], Beilage zur Stellungnahme von Telefónica.

besondere auf die Anzahl der erforderlichen Basisstationen auswirkt. Der vergleichbare Kapitalaufwand steigt oberhalb von 1 GHz deutlich an und liegt z.B. im 2,1 GHz UMTS-Basisband schon bei 330 % im Vergleich zum 700 MHz Band.

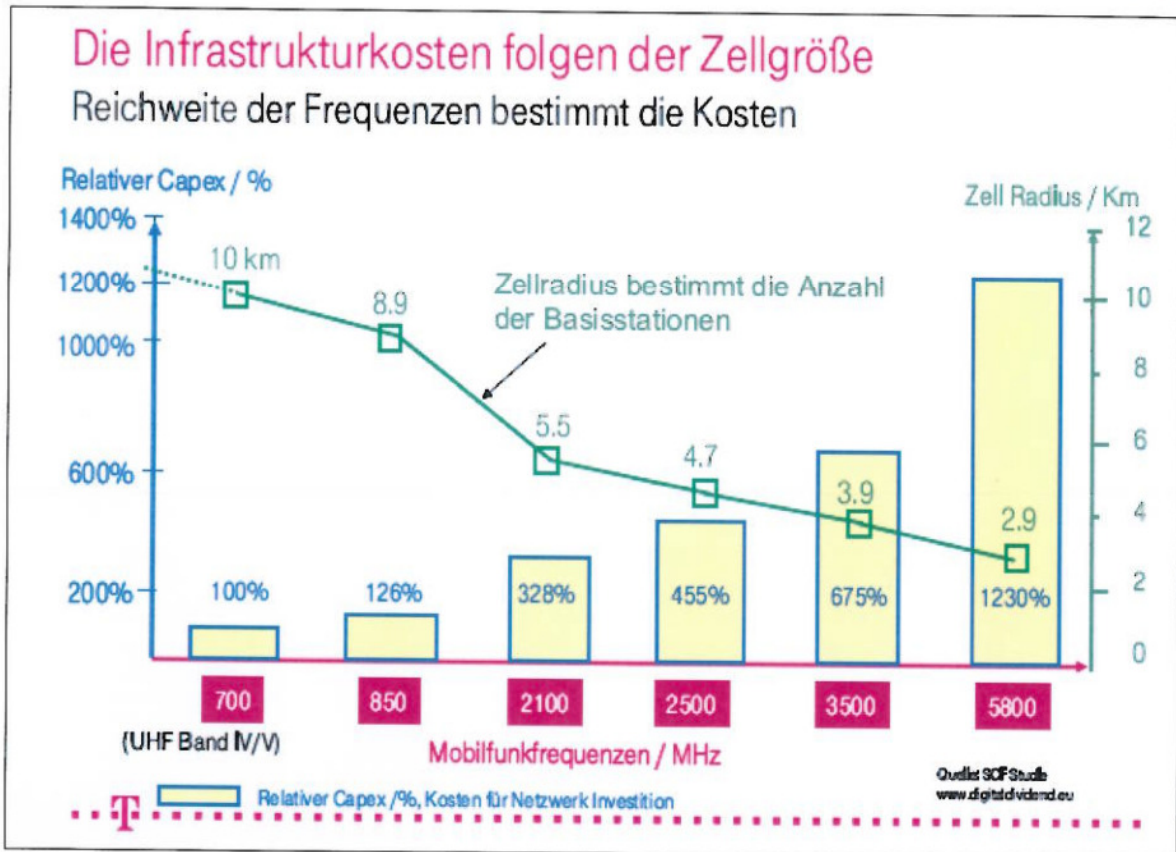


Abbildung 9: Zusammenhang zwischen Infrastrukturkosten und Frequenzband<sup>23</sup>

In der Antwort der Telekom Deutschland kommt des Weiteren zum Ausdruck, dass aufgrund der öffentlichen Äußerungen der Geschäftsführung von E-Plus eine unterschiedliche Frequenzausstattung der verschiedenen Mobilfunknetzbetreiber nicht als Wettbewerbsnachteil anzusehen ist. Verwiesen wird auf Äußerungen von E-Plus, dass trotz des Nichterwerbs von Spektrum im 800 MHz Bereich der Marktanteil für Datenübertragung in den nächsten Jahren verdoppelt werden soll. Auch hier ist aber zu konstatieren, dass sich die Aussagen auf den Bereich 800 MHz beziehen und nicht auf den Bereich der Frequenzen, die durch die GSM-Änderungsrichtlinie unmittelbar berührt sind.

<sup>23</sup> Quelle: Antworten der Telekom Deutschland auf die Kernfragen in der Anhörung zum Impulspapier der BNetzA für die Frequenzverteilungsuntersuchung, siehe [BNetzA Frequenzverteilungsuntersuchung].

**E-Plus** hat zur Untersuchung der Frage ein Gutachten von Prof. Gerpott<sup>24</sup> in Auftrag gegeben, das zu dem Ergebnis kommt, dass in Deutschland die Ausstattung der D-Netzbetreiber mit Spektrum im 900 MHz Bereich wettbewerbsverzerrende Effekte zu Ungunsten u.a. von E-Plus nach sich zieht. Durch eine Flexibilisierung dieses 900 MHz Bandes unter Beibehaltung der bestehenden Frequenzausstattung würden aus Sicht von E-Plus daher die ohnehin vorhandenen Wettbewerbsstörungen verstärkt und die Markt- und Wettbewerbschancen der E-Netzbetreiber für mobile Datendienste weiter beeinträchtigt. Dies führt zur Forderung nach einer Reallokation von 2 x 3,4 MHz für E-Plus und Telefónica.

Die Studie von Prof. Gerpott analysiert den deutschen Mobilfunkmarkt vor allem aus der Perspektive der zeitlich gestaffelten und sequenziellen Vergabe von Lizenzen seit dem Jahr 1992 einschließlich der unterschiedlichen Ausstattung an Frequenzen im 900 MHz Band. Da das Gutachten primär auf den 900 MHz Bereich abstellt, wird vorangestellt, dass das 900 MHz Spektrum für Mobilfunknetzbetreiber wirtschaftlich besonders attraktiv ist, es aufgrund von Reichweitenvorteilen die Errichtung sowie den Betrieb von UMTS- oder LTE-Netzen der dritten oder vierten Mobilfunkgeneration mit größerer Raumabdeckung bei gleicher Nutzerzahl als bei Spektrum um 2 GHz und damit zu signifikant niedrigeren Kosten ermöglicht als bei Einsatz der bislang für UMTS zur Verfügung stehenden Frequenzen um 2 GHz. Wesentliche Aussage ist, dass es die Bundesnetzagentur versäumt habe, eine Chancengleichheit für die kleineren E-Netzbetreiber herzustellen.

Die Kostenunterschiede der Realisierung im 900 MHz Band und in den anderen Frequenzbändern werden von verschiedenen Studien bestätigt. Hier gibt es Verweise auf die Studie von OVUM<sup>25</sup> in einem Report für die GSM Association mit dem Titel „Market Study for UMTS 900“, die die kumulierten Investitionskosten darstellt. Hier wird u.a. aufgezeigt, dass CAPEX für unterschiedliche geografische Bereiche und unterschiedliche Bevölkerungsdichte zwischen einer Implementierung im 900 MHz Band und einer Implementierung im 2,1 GHz Band vergleichsweise hohe Differenzierungen aufzeigt. OVUM kommt zu dem Schluss, dass die Kosten des 900 MHz Szenarios nur zwischen 60 % und maximal 80 % einer Implemen-

---

<sup>24</sup> Vgl. [http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/192648/publicationFile/9593/Stellungnahme\\_E-Plus\\_Gerpott-Gutachten.pdf](http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/192648/publicationFile/9593/Stellungnahme_E-Plus_Gerpott-Gutachten.pdf), siehe [BNetzA Frequenzverteilungsuntersuchung].

<sup>25</sup> [OVUM, 2007]

tierung im 2,1 GHz-Band betragen. Des Weiteren wird auf die erste Konsultation von OFCOM zur Spektrum Liberalisierung verwiesen.<sup>26</sup>

Als Indikatoren bzw. ökonomische Parameter zur Darstellung der Unterschiede zwischen den Mobilfunknetzbetreibern greift Prof. Gerpott auf folgende zurück:

- SIM-Karten Postpaid-Kunden/SIM-Karten Prepaid-Kunden/SIM-Karten insgesamt,
- Mobilfunkdienste-Umsätze.

Die vorgenannten Indikatoren werden sowohl nach Marktanteilen als auch nach dem monatlichen durchschnittlichen Kundenumsatz (ARPU) in Euro betrachtet. Daraus wird dann abgeleitet, dass der Marktanteil von E-Plus bei allen Indikatoren niedrig ist, was wiederum auf die Frequenzsituation zurück übertragen wird.

- EBITDA-Margen der vier Mobilfunknetzbetreiber: Hier zeigt sich, dass E-Plus im Verhältnis zu den größeren Netzbetreibern ein niedrigeres absolutes EBITDA hat. Im Jahr 2007 betrug es 1,113 Milliarden Euro im Vergleich zu Vodafone mit 3,349 Milliarden Euro. Im Jahr 2009 lagen die Werte bei 1,333 Milliarden Euro bei E-Plus sowie über 3,2 bzw. über 3,3 Milliarden Euro bei Vodafone und Telekom Deutschland. Hinsichtlich der EBITDA-Margen liegt E-Plus auf einem vergleichbaren Niveau. Im Jahr 2007 lag der Wert bei 37,6 % im Vergleich zur Telekom Deutschland mit 36,8 % und Vodafone mit 43,6 %. Eine weitere Annäherung ist bis zum Jahr 2009 erfolgt (E-Plus: 41,9 %, Vodafone: 45,5 %, Telekom Deutschland: 41,3 %). Daraus ist zu schließen, dass Unternehmen unterschiedlicher Größe in einem Markt erfolgreich sein können.

---

<sup>26</sup> Vgl. [OFCOM, 2007]

- In diesem Zusammenhang ist auch auf das erfolgreiche Geschäftsjahr von E-Plus zu verweisen, siehe folgende Meldung:<sup>27</sup>

### **Deutscher Mobilfunker E-Plus erzielte 2010 Rekordergebnis**

#### **Kundenzahl auf 20,4 Millionen gestiegen**

*Dank seiner erfolgreichen Diskont-Strategie hat Deutschlands drittgrößter Mobilfunkanbieter E-Plus im vergangenen Jahr neue Höchstwerte bei Umsatz, operativem Ergebnis und Kundenzahl erreicht. "2010 war das wirtschaftlich erfolgreichste Jahr der Unternehmensgeschichte", sagte E-Plus-Chef Thorsten Dirks am Mittwoch in Düsseldorf.*

*Das zum niederländischen KPN-Konzern gehörende Telekommunikationsunternehmen steigerte seinen Umsatz im vergangenen Jahr um 1,9 Prozent auf 3,4 Mrd. Euro. Noch stärker als der Umsatz legte das operative Ergebnis vor Zinsen, Steuern und Abschreibungen (Ebitda) zu. Es stieg im Jahresverlauf um 3,1 Prozent auf knapp 1,4 Mrd. Euro. Auch die Ebitda-Marge erreichte mit 42,4 Prozent einen neuen Rekordwert. Insgesamt konnte E-Plus die Zahl seiner Kunden 2010 um 1,4 Mio. auf 20,4 Millionen steigern. Damit habe der Konzern voraussichtlich einmal mehr die allgemeine Marktentwicklung übertroffen und seinen Marktanteil auf voraussichtlich rund 15,5 Prozent gesteigert.*

#### **Daten**

*Besonders dynamisch entwickelte sich die Nachfrage nach Datenprodukten. Laut E-Plus stammen inzwischen 31 Prozent der durchschnittlichen Kundenumsätze aus dem Datengeschäft. Über 50 Prozent der in den Shops verkauften Endgeräte seien mittlerweile Smartphones mit der Möglichkeit zum bequemen mobilen Internetsurfen.*

*Im vierten Quartal lag das Umsatzplus mit vier Prozent sogar noch deutlich über dem Jahresdurchschnitt. Allerdings ging das schnellere Wachstum teilweise auf Kosten des Ergebnisses. Wegen der gestiegenen Aufwendungen für die Vermarktungsaktivitäten sowie die durch die Regulierungsbehörde angeordnete Absenkung der Terminierungsentgelte lag das operative Ergebnis im vierten Quartal um 2,7 Prozent unter dem Vorjahreswert. Auch die Marge schrumpfte auf 39,3 Prozent.*

*Dennoch ist der Konzern auch für das laufende Jahr optimistisch. E-Plus-Chef Dirks betonte, das Unternehmen habe in den vergangenen Monaten viele Weichen gestellt, um den Erfolgskurs 2011 fortzusetzen. Ein Schwerpunkt dabei sei das Geschäft mit den mobilen Daten. In den kommenden Jahren werde E-Plus substanziell in den Ausbau des Hochgeschwindigkeits-Datennetzes investieren.*

- Des Weiteren wird betrachtet, in welchen Frequenzbereichen die Mobilfunknetzbetreiber zu welchen Preisen Frequenzen erworben haben, und es werden auch die betriebswirtschaftlichen Kennzahlen der Muttergesellschaften betrachtet (Umsatz, Bilanzsummen, Mitarbeiter, aktivierte SIM-Karten, EBITDA und EBIT von Telekom Deutschland, Vodafone, KPN und Telefónica).

<sup>27</sup> Quelle: <http://derstandard.at/1295570875081/Deutscher-Mobilfunker-E-Plus-erzielte-2010-Rekordergebnis> (abgerufen am 19.2.2011)



Der internationale Vergleich von Prof. Gerpott zur Korrelation zwischen wirtschaftlich/finanziellen Kennzahlen weist ein Problem in Bezug auf die Heteroskedastizität auf. Heteroskedastizität bedeutet, dass die Grundannahmen für Regressionsanalysen auf der Basis der „Kleinste-Quadrate-Methode“ verletzt sind, weil die Varianzen der Beobachtungen nicht normalverteilt sind. Für die Analyse heißt dies, dass es sich um eine Scheinkorrelation handelt, bei der in diesem konkreten Fall nur die Schlussfolgerung gezogen werden kann, dass nur ein Teil der Betreiber (jene, die früh in den Markt eingetreten sind) sehr hohe Marktanteile erzielen kann, und dass andere Betreiber entweder mittlere oder niedrige Marktanteile haben. Für den deutschen Markt bedeutet dies, dass E-Plus und Telefónica geringe Möglichkeiten hatten, eine starke Stellung mit hohen Marktanteilen zu erlangen, aber durchaus einen angemessenen Marktanteil erzielen konnten, wie es bei E-Plus mit aktuell 18,5 % Marktanteil<sup>28</sup> auch der Fall ist.

**Ericsson** führt aus, dass Frequenzen unter 1 GHz über wesentlich bessere Ausbreitungsbedingungen hinsichtlich ihrer Reichweite und Gebäudedurchdringung verfügen, während höhere Frequenzen bessere Möglichkeiten zur Deckung des Kapazitätsbedarfs in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte aufweisen. Ericsson sieht die physikalischen Gegebenheiten nicht generell als Vor- oder Nachteil, sondern argumentiert, dass jeder Frequenzbereich für sich Möglichkeiten zur sinnvollen Nutzung bietet, welche durch gezielte Planung unter Berücksichtigung der entsprechenden Geschäftsmodelle eingesetzt werden können.

**Telefónica** erwähnt, dass eine alleinige Betrachtung des 900 MHz Spektrums zum Ergebnis kommen würde, dass ökonomisch-frequenztechnische Nachteile bestehen. Zur Frage im Hinblick auf die Kennzahlen sind dies aus Sicht von Telefónica die erreichbaren Datenraten oder Kapazitäten sowie die Spektraleffizienz im Hinblick auf die tatsächlich verwendbare Technologie.

**Vodafone** erwähnt finanztechnische Kennzahlen, wie z.B. EBIT und EBITDA-Margen, als Indikator für die Effizienz von Unternehmen. Diese werden jedoch durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, sodass die Frequenzausstattung kein ausschlaggebender Faktor für die Rentabilität von Mobilfunknetzbetreibern ist.

---

<sup>28</sup> Vgl. [TK-Marktanalyse, 2010]

Damit zeigt sich insgesamt, dass die vorgetragenen Argumente im Wesentlichen damit zusammenhängen, dass finanztechnische bzw. betriebswirtschaftliche Kennzahlen in die Analyse eingegangen sind. Damit greift die Analyse in Bezug auf die Frage 2 deutlich zu kurz, wenn man die Kennzahlen zu Grunde legen würde, die seitens der Mobilfunknetzbetreiber argumentiert werden.

Die verwendeten Zahlen können nicht darüber hinwegtäuschen, dass die vorgelegten Werte keine ökonomisch-frequenztechnischen Kennzahlen im engeren Sinne sind. Eine ökonomisch-frequenztechnische Kennzahl wird stets darauf Bezug zu nehmen haben, wie sich der Zusammenhang zwischen den Kosten der Netzerrichtung und den Kosten der Frequenzen verhält. Bei der Darstellung von E-Plus werden Marktergebnisse (Marktanteile) mit der Frequenzausstattung in Zusammenhang gebracht, ohne den statistischen und faktischen Zusammenhang zwischen den beiden Informationen herzustellen. Andere Gründe für den Marktanteil (Strategie, späterer Markteintritt, geringe Zahl an portierten Nummern im Mobilfunk) werden nicht untersucht. So ist aber der Wettbewerbseffekt der Frequenzausstattung isoliert nicht identifizierbar.

Der wesentliche Unterschied ergibt sich durch die Frequenzzuteilung im direkten Zusammenhang mit der unterschiedlichen räumlichen Reichweite (sowohl indoor als auch outdoor) der Frequenzen in Abhängigkeit vom Frequenzband. Daher ist die Reichweite, gemessen als Zellgröße und der damit verbundenen Anzahl an Basisstationen, die technische Kennzahl, die im Weiteren zu untersuchen ist. An dieser Kennzahl hängen indirekt weitere technisch-ökonomische Kennzahlen, welche für die Wettbewerbssituation relevant sind. Diese können Bottom-up als Netzkosten für Basisstationen zusammengefasst werden. Diese Kennzahl fasst den technisch-ökonomischen Wert der Frequenzen zusammen. Der im Rahmen der Frequenzvergabe gezahlte Preis muss in Zusammenhang mit dem Wert des Spektrums analysiert werden.

Unter anderem wurden von E-Plus weitere finanzielle Kennzahlen herangezogen. Diese stellen, im Gegensatz zu den von uns genannten Kennzahlen, eine Top-down-Analyse dar. Wie bei allen Top-down-Verfahren referenzieren diese einen Ist-Zustand, in den sämtliche Aktivitäten und Entscheidungen einfließen und nicht nur jene, die frequenzrelevant sind. Unter anderem sind Ineffizienzen und Auswirkungen unterschiedlicher Strategieentscheidungen in der Vergangenheit in den finanziellen Kennzahlen enthalten. Daher geben diese finanziellen Kennzahlen kein transparentes Bild über die Situation.

Im weiteren Verlauf werden wir somit folgende Kennzahlen näher beleuchten:

- Netzkosten in Abhängigkeit der Frequenzausstattung
- Preis für Spektrum

### **3.2.2 Quantifizierung frequenzbedingter Ausstattungsunterschiede**

Aufgrund der physikalischen Gegebenheiten hat die Nutzung unterschiedlicher Frequenzbänder Auswirkungen auf die Größe der Funkzellen und somit auch auf die Kosten und die Wettbewerbssituation eines Netzbetreibers. Der Grund ist darin zu sehen, dass die erforderliche Anzahl an Basisstationen bei Verwendung von Spektrum oberhalb von 1 GHz (sog. „Kapazitätsspektrum“) für eine gleichwertige Versorgung höher ist als bei einer Verwendung von Frequenzbändern unterhalb 1 GHz (sog. „Flächenspektrum“). Dies führt dazu, dass die Investitionen für einen Betreiber, der über keine Frequenzen unterhalb 1 GHz verfügt, höher ausfallen, um die gleiche Abdeckung zu erreichen. In Deutschland stehen aktuell 2 x 64,8 MHz (gepaart) Flächenspektrum (im 800 und 900 MHz Band) für den Mobilfunk zur Verfügung. Dieses Spektrum ist auf vier Netzbetreiber verteilt (je 2 x 22,4 MHz (gepaart) für Telekom Deutschland und Vodafone, 2 x 15 MHz (gepaart) für Telefónica und 2 x 5 MHz (gepaart) für E-Plus).

Damit stellt sich hinsichtlich der Wettbewerbsvoraussetzungen die Frage, ob E-Plus als einziger Betreiber ohne 800 MHz Spektrum und mit nur 2 x 5 MHz Spektrum (gepaart) im 900 MHz Band im Markt wettbewerbsfähig bleiben kann. Aussagekräftige Kennzahlen zur Feststellung, ob objektive ökonomisch-frequenztechnische Nachteile existieren, können aus dem Vergleich von Netz- und Frequenzkosten bei unterschiedlichen Ausbauszenarien abgeleitet werden. Diese Ausbauszenarien ergeben sich aus unterschiedlichen Frequenzausstattungen und Geschäftsmodellen der Netzbetreiber.

Wesentliche Kriterien für den Netzausbau der Mobilnetzbetreiber sind die Technologie und die Wahl des Frequenzbandes. Die Optionen für die Mobilnetzbetreiber werden in den folgenden zwei Kapiteln analysiert.

#### **3.2.2.1 Technologieentwicklung**

Für die Analyse der Wettbewerbsvoraussetzungen der Betreiber spielen neben der Frequenzausstattung auch die Marktbewegungen hinsichtlich der Diensteentwicklung und Pene-

trationsraten von verschiedenen Mobilfunknutzungen eine wichtige Rolle. Für unterschiedliche Nutzungsformen stehen unterschiedliche Technologien zur Verfügung. Da diese Technologien das Spektrum unterschiedlich nutzen und die Nachfrage unterschiedlich bedienen, besteht ein indirekter Zusammenhang zwischen der Frequenzausstattung, der Nachfrage und den eingesetzten Technologien.

Bei der Technologieentwicklung der Datenübertragung im Mobilfunk können drei unterschiedliche Funkschnittstellen unterschieden werden.

- **GSM Standard:** GSM verwendet 200 kHz Trägerfrequenzen unterteilt in 8 Zeitschlitz (FDD/TDD). Der GSM Standard sieht Datenübertragung innerhalb eines Zeitschlitzes mit bis zu 14,4 kbit/s vor. GPRS ermöglicht Datenübertragungsraten von bis zu 114 kbit/s. Für EDGE werden höherwertige Modulationsverfahren eingesetzt. Weitere technologische Entwicklungen mit verbesserter spektraler Effizienz (evolved EDGE) werden Datenraten von über 1 Mbit/s ermöglichen. Heute unterstützen GSM-Netze in der Regel GPRS und EDGE Technologie. Für die GSM-Funkschnittstelle wird heute primär das 900 und 1800 MHz Band (in den USA auch das 1900 MHz Band) eingesetzt.
- **UMTS Standard:** Zusätzlich zur GSM-Schnittstelle wurde eine auf WCDMA basierende Funkschnittstelle mit 5 MHz Trägerfrequenz entwickelt (auch als Mobilfunk der 3. Generation bezeichnet). Die Basisdatenrate für UMTS ist 384 kbit/s in der Abwärtsstrecke und 64 kbit/s in der Aufwärtsstrecke. Auch innerhalb des UMTS Standards hat die technologische Weiterentwicklung erhöhte Datenraten ermöglicht. HSPA, als Kombination von HSDPA (Abwärtsstrecke) und HSUPA (Aufwärtsstrecke) erlaubt Datenraten in der Abwärtsstrecke von bis zu 14,4 Mbit/s und in der Aufwärtsstrecke von 5,76 Mbit/s. Mit Januar 2011 sind 380 HSPA Netze (in 2/3 der Fälle ist HSPA nur in der Abwärtsstrecke implementiert) in 155 Ländern in kommerziellem Betrieb.<sup>29</sup> Dies bedeutet, dass nahezu alle WCDMA Netzbetreiber HSDPA eingeführt haben. Die Nachfolge-technologie HSPA+ wird zu einer weiteren Steigerung der Datenraten führen. Es gibt mit Januar 2011 bereits 103 kommerzielle HSPA+ Implementierungen in 57 Ländern (in Deutschland Telefónica und Telekom Deutschland).<sup>30</sup>
- **LTE Standard:** Long Term Evolution verwendet eine neue Funkschnittstelle basierend auf OFDMA in der Abwärtsstrecke und SC-FDMA in der Aufwärtsstrecke. LTE ist für Paketdatenübertragung optimiert und soll Datenraten bis zu 326 Mbit/s in der Abwärtsstrecke erreichen. Die GSA berichtet, dass 156 Netzbetreiber in 64 Staaten

---

<sup>29</sup> GSA: WCDMA-HSPA mobile broadband wallchart – February 2011, s. [www.gsacom.com](http://www.gsacom.com)

<sup>30</sup> GSA: Global HSPA + Network Commitments and Deployments, s. [www.gsacom.com](http://www.gsacom.com)

LTE Netze aufbauen oder bereits in Betrieb haben.<sup>31</sup> LTE wird insbesondere in den USA als Mobilfunk der vierten Generation vermarktet. Verizon hat am 6.1.2011 angekündigt, in den nächsten 18 Monaten zwei Drittel der US-Bevölkerung mit LTE zu versorgen. AT&T wird das LTE Netz bis Ende 2013 fertig stellen.<sup>32</sup> LTE advanced soll Datenraten von mehr als 1 Gbit/s in der Abwärtsstrecke ermöglichen und ist laut ITU als 4G Technologie eingeordnet.

Damit steht den Mobilfunknetzbetreibern ein „Ökosystem“ an Funktechnologien für mobile Breitbandnetze zur Verfügung. Während Erweiterungen innerhalb der gleichen Funkschnittstelle im Allgemeinen durch Software-Upgrades realisiert werden können, so sind die wesentlichen Erweiterungsschritte durch die unterschiedlichen Funkschnittstellen GSM, UMTS und LTE bestimmt. Die Abfolge dieser Evolutionsschritte wird sukzessive erfolgen, wie in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt.

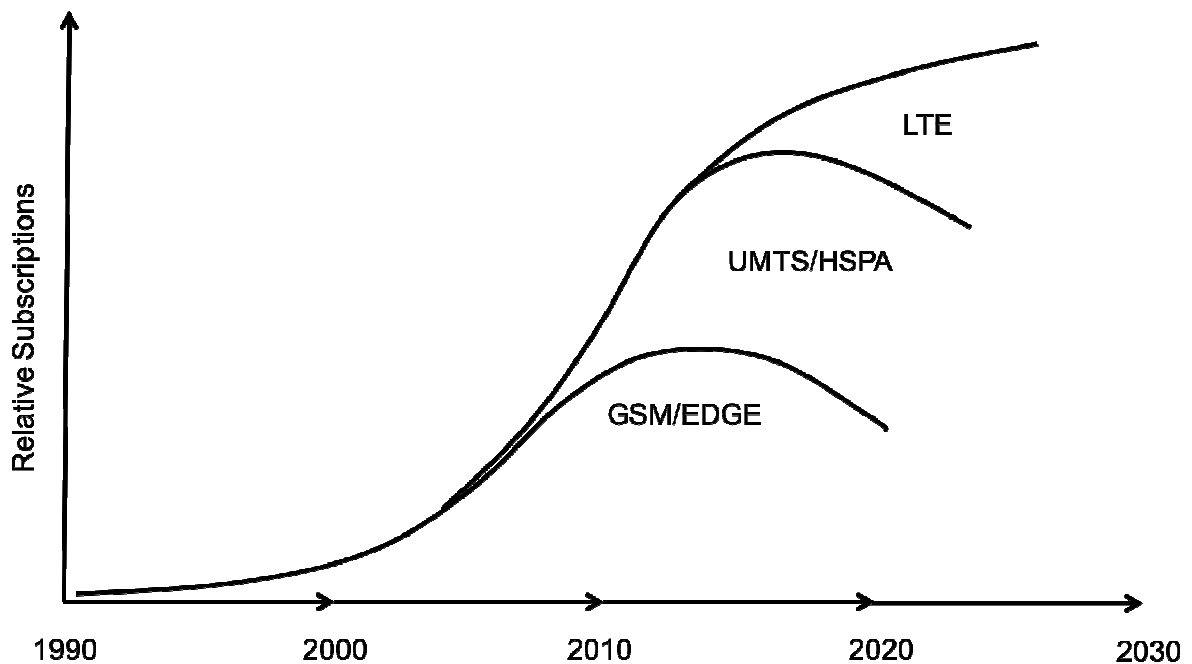


Abbildung 10: Entwicklung zu 4G<sup>33</sup>

Aktuell werden in Deutschland von allen Betreibern GSM/EDGE und UMTS/HSPA eingesetzt. Die Bevölkerungsabdeckung beträgt im GSM-Bereich nahezu 100 %, während sie bei

<sup>31</sup> GSA: Evolution to LTE – Information paper – 26 October 2010, s. [www.gsacom.com](http://www.gsacom.com); siehe auch [IDATE, 2011]

<sup>32</sup> Siehe [www.lte-world.org](http://www.lte-world.org)

<sup>33</sup> [Rysavy Research, 2010]

UMTS zwischen 59 % und 81 % beträgt.<sup>34</sup> Vodafone und Telekom Deutschland haben angekündigt, im 800 MHz Band LTE Technologie einsetzen zu wollen. E-Plus hat für das erste Quartal 2011 einen LTE Feldversuch angekündigt. Telefónica plant den kommerziellen Einsatz von LTE im Jahr 2011.<sup>35</sup>

Für die Abdeckung des zu erwartenden Bedarfs an mobilem Breitband sehen wir GSM/EDGE Technologie nicht als ausreichend an. Nur UMTS und LTE können attraktive Breitbanddienste unterstützen. Aufgrund des aktuellen Trends zu LTE sehen die Ausbauszenarien nur diese Technologie vor.

### **3.2.2.2 Welches Frequenzband werden die Netzbetreiber verwenden?**

Eine wesentliche Rahmenbedingung ist, welches Frequenzspektrum die Netzbetreiber für den Ausbau eines flächendeckenden Breitbandnetzes wählen. Während bisher UMTS Technologie im 2100 MHz Band als einzige Option zur Verfügung stand, gibt es heute folgende weitere Optionen:

- Am 12. Oktober 2009 wurde durch die Flexibilisierungsentscheidung der BNetzA ermöglicht, dass auch das 900 und 1800 MHz Band als Optionen für Breitbandausbau mit UMTS oder LTE zur Verfügung stehen. Betreiber, die dies nutzen wollen, können einen entsprechenden Antrag stellen.
- Im Frühjahr 2010 wurden Frequenzen der sog. „Digitalen Dividende“ versteigert. Die Nutzung dieser Frequenzen ist mit der besonderen Auflage versehen, zunächst die weißen Flecken der Breitbandversorgung abzudecken.
- Die Vergabe von Spektrum im Jahr 2010 (800, 1800, 2100 und 2600 MHz) ist bereits technologieneutral erfolgt.

Damit bestehen für die vier deutschen Netzbetreiber eine Vielzahl von Möglichkeiten zum Ausrollen eines flächendeckenden Breitbandnetzes. Obwohl dieser Ausbau prinzipiell in allen Frequenzbereichen realisiert werden kann, so ist wegen der besseren Ausbreitungsbedingungen das Spektrum unterhalb von 1 GHz zu bevorzugen. Im Folgenden werden die Argumente dargestellt, die aus Sicht der einzelnen Netzbetreiber für bzw. gegen eine Nutzung der Frequenzbänder sprechen:

---

<sup>34</sup> Vgl. [BNetzA Jahresbericht 2009], S. 93.

<sup>35</sup> Zu den Ankündigungen siehe [www.lte-world.org](http://www.lte-world.org).

- **800 MHz Band:** Telekom Deutschland, Vodafone und Telefónica haben je 2 x 10 MHz gepaartes Spektrum im 800 MHz Bereich ersteigert. Telekom Deutschland, Vodafone und Telefónica haben angekündigt, dieses Spektrum mit LTE Technologie zu nutzen und den Netzausbau zu forcieren.<sup>36</sup> Nach den Auflagen muss die Versorgung der weißen Flecken bis 2016 erfolgen. Man kann aber davon ausgehen, dass der Ausbau schon früher abgeschlossen sein wird. E-Plus hat in der Auktion im Frühjahr 2010 kein Spektrum im 800 MHz Bereich ersteigert.
- **900 MHz Band:** Telekom Deutschland und Vodafone haben Nutzungsrechte an je 12,4 MHz gepaartem Spektrum im 900 MHz Bereich. Durch die Flexibilisierungsentscheidung der BNetzA kann dieses Spektrum auf Antrag der Rechteinhaber und nach Maßgabe der geänderten GSM-Richtlinie technologieneutral genutzt werden. Bisher wurde weder von Vodafone noch von Telekom Deutschland ein entsprechender Antrag gestellt. Wir gehen auch davon aus, dass dieser Bereich in den nächsten Jahren primär für GSM-Technologie und für Sprachdienste genutzt wird (siehe auch unsere Beantwortung zu Frage 3).

E-Plus und Telefónica haben jeweils nur 5 MHz gepaartes Spektrum im 900 MHz Band. Dieses Spektrum wäre zwar für UMTS ausreichend, ob eine Parallelnutzung für UMTS und GSM möglich ist, wird allerdings in der Industrie unterschiedlich diskutiert. Nach den ETSI Empfehlungen ist für UMTS Implementierung 5 MHz Spektrum erforderlich. Qualcomm hat in seiner Stellungnahme zum Impulspapier darauf hingewiesen, dass eine praktische Implementierung auch bereits mit einem Trägerabstand von 2,2 MHz im koordinierten Betrieb möglich ist. Damit wäre ein Parallelbetrieb von UMTS mit 4 GSM-Trägerfrequenzen in einem Spektrum von 5 MHz möglich. Eine Parallelnutzung zwischen GSM und LTE Technologie wäre technisch möglich, da LTE bereits bei 1,4 MHz Spektrum eingesetzt werden kann. Wir glauben, dass Telefónica diese Möglichkeit nicht nutzen wird, da Spektrum im 800 MHz Bereich als Alternative zur Verfügung steht.

E-Plus hat die Möglichkeit und auch ökonomisches Interesse, diese Frequenzen für andere Technologien zu nutzen, da eine Verschiebung der GSM-Nutzer in das 1800 MHz Band für E-Plus einfacher ist und andererseits kein 800 MHz Spektrum zur Verfügung steht. Dies wird auch argumentativ dadurch unterstützt, dass E-Plus als einziger Mobilfunkbetreiber bereits einen Antrag auf Nutzung des 900 MHz Bandes an 25 konkret genannten Standorten durch 3G Technologie gestellt hat und zwar in Bereichen, in denen das Spektrum durch GSM-Technologie nicht genutzt wird. Dieser Antrag wurde von der BNetzA genehmigt. E-Plus hat von allen Netzbetreibern am meisten Spektrum im 1800 MHz Band. Da E-Plus erst ab 2006 Zugang zu Spektrum im 900 MHz Band

---

<sup>36</sup> Siehe [www.iteworld.org](http://www.iteworld.org) "Vodafone Germany selects Ericsson, Huawei for LTE development", 21. Juli 2010 und Pressemeldung der Deutschen Telekom vom 14.6.2010 "Deutsche Telekom startet bundesweiten LTE-Netzausbau in Ostdeutschland und schließt weiße Flecken" ([www.telekom.com](http://www.telekom.com)), "Telefónica O2 builds LTE network in Germany", 30. Juli 2010, <http://iteworld.org/news/telefonica-o2-builds-lte-network-germany>.

bekommen hat, wurde bereits mit Ausstattung von 1800 MHz Spektrum eine Bevölkerungsabdeckung von 98 % erreicht.<sup>37</sup> Auch wenn nicht sichergestellt ist, dass alle Basisstationen für 1800 MHz noch verfügbar sind (z.B. weil es nach dem Schwenk auf die Frequenzen des 900 MHz Bandes zum Rückbau von Basisstationen gekommen sein kann), so dürfte E-Plus doch am besten von allen Netzbetreibern in der Lage sein, die gesamte GSM-Sprachtelefonie in das 1800 MHz Band zu verlagern.

- **1800 MHz Band:** Das 1800 MHz Band war bisher für GSM-Technologie vorgesehen. Anträge auf technologieneutrale Nutzung sind nach der Flexibilisierungsentscheidung der BNetzA möglich. Telekom Deutschland hat einen entsprechenden Antrag für einen früher zugeteilten 2 x 5 MHz Block gestellt und die Verbindung mit 3 Blöcken aus der jüngsten Vergabe zur Nutzung mit LTE Technologie beantragt. Wir gehen davon aus, dass Vodafone und Telefónica dieses Band primär für GSM-Technologie nutzen. Allerdings könnte das durch E-Plus und Telekom Deutschland im Mai 2010 erworbene Spektrum für Breitband eingesetzt werden. Dabei ist auch zu bedenken, dass die Netze von E-Plus und Telefónica auf Flächendeckung mit dem 1800 MHz Band ausgelegt wurden und diesen Netzbetreibern Spektrum im 900 MHz Band erst seit 2006 zur Verfügung steht.
- **2100 MHz Band:** In diesem Band werden UMTS Systeme betrieben. Nach dem Jahresbericht der BNetzA 2009 variiert die UMTS Netzabdeckung zwischen 59 % und 81 % der Bevölkerung. Es ist davon auszugehen, dass alle Netzbetreiber dieses Band weiterhin für UMTS/HSPA Datendienste in Verdichtungsräumen nutzen werden. Da die Kosten für eine Flächenabdeckung im Frequenzbereich über 1 GHz wesentlich höher sind, als im Bereich unter 1 GHz, werden Netzbetreiber – falls verfügbar – Spektrum unter 1 GHz für eine Flächendeckung nutzen. Eine Rahmenbedingung ist auch das Geschäftsmodell des Netzbetreibers. Es kann zum Beispiel durch Konzentration auf Verdichtungsräume und Verzicht auf Flächenabdeckung ein durchaus profitables Geschäftsmodell gestaltet werden.
- **2600 MHz Band:** Spektrum im 2,6 GHz Band wurde im Frühjahr 2010 von allen Netzbetreibern erworben. Dieses Spektrum kann in Kombination mit Flächenspektrum zur Abdeckung von Verdichtungsräumen eingesetzt werden. Ob man mit den bestehenden Standorten auskommt oder eine erhebliche Anzahl neuer Standorte erforderlich ist, ist allerdings zu untersuchen.

Neben der Auswahl des Frequenzbandes ist auch die Verfügbarkeit an Endgeräten maßgeblich. Heute sind GSM-Endgeräte für die Frequenzbereiche 900, 1800 und 1900 MHz ausgelegt. Für UMTS wird das Frequenzband 2100 MHz verwendet.

---

<sup>37</sup> ITWissen "E-Plus": ... 1997 war der Netzausbau in Deutschland bei ca. 6.500 Basisstationen bis zu einer Flächendeckung von 98 % fertig gestellt. ... (<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/E-Plus-E-Plus.html> - abgerufen am 21. Februar 2011).



Geräte mit Unterstützung von UMTS oder LTE Technologie im 800, 900 und 1800 MHz Band werden in Abhängigkeit vom Bedarf sukzessive entwickelt, wobei der Trend zu Multiband und Multi-Technologie Implementierungen geht. Gerade bei mobilem Breitband kann man davon ausgehen, dass der Großteil der Endgeräte Dongles für Laptops sein werden. In diesem Fall können Netzbetreiber diese Endgeräte gemeinsam mit einer Subskription verkaufen.

### 3.2.2.3 Szenarien für das Zugangsnetz

Aus diesen Überlegungen haben wir folgende Szenarien abgeleitet. Die Szenarien unterscheiden nach Netzbetreibern und ihrer Frequenzausstattung.

**Szenario 0: Telekom Deutschland, Vodafone und Telefónica** werden das Spektrum von 2 x 10 MHz im 800 MHz Band für das Ausrollen eines flächendeckenden Breitbanddienstes nutzen. Dabei wird der Fokus zunächst auf der Versorgung der weißen Flecken liegen. Nach der Erfüllung der Auflagen, die wir aber bereits vor 2016 erwarten, wird das Spektrum auch in den Verdichtungsräumen verwendet werden. Die Kosten für die Erbringung dieses Dienstes im 800 MHz Band sind den Kosten für den Erwerb der Frequenzen gegenüber zu stellen.

Das 900 MHz Band wird weiterhin für GSM-Sprachdienste genutzt werden. Das 2,1 GHz Band wird zur Kapazitätsabdeckung in Verdichtungsräumen verwendet werden.

Der Ausbau im 800 MHz Band ist kostengünstiger als die Verwendung des 900 MHz Spektrums, da für 800 MHz keine Räumungskosten anfallen. Wir gehen davon aus, dass die erforderlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz von LTE im 800 MHz Band (Endgeräte, Grenzkoordination) in Kürze gegeben sein werden. Dies ist wahrscheinlich, weil durch die Frequenzversteigerung 2010 der Marktbedarf geschaffen wurde. Dies bedeutet, dass zur Untersuchung von Wettbewerbsnachteilen von einer konservativen Annahme ausgegangen wird.

E-Plus hat eine Reihe von Handlungsoptionen, die wir in folgenden Szenarien für das Zugangsnetz zusammenfassen:

- **Szenario 1:** E-Plus benutzt das 1800 MHz Band für den Ausbau eines flächendeckenden mobilen Breitbandnetzes. Wir gehen von der Verwendung von 2 x 10 MHz gepaar-

tem Spektrum aus. Als Kosten für die Ersteigerung des Spektrums verwenden wir die Ergebnisse der Auktion im Frühjahr 2010. Wir gehen davon aus, dass ebenfalls LTE Technologie eingesetzt wird. Die Verfügbarkeit von LTE 1800 Endgeräten wird vom Bedarf abhängen. Es gibt ein kommerzielles LTE 1800 Netz in Polen (Mobyland) und eine Anzahl von Feldversuchen.

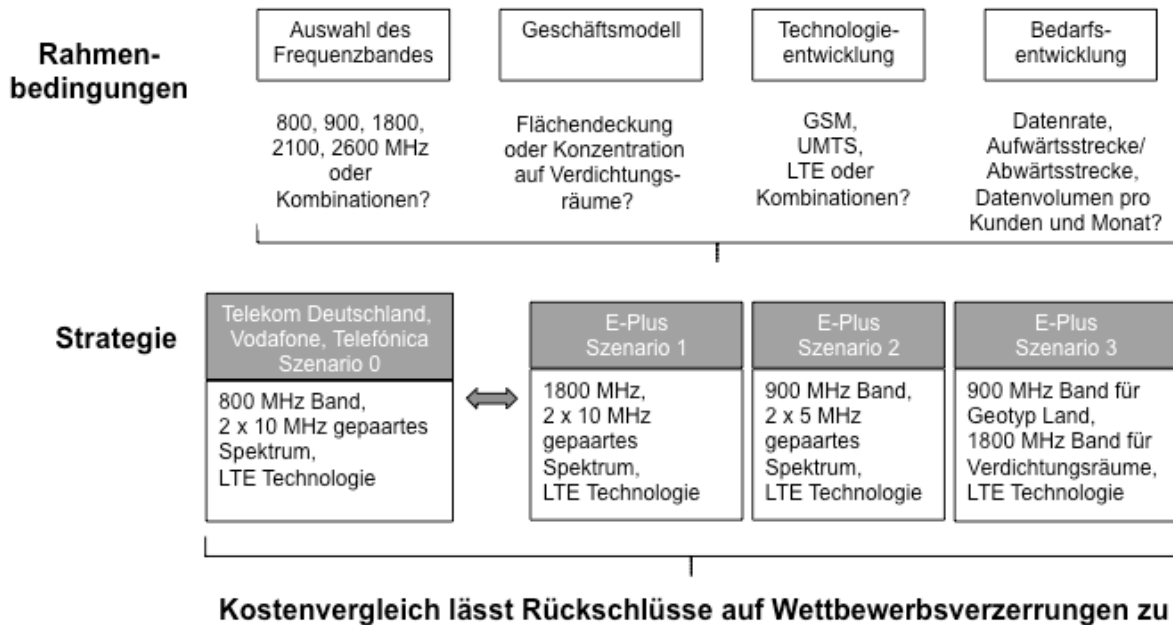
- **Szenario 2:** E-Plus verwendet das 900 MHz Spektrum für den Ausbau eines flächendeckenden Breitbandnetzes. Dabei kommt LTE Technologie zum Einsatz. In diesem Bereich stehen nur 2 x 5 MHz gepaartes Spektrum zur Verfügung, sodass der kapazitätsgetriebene Modus entsprechend früher erreicht wird. Um das 900 MHz Spektrum nutzen zu können, wird E-Plus die GSM-Teilnehmer in das 1800 MHz Band verlegen.
- **Szenario 3:** Bei diesem Szenario gehen wir davon aus, dass das 900 MHz Band gemäß Szenario 2 für Flächenabdeckung in ländlichen Bereichen verwendet wird, aber in Verdichtungsräumen (Vorstadt, Stadt und Innenstadt) das 1800 MHz Band zur Kapazitätsabdeckung herangezogen wird.

Die konkreten, im Folgenden durchgeführten Berechnungen beschränken sich auf das 1800 MHz Band und LTE Technologie. Wir gehen davon aus, dass sich die Ausbreitungsbedingungen im 2100 MHz Band nur geringfügig unterscheiden. Verwendet man UMTS Technologie, so bedeutet diese eine geringere spektrale Effizienz. Wir behandeln die Sensitivitätsanalyse der Szenarien in Kapitel 3.2.7.

Die Berechnungen beziehen sich auf die Implementierung eines mobilen Breitbandnetzes. Die Erbringung des Sprachdienstes wird bei den folgenden Berechnungen nicht explizit betrachtet. Wir gehen davon aus, dass Sprache weiterhin mit GSM oder UMTS Technologie in den Frequenzbändern 900, 1800 und 2100 MHz erbracht wird.

Mit diesen Annahmen sind sicherlich nicht alle möglichen Handlungsoptionen erfasst. Ziel ist es, aus wahrscheinlichen bzw. möglichen Szenarien eine Abschätzung der Kostenunterschiede beim Netzausbau abzuleiten. Wir gehen davon aus, dass die Verwendung des 800 MHz Spektrums Kostenvorteile beim Netzausbau bietet, diese Kostenvorteile aber dem höheren Betrag zur Ersteigerung der Frequenzen gegenüberzustellen sind. Andererseits wird E-Plus im Szenarien 1 mit höheren Netzausbaukosten konfrontiert sein, denen aber niedrigere Kosten beim Erwerb der Frequenzen gegenüber stehen. Mit dieser Darstellung wird angestrebt, ein Feld an Handlungsoptionen aufzuzeigen, innerhalb derer sich die Netzbetreiber mit ihren Strategien bewegen (können) und die für die Betrachtung der Wettbewerbsposition auf dem Markt relevant sind.

Abbildung 11 fasst die Methode sowie die Szenarien, die wir für einen Vergleich ausgewählt haben, zusammen:



**Abbildung 11: Methode zur Feststellung von ökonomisch-frequenztechnischen Nachteilen**

Netzbetreiber werden tendenziell den niedrigst möglichen zur Verfügung stehenden Frequenzbereich zum Ausbau eines flächendeckenden Breitbandnetzes wählen. Da E-Plus nur über 2 x 5 MHz Spektrum unterhalb von 1 GHz verfügt, soll analysiert werden, ob dies zu einem objektiven Wettbewerbsnachteil führen könnte oder ob E-Plus die unterschiedliche Ausstattung mit Frequenzen durch andere Ausbaustrategien ausgleichen kann. Als Referenzszenario für Telekom Deutschland, Vodafone und Telefónica wurde ein Ausbau im 800 MHz Band gewählt. Dieses Szenario wird im Zusammenhang mit den Frequenzkosten der Versteigerung im Frühjahr 2010 einen Vergleichsmaßstab (Referenz) für die Kosten ergeben. Für E-Plus haben wir mehrere unterschiedliche Szenarien analysiert, die ebenfalls mit den jeweiligen Frequenzkosten zu kombinieren sind. Dieser Vergleich lässt Rückschlüsse über etwaige Wettbewerbsnachteile zu.

### 3.2.3 Parameter für den Netzausbau

Wie bereits festgestellt, hängt die Anzahl der benötigten Basisstationen von der Frequenz-ausstattung ab und dies beeinflusst daher die Netzkosten. Nachfolgend gehen wir auf diese

Auswirkungen näher ein und legen die Parameter fest, die für eine Quantifizierung erforderlich sind. Dabei unterscheiden wir zwischen Netzausbau für Flächendeckung und Kapazität.

### 3.2.3.1 Netzausbau für Flächendeckung

Für die Berechnung der Netzkosten eines Mobilfunknetzbetreibers ist die Anzahl der Basisstationen maßgeblich. Grundlage dafür sind die Zellradien, mit denen im jeweiligen Frequenzband eine Versorgung in der gewünschten Qualität erreicht werden kann. Diese Zellradien hängen von technologischen Parametern und von der Benutzer-Datenrate ab.

Wir haben uns bei der Datenrate nicht auf Spitzenabdeckung festgelegt, sondern legen unseren Berechnungen eine konstante Datenrate über den gesamten Versorgungsbereich zugrunde. Diese beträgt in der Abwärtsstrecke 2,4 Mbit/s und in der Aufwärtsstrecke 384 kbit/s. Diese Datenraten können sowohl mit UMTS/HSPA als auch mit LTE Technologie realisiert werden, nicht aber mit GSM-Technologie. Bei diesen Annahmen orientieren wir uns am Stand der Technik. Mit den Annahmen über die Datenrate sowie weiteren Annahmen jüher das Link Budget können die Zellradien berechnet werden.

Üblicherweise werden für Kostenmodellierungen die Bereiche Innenstadt, städtisch, Vorstadt und ländlicher Bereich unterschieden. Bei der Aufteilung der Fläche Deutschlands zu Besiedelungsklassen orientieren wir uns am Gutachten von Prof. Wiesbeck, der 1 % der Fläche als Stadt- und Innenstadt-Bereich und 10 % als Vorstadt-Bereich angenommen hat. Wir nehmen zusätzlich an, dass ein Zehntel des städtischen Bereichs als Innenstadt bewertet wird. Um den Ausbau für eine bestimmte Bevölkerungsabdeckung zu berechnen, sind weitere Annahmen bezüglich Bevölkerungsdichte notwendig. Dafür verwenden wir Annahmen, die OFCOM für Großbritannien getroffen hat:

Besiedelungsklasse	Fläche (km <sup>2</sup> )	Bevölkerungsdichte	Einwohner (Mio.)
Innenstadt	355,8	5.000	1,779
Stadt	3.202	5.000	16,01
Vorstadt	35.575	1.261	44,86
Land	316.621	61	19,352
Gesamt	355.754	-	82,002

**Tabelle 2: Besiedelungsklassen in Deutschland**

Demnach sind etwa 23 % der Bevölkerung dem ländlichen Raum zuzuordnen. Für die Berechnung gehen wir davon aus, dass Innenstadt, städtischer und Vorstadt-Bereich komplett durch Funkzellen abzudecken sind. Die Anzahl der Funkzellen im ländlichen Raum ergibt sich aus dem eingestellten Prozentsatz der Bevölkerungsabdeckung. Für die folgenden Szenarien rechnen wir mit einem Wert von 98 %.

Tabelle 3 gibt die Zellradien für LTE Technologie und Verwendung von 2 x 10 MHz Spektrum (gepaart) an, die wir dieser Studie zugrunde legen. In der Abwärtsstrecke wird 2 x 2 MIMO (multiple-input multiple-output) und in der Aufwärtsstrecke 2 x Empfangsdiversität angenommen. Unter den getroffenen Annahmen ist die Aufwärtsstrecke der begrenzende Faktor:

Frequenzband	Zellradien (km)			
	Innenstadt	Stadt	Vorstadt	Land
800 MHz	0,741	1,425	7,799	11,544
900 MHz	0,702	1,350	7,389	10,937
1800 MHz	0,371	0,713	3,899	5,771

**Tabelle 3: Zellradien für LTE (Quelle: ITC)**

Diesen Werten liegt eine Gebäudedämpfung von 23, 17, 10 und 10 dB zugrunde (Innenstadt, Stadt, Vorstadt und Land). Es handelt sich um harmonisierte Zahlen aufgrund einer Befragung von nicht-deutschen kommerziellen Mobilfunknetzbetreibern (basierend auf dem Ausbreitungsmodell von COST-HATA).

Aus diesen Berechnungen ergibt sich die Anzahl der Basisstationen für Flächendeckung.

### 3.2.3.2 Netzausbau für Kapazität

Die Kosten für Netzabdeckung, die im vorigen Kapitel analysiert wurden, sind nur dann relevant, wenn das Netz nicht zu 100 % bei der Erreichung der Netzabdeckung ausgelastet wird. In modernen Mobilfunknetzen ist aber die Netzauslastung so hoch, dass die Kapazitätsgrenzen der Basisstationen überschritten werden und somit weitere Basisstationen ausgebaut

werden müssen.<sup>38</sup> Wenn die Kapazität erhöht wird, geschieht dies durch die Verdichtung des Netzes durch weitere Basisstationen.

Diese Tatsache hat Konsequenzen für die Netzkosten von Betreibern mit wenig oder gar keinen Frequenzen unterhalb von 1 GHz. Diese Frequenzen bieten hauptsächlich einen Vorteil, um die Netzabdeckung zu erreichen. Wenn aber die nachgefragte Kapazität im Netz die vorhandene Kapazität bei einem auf Flächendeckung ausgelegten Netz übersteigt, ist der Vorteil durch die größeren Zellradien bei niedrigeren Frequenzbändern weniger relevant. Dies heißt: je größer die Nachfrage nach Diensten mit hohem Frequenzbedarf, desto geringer ist der Vorteil von Flächenspektrum.

Wir gehen von einer Gesamtpenetration an Datendiensten von 132 %<sup>39</sup> und einem Marktanteil von 25 % pro Netzbetreiber<sup>40</sup> aus. Damit errechnet sich die Anzahl der Mobilfunkteilnehmer pro km<sup>2</sup> aus der Bevölkerungsdichte multipliziert mit der Penetrationsrate und dem Marktanteil. Angesichts des heutigen Anteils an Nutzern von mobilem Breitband mag die gewählte Penetrationsrate hoch erscheinen, allerdings führen wir eine zukunftsorientierte Betrachtung durch und können sowohl aus den Zahlen von Destatis (s. Abbildung 28) als auch aus internationalen Entwicklungen ableiten, dass eine erhebliche Erhöhung der Penetration und Nutzung zu erwarten ist. Sensitivitätsbetrachtungen dazu, ebenso wie zu der Höhe des Marktanteils, nehmen wir in Kapitel 3.2.7 vor.

Das Datenvolumen eines durchschnittlichen Benutzers wird nach internationalen Studien<sup>41</sup> bei 1 GB/Monat liegen. Die Umrechnung auf die erforderliche Kapazität setzt auf verkehrstheoretische Grundlagen auf (30 Verkehrstage pro Monat und 15 % des täglichen Verkehrs in der Hauptverkehrsstunde). Damit ergibt sich eine durchschnittliche Datenrate von 11,1 kbit/s und Benutzer. Als Kapazität einer Basisstation nehmen wir 50 Mbit/s an.<sup>42</sup> Die Anzahl der Basisstationen für Kapazität ergibt sich nun aus dem Bedarf je Geotyp geteilt durch die Kapazität einer Basisstation.

---

<sup>38</sup> Vgl. Empfehlung der Kommission vom 7. Mai 2009 über die Regulierung der Festnetz- und Mobilfunk-Zustellungsentgelte in der EU, s. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:124:0067:0074:DE:PDF>

<sup>39</sup> [BNetzA Jahresbericht 2009]

<sup>40</sup> Entspricht dem durchschnittlichen Marktanteil bei vier Betreibern.

<sup>41</sup> Vgl. [OFCOM, 2009]

<sup>42</sup> Vgl. [PAConsulting, 2010], Tabelle 7. Demnach ergibt sich bei einer spektralen Effizienz von 1,7 bit/s/Hz eine Kapazität von 17 Mbit/s pro Sektor. Wir gehen von drei Sektoren pro Basisstation aus.

Die Parameter sind in Tabelle 4 zusammengefasst:

Faktoren	Annahmen
Marktanteil	25 %
Penetrationsrate der Datenkunden	132 %
Datenvolumen pro Kunde	11,1 kbit/s/Nutzer
maximale Datenrate pro Basisstation	50 Mbit/s

**Tabelle 4: Annahmen für Kapazitätsberechnung**

Für die Berechnungen der Netzkosten gehen wir von Investitionen von ca. 60.000 Euro für die Errichtung einer neuen Basisstation<sup>43</sup> und weiteren 40.000 Euro für die Installation der Technik aus. Dazu kommen die laufenden Kosten in Höhe von 28.600 Euro für Basisstationen im städtischen Bereich, 25.100 Euro für Vorstadt und 21.600 Euro für ländliche Gebiete.<sup>44</sup> Für die Kostenberechnung wird eine Lizenzlaufzeit von 15 Jahren betrachtet und eine Kapitalverzinsung von 10 %<sup>45</sup> angenommen.

<sup>43</sup> [BNetzA Anhörungsverfahren Mobilfunkterminierungsentgelte]

<sup>44</sup> [Rendon, 2008], Seite 36, inklusive Kosten für „Site lease“, „Transmission“, „energy consumption“ and O&M. Wie bereits oben erwähnt ist diese Annahme konservativ, weil der Wettbewerbs- und Preiseffekt, der durch fernöstliche Hersteller entsteht, hier nicht eingepreist ist. Vgl. zur Rolle dieser Hersteller z.B. <http://www.lte-mobile.net/blog/lte-news/vertiefung-der-zusammenarbeit-zwischen-kpn-mobile-und-zte.html> (abgerufen am 5.3.2011), und <http://www.teltarif.de/vodafone-lte-ausbau-september/news/39481.html> (abgerufen am 5.3.2011).

<sup>45</sup> Die Kapitalkosten (WACC) sind betreiberspezifisch und hängen u.a. von Geschäftsmodell, Kapitalstruktur und Risikostruktur ab. Über die Zeit ändern sich die Kapitalkosten mit den Zinsen und den Renditeerwartungen auf den Kapitalmärkten. Um eine geschäftsmodellneutrale Bewertung durchzuführen, wurde ein WACC von 10 % angenommen, der mit dem WACC großer europäischer Telekommunikationsanbieter vergleichbar ist; siehe [Petinis, 2009].

Parameter	Annahmen
Kapitalverzinsung	10 %
Errichtung neuer Basisstationen	60.000 Euro
Technische Ausstattung je Basisstation	40.000 Euro
Laufende jährliche Kosten je Basisstation (Innenstadt und Stadt)	28.600 Euro
Laufende jährliche Kosten je Basisstation (Vorstadt)	25.100 Euro
Laufende jährliche Kosten je Basisstation (Land)	21.600 Euro

**Tabelle 5: Annahmen für Kostenberechnung**

Zu berücksichtigen ist des Weiteren, dass die Kalkulationen auf der Basis eines Greenfield-Ansatzes vorgenommen werden und dass Preise für die Netzausrüstung angenommen werden, die sich an den heutigen Werten westlicher Hersteller orientieren. In der Realität werden die Netzbetreiber einen beträchtlichen Anteil ihrer bestehenden Basisstationen nutzen können und mit neuer Technologie ausstatten, was bedeutet, dass das Erfordernis zur Errichtung weiterer Basisstationen geringer ist. Des Weiteren ist es durch das Vordringen von Herstellern vor allem aus Fernost dazu gekommen, dass der Wettbewerb im Ausrüstermarkt sich intensiviert hat und die Preise gesunken sind. Auch dies hat einen Einfluss auf das Ergebnis der Berechnungen. Die Grundannahmen unserer Kalkulation sind daher sehr konservativ.

### 3.2.4 Kalkulation der Auswirkungen der Frequenzausstattung

Nach der dargestellten technischen Sachlage ergibt sich, dass die unterschiedliche Reichweite und die damit verbundenen Kosten bei unterschiedlichen Frequenzbändern als die hauptsächlich technisch-ökonomisch relevante Kennzahl anzusehen ist. Diese Reichweite stellt den „Wert“ verschiedener Frequenzen dar. Für diesen unterschiedlichen Wert haben die Betreiber unterschiedliche Preise bezahlt. Die Verknüpfung von ökonomischen und frequenztechnischen Kennzahlen zeigt somit einen Zielkonflikt (Trade-off) zwischen den Frequenzkosten und dem Frequenznutzen.

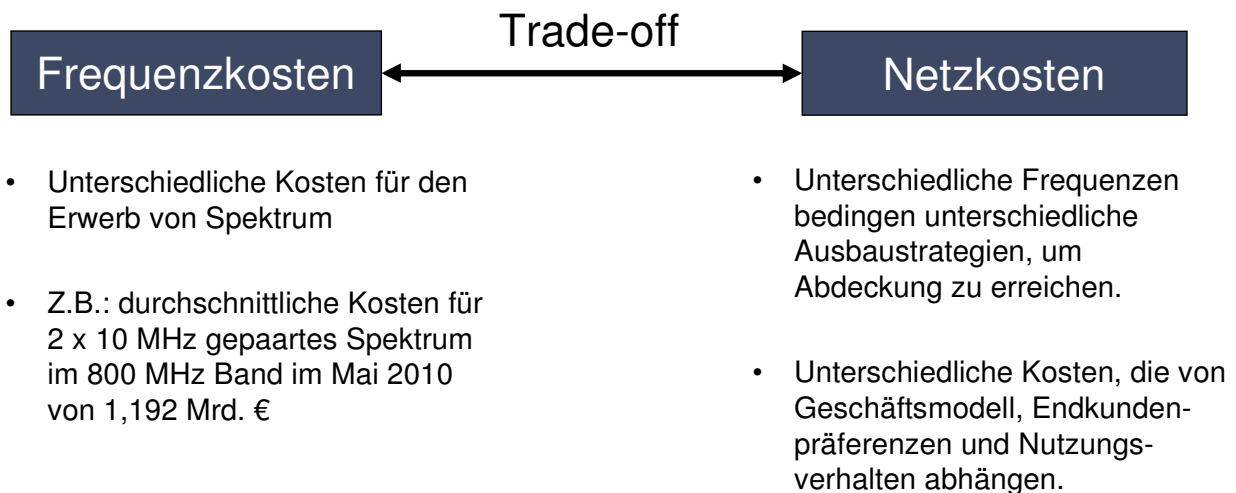
Der Vorteil des teureren Flächenspektrums (Spektrum unterhalb von 1 GHz) ergibt sich hauptsächlich dann, wenn die Kapazität für ein Netz bei erreichter Wunsch-Netzabdeckung



ausreicht. Dies führt dazu, dass der Netzbetreiber sein Netz mit Basisstationen erweitern muss, wenn die Nachfrage für die angebotenen Dienste und die Marktanteile des Netzbetreibers hoch sind. Es wird in diesem Zusammenhang von kapazitätsgetriebenen Kosten gesprochen. Der Vorteil des Flächenspektrums ist bei Berücksichtigung von kapazitätsgetriebenen Kosten deutlich geringer als bei Flächenabdeckung.

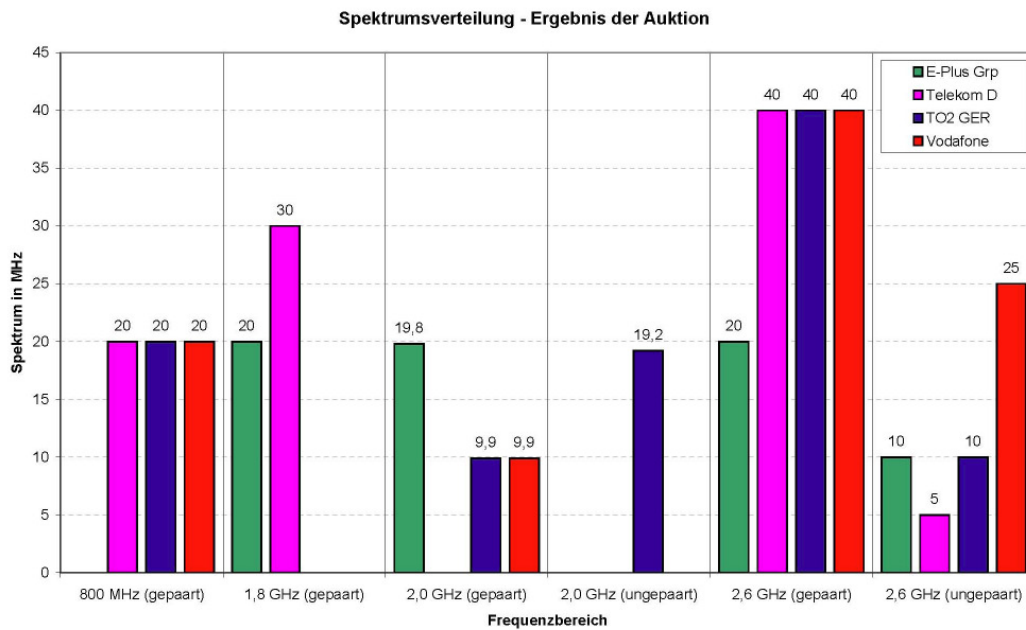
Als weiterer Aspekt kommt hinzu, dass die Kosten je nach Besiedelungsklasse entweder kapazitäts- oder flächengetrieben sind. Dies führt dazu, dass die Verteilung der Nachfrage die wirtschaftlichen Vorteile von Flächenspektrum beeinflusst. Die Verteilung der Nachfrage hängt davon ab, wie die Verteilung der Bevölkerung, das Nutzungsverhalten, die Mobilität der Endkunden sowie die Präferenz „überall“ zu telefonieren bei den Endnutzern sich entwickelt.

Abbildung 12 stellt die Zusammenhänge dar, die den Zielkonflikt zwischen den Kosten für Spektrum und den Netzkosten unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren kennzeichnen. Darin ist ersichtlich, dass die Frequenzkosten eine bedeutende Rolle spielen.



**Abbildung 12: Trade-off zwischen Frequenzkosten und Netzkosten**

Abbildung 13 zeigt die Spektrumsverteilung auf die vier deutschen Mobilfunkbetreiber für die im Rahmen der Versteigerung im Jahr 2010 vergebenen Frequenzen.<sup>46</sup> Der Gesamtbestand an Frequenzen für die Bereiche 900 und 1800 MHz sowie 2 GHz einschließlich der Bestandsfrequenzen wird in Abbildung 1 bis Abbildung 3 dargestellt.



**Abbildung 13: Ergebnis der Auktion im Frühjahr 2010**

Die Ergebnisse aus der letzten Versteigerung hinsichtlich des auktionierten Spektrums und die Kosten dafür, werden in Abbildung 14 dargestellt:

<sup>46</sup> [BNetzA Frequenzvergabe 2010]

Ende der Auktion					Ende der Auktion				
Frequenzbereich	Block	Ausstattung	Höchstbieter	Höchstgebot (€ in Tsd)	Frequenzbereich	Block	Ausstattung	Höchstbieter	Höchstgebot (€ in Tsd)
0,8 GHz (gepaart)	0,8 GHz A	2x5 MHz konkret	To2 GER	616.595	2,6 GHz (gepaart)	2,6 GHz A	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	19.096
	0,8 GHz B	2x5 MHz abstrakt	To2 GER	595.760		2,6 GHz B	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	19.025
	0,8 GHz C	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	570.849		2,6 GHz C	2x5 MHz abstrakt	To2 GER	17.364
	0,8 GHz D	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	582.949		2,6 GHz D	2x5 MHz abstrakt	To2 GER	17.364
	0,8 GHz E	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	583.005		2,6 GHz E	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	18.948
	0,8 GHz F	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	627.317		2,6 GHz F	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	19.025
1,8 GHz (gepaart)	1,8 GHz A	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	20.700		2,6 GHz G	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	19.069
	1,8 GHz B	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	20.700		2,6 GHz H	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	19.038
	1,8 GHz C	2x5 MHz abstrakt	Telekom D	19.869		2,6 GHz I	2x5 MHz abstrakt	To2 GER	18.948
	1,8 GHz D	2x5 MHz konkret	E-Plus Grp	21.550		2,6 GHz J	2x5 MHz abstrakt	E-Plus Grp	18.931
	1,8 GHz E	2x5 MHz konkret	E-Plus Grp	21.536		2,6 GHz K	2x5 MHz abstrakt	E-Plus Grp	17.739
2,0 GHz (gepaart)	2,0 GHz A	2x4,95 MHz konkret	Vodafone	93.757		2,6 GHz L	2x5 MHz abstrakt	To2 GER	17.739
	2,0 GHz B	2x4,95 MHz konkret	E-Plus Grp	103.323		2,6 GHz M	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	17.739
	2,0 GHz C	2x4,95 MHz konkret	E-Plus Grp	84.064		2,6 GHz N	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	17.752
	2,0 GHz D	2x4,95 MHz konkret	To2 GER	66.931	2,6 GHz (ungepaart)	2,6 GHz O	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	9.130
2,0 GHz (ungepaart)	2,0 GHz E	1x5 MHz konkret	To2 GER	5.731		2,6 GHz P	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	9.130
	2,0 GHz F	1x14,2 MHz konkret	To2 GER	5.715		2,6 GHz Q	1x5 MHz abstrakt	Telekom D	8.598
Ausgeschiedene Bieter:						2,6 GHz R	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	8.598
						2,6 GHz S	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	9.051
						2,6 GHz T	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	9.051
						2,6 GHz U	1x5 MHz abstrakt	E-Plus Grp	8.273
						2,6 GHz V	1x5 MHz abstrakt	To2 GER	8.229
						2,6 GHz W	1x5 MHz abstrakt	To2 GER	8.229
						2,6 GHz X	1x5 MHz abstrakt	E-Plus Grp	8.229
					Summe aller gehaltenen Höchstgebote (€ in Tsd)		4.384.646		
					Zahlungsverpflichtung aufgrund zurückgenommener Höchstgebote (€ in Tsd)		0		
					Summe		4.384.646		

Abbildung 14: Erlöse – Ergebnis der Frequenzversteigerung 2010<sup>47</sup>

Die durchschnittlichen Frequenzkosten bei dieser Versteigerung waren:

- Für 2 x 10 MHz Spektrum (gepaart) im 800 MHz Band wurden im Durchschnitt von den Betreibern 1,192 Milliarden Euro bezahlt.
- Für 2 x 10 MHz Spektrum (gepaart) im 1800 MHz Band hat E-Plus 43 Millionen Euro bezahlt.

Dieses Ergebnis der Versteigerung führt wegen der Wechselwirkung mit den Netzkosten dazu, dass E-Plus weniger Kosten für Spektrum zu tragen hat, dafür aber Mehrkosten für den Netzausbau. Die Höhe der Mehrkosten für das Netz hängen von der Geschäftsstrategie von E-Plus und den Entwicklungen im Markt ab. Nachstehend wird für die in Kapitel 3.2.2.3 definierten Szenarien eruiert, ob E-Plus die Möglichkeit hat, sich im Markt profitabel zu positionieren.

<sup>47</sup> Vgl. [BNetzA Frequenzvergabe 2010]

Im Folgenden rechnen wir mit Frequenzkosten für 2 x 10 MHz Spektrum (gepaart) im Bereich 800 MHz von 1.192 Millionen Euro. Dies ist der Durchschnittswert, den die drei Betreiber bei der Auktion im Frühjahr 2010 bezahlt haben. Für Frequenzkosten im 1800 MHz Band rechnen wir mit 43 Millionen Euro für 2 x 10 MHz. Das sind die Kosten, die E-Plus bezahlt hat. Diese Werte sind also den Netzkosten gegenüber zu setzen.

900 MHz Spektrum wurde im Jahr 2010 nicht versteigert. Vereinfacht gehen wir davon aus, dass dieses den gleichen Preis pro MHz hat als 800 MHz Spektrum, da die Unterschiede bei der Reichweite relativ gering ausfallen. Für Szenario 2 und 3 setzen wir daher 50 % der Frequenzkosten für das 900 MHz Band (da E-Plus nur über 2 x 5 MHz in diesem Bereich verfügt) und die Kosten für 2 x 10 MHz Spektrum (gepaart) im 1800 MHz Band an. Das sind zwar nicht die Kosten, die E-Plus für diese Frequenzen bezahlt hat, für einen Vergleich ist es aber erforderlich, den gleichen Maßstab anzusetzen.

### 3.2.5 Bewertung der Szenarien

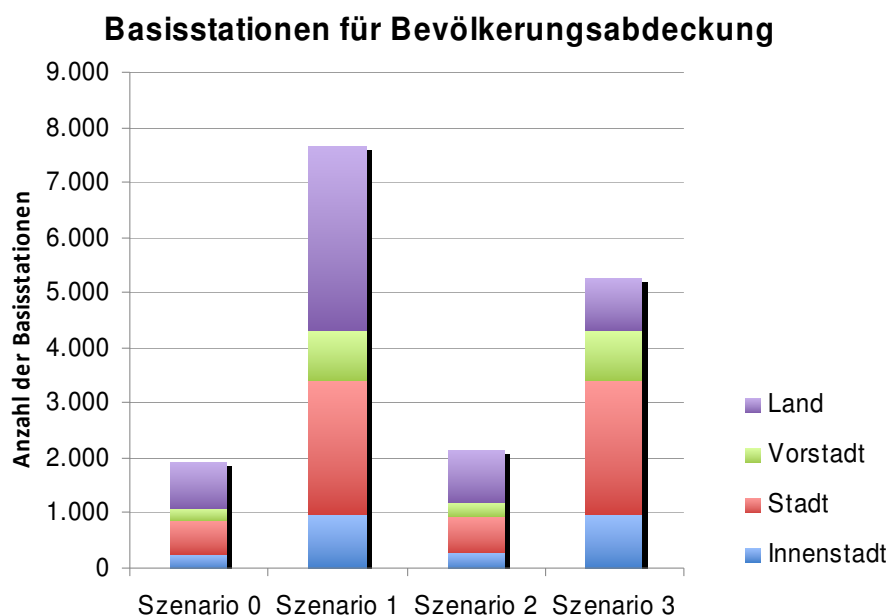
Um die Auswirkungen der Reichweite der Frequenzen und deren Preise auf die Wettbewerbssituation zu analysieren, haben wir Szenarien für LTE Technologie berechnet. Die Szenarien unterscheiden sich danach, welches Frequenzband und welche Frequenzausstattung zur Anwendung kommen. Die Szenarien für LTE Technologie sind in Tabelle 6 dargestellt.

Szenario		Reichweite (km)			
Szenario	Frequenzband	Innenstadt	Stadt	Vorstadt	Land
Szenario 0	800 MHz	0,741	1,425	7,799	11,544
Szenario 1	1800 MHz	0,371	0,713	3,8999	5,771
Szenario 2	900 MHz	0,702	1,35	7,389	10,937
Szenario 3	900/1800 MHz	0,371	0,713	3,899	10,937

**Tabelle 6: Beschreibung der Szenarien**

Das Szenario 0 bezieht sich auf Mobilfunkbetreiber, die 800 MHz Spektrum implementieren. Die anderen Szenarien entsprechen den Handlungsalternativen, die ein Betreiber mit der Frequenzausstattung wie E-Plus hat.

Zur Berechnung der Mindestanzahl an Basisstationen, die erforderlich sind, um eine bestimmte Flächendeckung zu erreichen, wird die Verteilung der Besiedelungsklassen nach Prof. Wiesbeck zugrunde gelegt.<sup>48</sup> Anhand dieser Verteilung der Fläche und der Reichweite je Basisstation und Frequenzband, ist es möglich, die Anzahl der Basisstationen zu ermitteln, die erforderlich sind, um die Fläche Deutschlands zu versorgen. Wir gehen bei unseren Berechnungen von einem Greenfield-Ansatz aus, bei dem die Netzbetreiber über keine bestehenden Basisstationen verfügen. In Abbildung 15 nehmen wir eine Netzabdeckung von 98 % der Bevölkerung an.

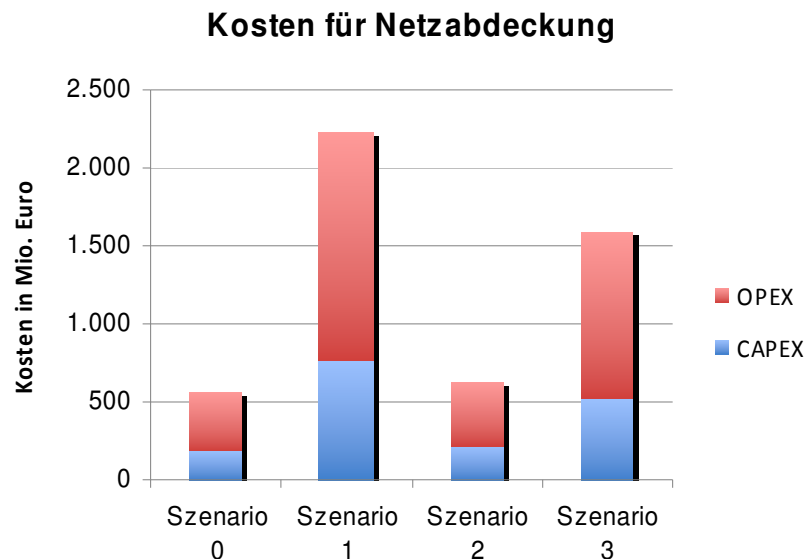


**Abbildung 15: Anzahl Basisstationen für eine Bevölkerungsabdeckung von 98 %**

Für eine Netzabdeckung von 98 % der Bevölkerung mit LTE-Spektrum (800 MHz) nach Szenario 0 sind 1.920 Basisstationen erforderlich. Für eine vergleichbare Netzabdeckung mit 900 MHz Spektrum (Szenario 2) sind 2.139 Basisstationen erforderlich. Ein großer Unterschied ergibt sich, wenn Kapazitätsspektrum statt Flächenspektrum eingesetzt wird. Dann steigt der Bedarf an Basisstationen auf 7.670 (Szenario 1) bzw. 5.254 (Szenario 3).

<sup>48</sup> Die Zahlen sind dem Gutachten von Prof. Wiesbeck [Wiesbeck, 2007] für E-Plus aus dem Jahr 2007 entnommen.

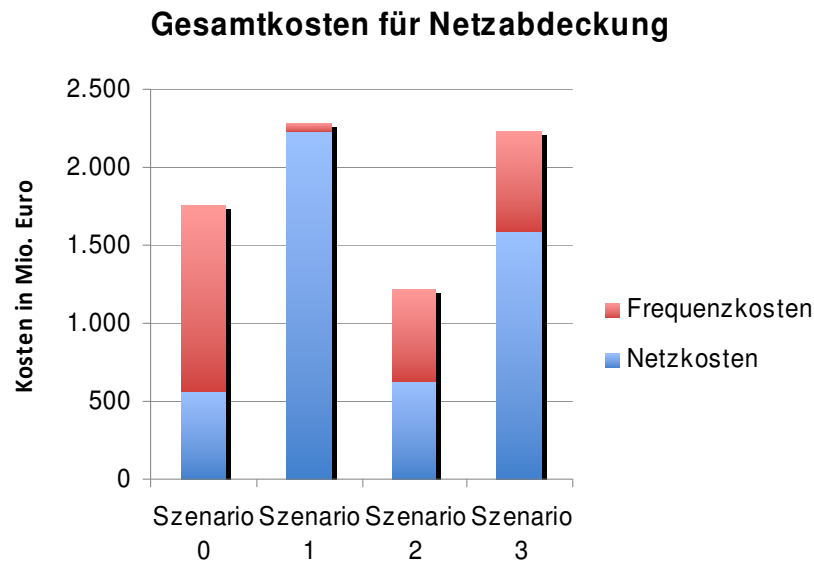
Der Unterschied verursacht höhere Netzkosten für einen Betreiber, der kein Flächenspektrum hat (vgl. Szenario 1 und 3). Die Höhe der Kostendifferenz hängt von den Investitionen und den laufenden Kosten für Basisstationen ab. Mit den Annahmen dieses Gutachtens ergeben sich die folgenden Kosten je nach Szenario für das Zugangsnetz:



**Abbildung 16: Kosten für das Zugangsnetz bei Netzabdeckung**

Die Kosten betragen bei Verwendung von Flächenspektrum 559 bzw. 623 Millionen Euro (Szenario 0 bzw. Szenario 2). Bei Verwendung von Kapazitätsspektrum nach Szenario 1 erhält man Kosten von 2.233 Millionen Euro. Bei Verwendung einer Kombination von Flächen- und Kapazitätsspektrum betragen die Netzkosten 1.595 Millionen Euro (Szenario 3).

Wir haben bereits oben den Zielkonflikt zwischen Netzkosten und Frequenzkosten dargestellt. Als nächstes vergleichen wir diese Kostenunterschiede im Netz mit den Kostenunterschieden für Frequenzen. Wir haben dargestellt, dass E-Plus im Vergleich zu den Betreibern mit 800 MHz Spektrum einen „Vorteil“ in Höhe von 1.192 Millionen Euro an geringeren Kosten für den Erwerb von Frequenzen hatte, bei einem gleichzeitigen „Kostennachteil“ von 43 Millionen Euro für das erworbene 1800 MHz Spektrum. Je nachdem welches Szenario gewählt wird, ergeben sich unterschiedliche Kosten.



**Abbildung 17: Vergleich der Gesamtkosten (Frequenzkosten und Netzkosten) für Netzabdeckung**

Das Szenario mit den niedrigsten Kosten ist demnach Szenario 2. Allerdings bietet dieses Szenario durch das geringere Spektrum auch weniger Kapazität. Die Gesamtkosten für Netzausbau mit Flächenspektrum betragen 1.751 Millionen Euro (Szenario 0), die Gesamtkosten für Netzausbau mit Kapazitätsspektrum liegen bei 2.276 Millionen Euro (Szenario 1). Das Mischszenario 3 bringt bei reiner Netzabdeckung keinen Vorteil gegenüber Szenario 1 und hat mit 2.234 Millionen Euro vergleichbare Kosten. Die Schlussfolgerung ist, dass die Gesamtkosten für Netzausbau mit Flächenspektrum um 23 % geringer sind als für Netzausbau mit Kapazitätsspektrum.

Die Berechnungen wurden unter konservativen Annahmen durchgeführt:

- Es wird angenommen, dass die Netzkapazität bei der erzielten Netzabdeckung nicht ausgelastet ist, somit die Kosten nur flächengetrieben und nicht kapazitätsgetrieben sind. Wenn aber die Netzbetreiber ihre Netze mit weiteren Basisstationen verdichten müssen, um eine größere Kapazität zu bedienen, fällt der Vorteil durch Flächenspektrum geringer aus. Eine Kapazitätsrechnung wird in Kapitel 3.2.6 durchgeführt.
- Bei den Berechnungen der Szenarien wird nur das Spektrum für ein Frequenzband berücksichtigt. Alle Netzbetreiber verfügen über Kapazitätsspektrum und werden in

der Realität eine Kombination der Frequenzbänder einsetzen. Dies führt dazu, dass Kapazitätsengpässe auch durch Einsatz weiterer Frequenzbänder ausgeglichen werden können und die Bedeutung des vorherigen Punktes erst bei einer höheren Kapazitätsauslastung zum Tragen kommt.

- Es wird ein Greenfield-Ansatz berücksichtigt, d.h. dass von einem kompletten Neuausbau des Netzes ausgegangen wird. In der Realität ist aber davon auszugehen, dass sämtliche Netzbetreiber bereits eine beträchtliche Netzabdeckung realisiert haben. Die Auswirkung von dieser Tatsache ist, dass die Netzkosten deutlich niedriger ausfallen als in der Tabelle oben, jedoch nicht die Kosten für Frequenzen mit der Folge, dass der Netzkostennachteil für Betreiber mit nur Kapazitätsspektrum niedriger ausfällt. Insofern ist die oben dargestellte Berechnung eine, die die Kosten des Netzausbaus für E-Plus maximiert und daher im Hinblick auf mögliche Wettbewerbsnachteile von E-Plus ein Grenzfall, der so aller Voraussicht nach nicht zutreffen wird. Die Netzkosten werden in der Regel geringer sein (und damit den „Nachteil“ von E-Plus deutlich relativieren), während die Vorteile von E-Plus bei den Frequenzkosten in jedem Szenario bleiben.
- Es ist zu berücksichtigen, dass die gefühlte Qualität der Endkunden bei einer Versorgung ohne Flächenspektrum geringer ist, weil die Durchdringung des Signals durch Gegenstände wie Hauswände und Kellerdecken schlechter ist. Dieses Kundenempfinden beeinflusst nicht nur die Kosten, sondern auch die potenziellen Umsätze der Netzbetreiber. Wie hoch diese Unterschiede ausfallen, hängt von den Kundenpräferenzen ab. Das heißt, abhängig davon, wie viele Kunden Wert darauf legen, überall zu telefonieren, ergeben sich unterschiedliche Umsatznachteile je nach der Frequenzausstattung.
- Die Kosten der Basisstationen unterliegen einem Preisverfall, der durch technologische Weiterentwicklung und Wettbewerb der Hersteller begründet ist. Diese Reduktion wird aber teilweise durch Erhöhungen bei OPEX und Erschließungskosten der Standorte kompensiert. Wir haben daher die Rechnung mit einem konstanten Wert für das Equipment durchgeführt.



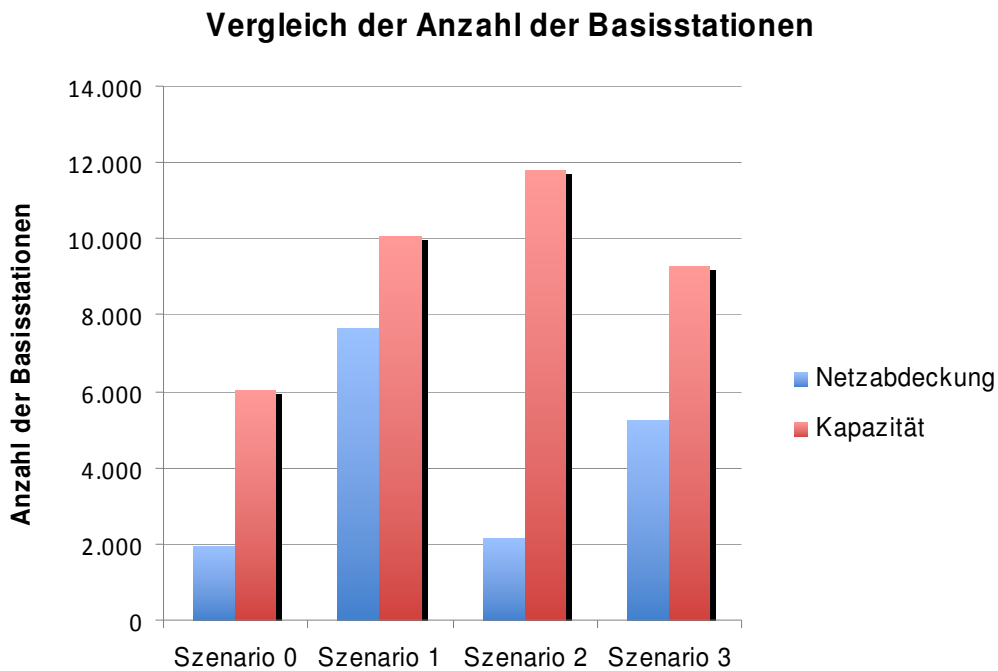
### 3.2.6 Auswirkungen von Kapazitätsanforderungen

In den Berechnungen haben wir bisher nur die Kosten eines Netzbetreibers ermittelt, die für eine Netzabdeckung erforderlich sind. In der Realität hängen die Anzahl Basisstationen und somit die Kosten auch von der Verkehrsmenge ab. Wenn die Kosten nicht nur durch die Netzabdeckung, sondern auch durch die Kapazitätsanforderungen getrieben sind, verringert sich der Vorteil von Spektrum unterhalb von 1 GHz. Bei unseren Szenarien gibt es zusätzlich eine unterschiedliche Menge an Spektrum (MHz), die zu berücksichtigen ist.

Abbildung 18 zeigt einen Vergleich, wie viele Basisstationen benötigt werden, um den Verkehr eines typischen durchschnittlichen Mobilfunknetzbetreibers abzudecken im Vergleich zu der benötigten Anzahl Basisstationen, die erforderlich sind, um nur die Netzabdeckung sicher zu stellen.<sup>49</sup>

---

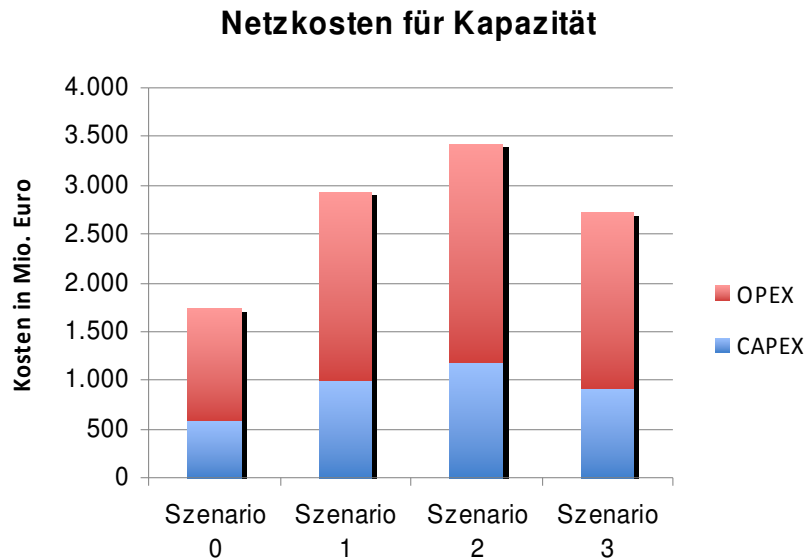
<sup>49</sup> Es wird von einer Penetrationsrate von 132 % (vgl. [BNetzA Jahresbericht 2009]), 25 % Marktanteil (100 % dividiert mit der Anzahl Betreiber im Markt), durchschnittlich 11,1 kbit/s pro Nutzer in der Hauptverkehrsstunde (entspricht 1 GB pro Monat Verkehr bei 15 % des Verkehrs in der Hauptverkehrsstunde).



**Abbildung 18: Vergleich der Basisstationen für Flächendeckung und Kapazität**

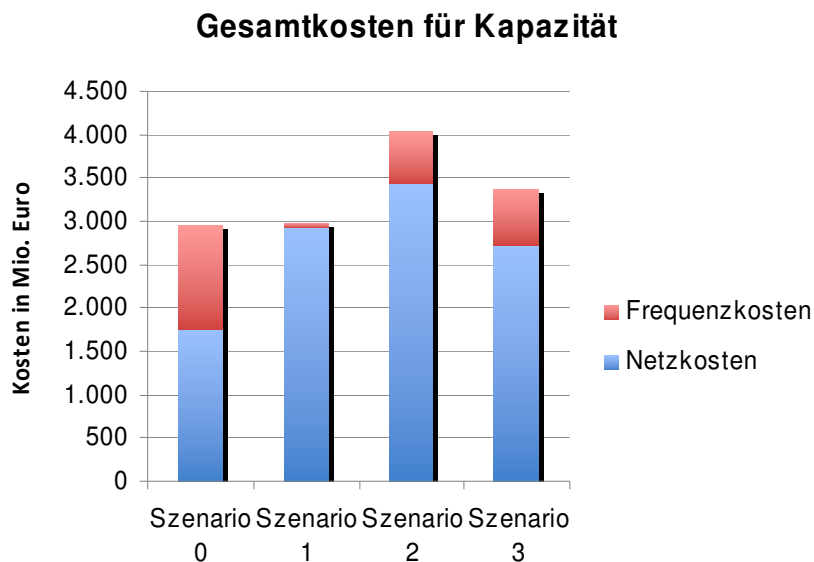
Bei Szenario 2 ist ersichtlich, dass die geringe Menge an Spektrum (2 x 5 MHz statt 2 x 10 MHz) zu einer erheblichen Steigerung in der Zahl der Basisstationen führt. Des Weiteren kann beobachtet werden, dass der prozentuelle Anstieg bei Szenario 0 deutlich größer ist als bei den Szenarien 1 und 3. Hinsichtlich der Kostentreiber können wir feststellen, dass weniger Spektrum zu höheren Netzkosten führt und bei steigender Verkehrsmenge die Unterschiede zwischen den Kosten der Implementierung in unterschiedlichen Frequenzbändern geringer ausfallen.

Die Auswirkungen hinsichtlich Netzkosten können wie folgt dargestellt werden:



**Abbildung 19: Netzkosten für Kapazität**

Diese Netzkosten sind den Frequenzkosten gegenüberzustellen, um ein vollständiges Bild zu erhalten:



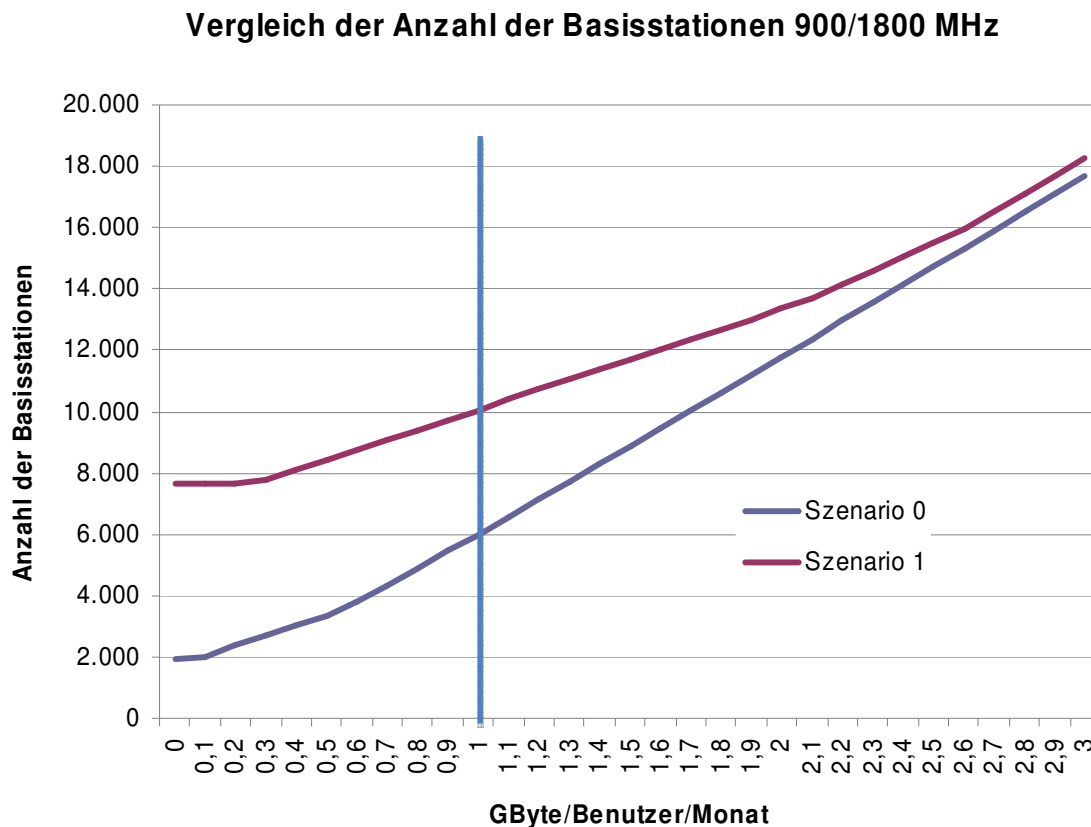
**Abbildung 20: Vergleich der Gesamtkosten (Frequenzkosten und Netzkosten) für Kapazität**

Bei Berücksichtigung des kapazitätsgetriebenen Modus gibt es nahezu keinen Unterschied mehr zwischen Ausbau mit Flächenspektrum und Kapazitätsspektrum. Die Kosten in Szenario 0 liegen bei 2.944 Millionen Euro und für Szenario 1 bei 2.971 Millionen Euro. Der Unterschied ist kleiner als 1 %. Durch die geringere Frequenzausstattung bei Szenario 2 ergeben sich mit 4.030 Millionen Euro höhere Kosten als für Szenario 0. Die Kosten des Mischszenarios 3 liegen mit 3.368 Millionen Euro zwischen Szenario 0 und 2. Die Schlussfolgerung aus dieser Gegenüberstellung ist, dass ein Netzbetreiber mit einer Frequenzausstattung wie E-Plus zu gleichen Kosten ein mobiles Breitbandnetz aufbauen kann wie Netzbetreiber mit Flächenspektrum.

Für den kapazitätsgetriebenen Modus gleichen sich Netzkosten und Frequenzkosten in etwa aus. Man erkennt, dass ein Vorteil des Flächenspektrums beim kapazitätsgetriebenen Modus weniger ins Gewicht fällt als bei reiner Flächendeckung. Die absoluten Zahlen der Basisstationen steigen zwar an, aber dies wirkt sich beim Flächenspektrum stärker aus.

### 3.2.7 Sensitivitätsbetrachtungen

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Ergebnisse der Berechnungen ist das angenommene Datenvolumen. Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der Berechnungen, wenn man den Bedarf zwischen 0 und 3 GB/Benutzer/Monat variiert.



**Abbildung 21: Variation des Datenvolumens**

Man erkennt, dass eine Erhöhung des Datenvolumens die Unterschiede zwischen Ausbau mit Flächenspektrum und Kapazitätsspektrum verringert. Wenn sich der Ausbau für beide Szenarien und alle Geotypen im kapazitätsgetriebenen Modus befindet, verschwindet der Unterschied völlig. Im reinen Netzabdeckungsmodus beträgt der Unterschied der Anzahl der Basisstationen 5.570, bei einem Datenvolumen von 1 GB/Benutzer und Monat ist der Unterschied nur mehr 4.048 und bei 3 GB/Benutzer/Monat nur mehr 603 Basisstationen.

Die Sensitivität der Berechnungen bezüglich Marktanteil und Penetrationsrate zeigt prinzipiell das gleiche Verhalten wie beim Datenvolumen. Der Bedarf errechnet sich aus Multiplikation

von Marktanteil, Penetrationsrate und Datenvolumen mit der Bevölkerung je Geotype. Daher entspricht eine Verdopplung des Marktanteils bei gleichbleibendem Volumen einer Verdopplung des Volumens bei gleichbleibendem Marktanteil. Das gleiche gilt für die Penetrationsrate.

Der zweite Einflussfaktor ist technischer Fortschritt bei der Übertragung von Daten über die Funkschnittstelle. Wir haben eine spektrale Effizienz von 1,7 bit/s/Hz/Sektor angenommen und erhalten damit eine Kapazität von etwa 50 Mbit/s pro Basisstation. Man erwartet durch technologische Weiterentwicklung eine Steigerung der spektralen Effizienz.

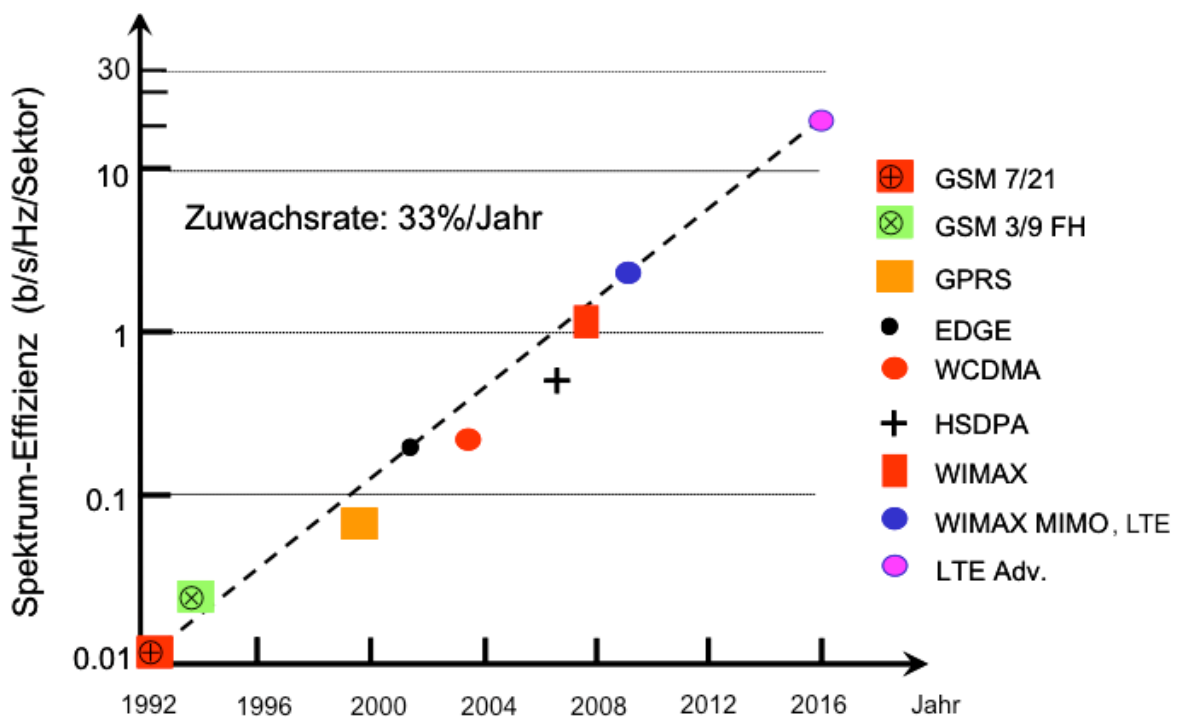


Abbildung 22: Entwicklung der spektralen Effizienz<sup>50</sup>

Eine Erhöhung der spektralen Effizienz um 50 % würde in obigem Diagramm zu einer Reduktion der Anzahl der Basisstationen um ebenfalls 50 % führen und daher auch den Unterschied bei der Anzahl der Basisstationen halbieren. Diese Entwicklung ist auch der Grund dafür, dass die absolute Anzahl der Basisstationen für das berechnete mobile Breitbandnetz unter der Anzahl der heute für GSM verwendeten Basisstationen in Deutschland liegt, ob-

<sup>50</sup> Siehe [Wolff, 2010]

wohl das Datenvolumen im Breitbandnetz wesentlich höher ist. Technologischer Fortschritt bei den Antennentechnologien wird ebenfalls zu einer Erhöhung der Kapazität, aber auch zu einer Verbesserung der Reichweite, führen.

Der dritte wesentliche Faktor bei der Sensitivitätsuntersuchung sind die Kosten je Basisstation. Die Annahmen dieses Gutachtens führen zu Gesamtkosten je Basisstation von etwa 300.000 Euro bezogen auf 15 Jahre (Total Cost of Ownership). Daher entspricht die Differenz der Frequenzkosten ( $1.192 \text{ minus } 43 = 1.149$ ) der Anzahl von 3.830 Basisstationen. Ein Gleichgewicht zwischen Netzkosten und Frequenzkosten entsteht daher, wenn der Unterschied bei Ausbau mit Flächenspektrum zum Ausbau mit Kapazitätsspektrum 3.830 Basisstationen beträgt. Bei der obigen Sensitivitätsanalyse ist Gleichgewicht bei etwa 1,1 GB/Benutzer/Monat erreicht.

Durch Preisverfall durch Konkurrenz von fernöstlichen Herstellern einerseits und durch Nutzung bestehender Basisstationen andererseits kann der Preis je Basisstation gesenkt werden. Wenn man von einer Halbierung des Preises ausgeht, verschiebt sich der Punkt, bei dem Gleichgewicht zwischen Netz- und Frequenzkosten erreicht wird, auf 7.660 Basisstationen. Dann wäre selbst bei reiner Netzabdeckung der Ausbau mit Kapazitätsspektrum kostengünstiger.

Datenvolumen, spektrale Effizienz und Preisentwicklung bei den Basisstationen sind die drei wesentlichen Einflussfaktoren auf die Kostenmodellierung eines mobilen Breitbandnetzes. Für dieses Gutachten haben wir konservative Annahmen für Parameter angenommen und erhalten ein Gleichgewicht zwischen Frequenzkosten und Netzkosten bei etwa 1,1 GB Datenvolumen pro Benutzer und Monat. Bei sinkenden Kosten für Basisstationen und Erhöhung der spektralen Effizienz wird dieses Gleichgewicht schon bei geringerem Datenvolumen erreicht werden. Insgesamt schließen wir daraus, dass ein Netzausbau mit Kapazitätsspektrum keine Wettbewerbsnachteile aus ökonomisch-frequenztechnischer Sicht bedeutet.

### **3.2.8 Vergleichsbetrachtungen aus dem Ausland**

Kostenvergleiche für den Ausbau von Netzen in unterschiedlichen Frequenzbereichen sind in einigen Ländern bereits erfolgt. Wir stellen diese Berechnungen im Folgenden dar und analysieren, wie sich unsere Ergebnisse einordnen lassen.

- **Irland:** Das Beratungsunternehmen Vilicom hat im Auftrag der irischen Regulierungsbehörde ComReg eine Abschätzung der Netzkosten für ein nationales UMTS 900, UMTS 1800 und UMTS 2100 Netz durchgeführt.<sup>51</sup> Das Netzdesign sieht eine Sprach- und Datenabdeckung für 95 % der Bevölkerung und 80 % der geografischen Fläche Irlands vor. Die Anzahl der notwendigen Basisstationen für ein 900 MHz Netz wurde mit 533 berechnet, für ein 1800 MHz Netz benötigt man 1.013 Basisstationen und für ein 2,1 GHz Netz benötigt man 1.243 Basisstationen. Als Bedarf wurde ein Datenverkehr von 4,28 Gbit/s angenommen. Dieser beruht auf 2 Millionen Sprachkunden und 200.000 Datenkunden. Das Ergebnis der Studie ist, dass die Netzkosten (Zugangs- und Kernnetz) für UMTS 1800 in der Größenordnung von 88,5 % der Kosten eines UMTS 2100 MHz Netzes liegen. Das UMTS 900 Netz kann zu 65,6 % der Kosten eines UMTS 2100 MHz Netzes errichtet werden. Die absoluten Zahlen sind in der veröffentlichten Version der Vilicom-Studie nicht angegeben.
- **Großbritannien:** OFCOM hat die Kostenunterschiede bei Versorgung mittels 900 MHz Spektrum und 2100 MHz Spektrum untersucht und kommt zum Schluss, dass ein Netzbetreiber, der Zugang zum 900 MHz Spektrum hat, 80 % der Bevölkerung mit 2.900 bis 7.300 Basisstationen versorgen kann.<sup>52</sup> Ein Netzbetreiber ohne 900 MHz Spektrum benötigt mehr als zweimal so viele Basisstationen, nämlich 8.600 bis 21.100, um die gleichen Dienste anzubieten. Daraus ergeben sich Kostenunterschiede bis zu 1,6 Milliarden Pfund in Abhängigkeit vom Bedarfsszenario (1,6 Milliarden Pfund bei 2,4 Mbit/s, 30 MB/Kunde und Tag sowie guter Indoor-Versorgung). Die große Spannweite der Ergebnisse ergibt sich aus den zahlreichen Szenarien, die OFCOM gerechnet hat und der großen Zahl an variierbaren Parametern.
- **OVUM Studie für GSMA (Februar 2007):** In dieser von der GSM Association beauftragten Studie hat OVUM die Vorteile und Rahmenbedingungen von UMTS 900 untersucht.<sup>53</sup> Die Implementierung von UMTS im 900 MHz Band bedeutet in städtischen Bereichen eine 44 % Steigerung der Flächendeckung per Node B und in ländlichen Bereichen eine Verbesserung um 117 % gegenüber einer Implementierung im 2100 MHz Band. Für eine Abschätzung der CAPEX Ersparnisse wurden weltweit vier Regionen untersucht. Für Westeuropa schätzt OVUM Einsparungen von 40 %. Die Berechnungen gehen nach unserem Verständnis von einem Greenfield-Ansatz aus, der damit nicht die aktuelle Entscheidungssituation von Netzbetreibern widerspiegeln muss.

---

<sup>51</sup> Siehe [ComReg Vilicom, 2009]

<sup>52</sup> Siehe [OFCOM, 2009]

<sup>53</sup> Siehe [OVUM, 2007]



- **Niederlande:** PA Consulting hat im Auftrag des holländischen Wirtschaftsministeriums einen Vergleich der Rolle unterschiedlicher Frequenzbänder bei unterschiedlichen Geschäftsmodellen durchgeführt.<sup>54</sup> Es wird zunächst bestätigt, dass Spektrum unter 1 GHz eine kostengünstige Flächendeckung ermöglicht. PA Consulting geht davon aus, dass ein Wettbewerber ohne Flächenspektrum nicht in der Lage sein wird, einen nationalen Massenmarkt in den nächsten 5-10 Jahren erfolgreich zu bedienen. Ein flächendeckendes Netz im 2,1 GHz Band bedeutet 8- bis 15-fache Kosten gegenüber der Realisierung im 800/900 MHz Band. Damit wird die Notwendigkeit des Eintritts eines vierten Netzbetreibers argumentativ untermauert.
- **Deutschland:** Prof. Wiesbeck hat im Jahr 2007 für E-Plus ein Gutachten über den Vergleich der UMTS Versorgung bei 900 und 1800 MHz erstellt.<sup>55</sup> Das Gutachten kommt zum Schluss, „dass für die bundesweite Bereitstellung attraktiver breitbandiger Datendienste mit einem Indoor-Versorgungsgrad, der dem heute erreichten Stand der Indoor-Versorgung für Sprache über GSM entspricht, bei Benutzung von 1800er Frequenzen ein Mehrfaches der Anzahl der Basisstationen benötigt wird wie bei 900er Frequenzen.“
- **ITC:** Für das gegenständliche Frequenzverteilungsgutachten hat ITC die Zellradien für LTE erhoben. Es handelt sich um harmonisierte Zahlen aufgrund einer Befragung von nicht-deutschen kommerziellen Mobilfunknetzbetreibern (basierend auf dem COST-HATA Ausbreitungsmodell).

Ein bestimmender Parameter für die Kosten ist die Anzahl der Basisstationen, die sich aus den Zellradien für die unterschiedliche Besiedelungsklassen ableiten lassen. In Tabelle 7 und Tabelle 8 werden die den einzelnen Studien zugrunde liegenden Zellradien zusammengefasst. Man sieht an diesen sehr unterschiedlichen Zahlen, dass diese von den zugrunde gelegten Annahmen abhängen.

UMTS 900 MHz	Zellradius (km)			
	Innenstadt	Stadt	Vorstadt	Land
OVUM	1,03	1,62	3,47	12,5
Vilicom	-	1,0329	1,697	16,198
PA Consulting	-	0,87	3,89	13,08
Prof. Wiesbeck	-	0,523	1,867	4,68
ITC	0,702	1,350	7,790	11,544

**Tabelle 7: Zellradius je Frequenzband und Geotype inkl. Vergleich für das 900 MHz Band**

<sup>54</sup> Siehe [PAConsulting, 2010]

<sup>55</sup> Siehe [Wiesbeck, 2007]

UMTS 1800 MHz	Zellradius (km)			
	Innenstadt	Stadt	Vorstadt	Land
OVUM (2100 MHz)	0,75	1,35	2,74	8,44
Vilicom	-	0,558	0,918	10,949
PA Consulting	-	0,39	1,08	9,90
Prof. Wiesbeck	-	0,302	1,2405	3,345
ITC	0,371	0,713	3,899	5,771

**Tabelle 8: Zellradius je Frequenzband und Geotype inkl. Vergleich für das 1800 MHz Band**

Aus dem Vorgenannten wird deutlich, dass die Ermittlung der Kosten und v.a. die durch die Frequenzausstattung induzierten Kostenunterschiede stark durch Annahmen über die Netzgestaltung beeinflusst sind. Dazu gehören unter anderem technologie-spezifische Parameter, die Datenrate und das Ausmaß der Indoor-Versorgung.

Aus den Zellradien gemäß Tabelle 7 und Tabelle 8 können nun mit den oben beschriebenen Annahmen die Kosten der Szenarien 0 und 1 errechnet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vergleichbarkeit nur eingeschränkt gegeben ist, da

- die Vergleichsgutachten auf UMTS Technologie aufsetzen, die Datenraten im allgemeinen 384 kbit/s in der Abwärtsstrecke und 64 kbit/s in der Aufwärtsstrecke betragen, während bei dem Szenario dieses Gutachtens 2,4 Mbit/s in der Abwärtsstrecke und 384 kbit/s in der Aufwärtsstrecke festgelegt wurden,
- das Ausmaß der Gebäudeversorgung teilweise unterschiedlich und nicht in allen Vergleichsgutachten genau definiert ist,
- die Gutachten auf die Geotypen der jeweiligen Länder abgestimmt sind und daher unterschiedliche Annahmen bei der Abgrenzung der Geotypen zugrunde liegen können und
- generell nicht alle Annahmen ausreichend gut dokumentiert sind, um eine exakte Vergleichbarkeit zu erlauben.

Wenn man die Differenz zwischen den Netzkosten für Flächenspektrum und Kapazitätsspektrum auf Basis der Zellradien der Vergleichsgutachten unter den Annahmen dieses Gutachtens berechnet, erhält man folgende Werte:

	Anzahl der Basisstationen		Differenz	Faktor
	für Flächen- spektrum	für Kapazitäts- spektrum		
OVUM	5.892	6.274	382	1,06
Vilicom	7.357	21.944	14.587	2,98
PA Consulting	6.397	22.041	15.644	3,44
Prof. Wiesbeck	14.028	33.882	19.854	2,41
ITC	6.011	10.059	4.048	1,67

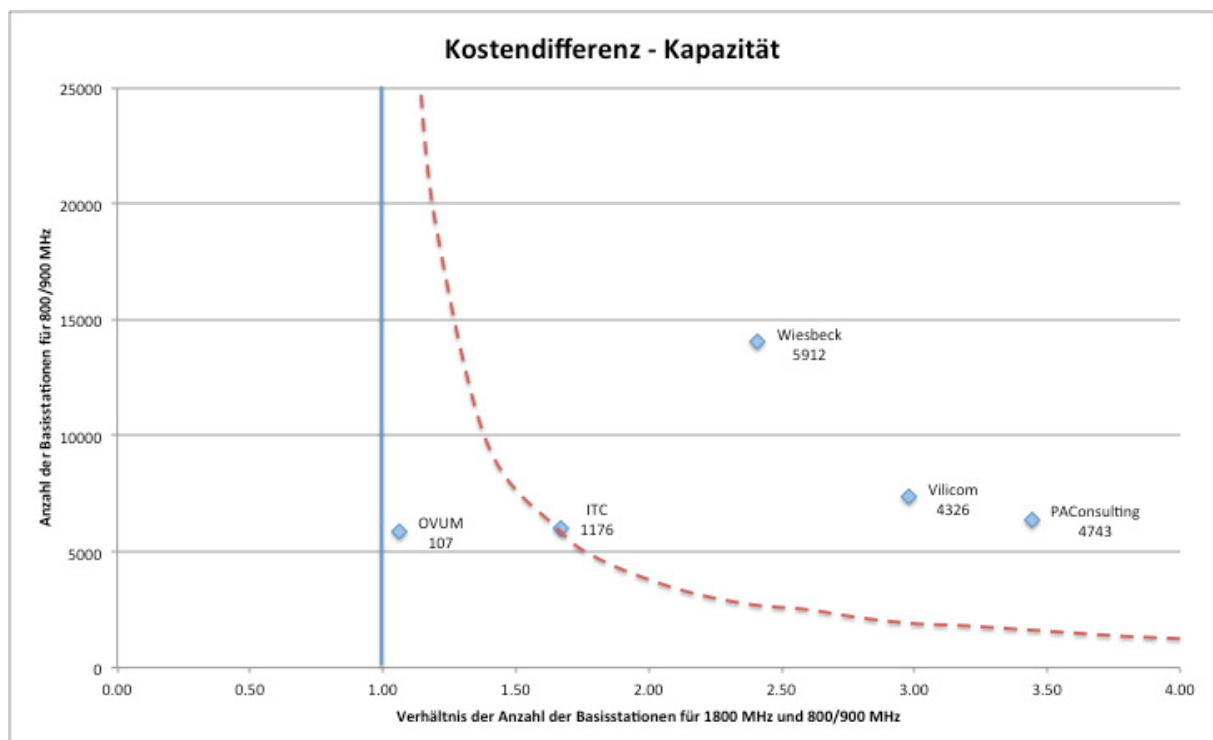
**Tabelle 9: Anzahl der Basisstationen auf Basis der Vergleichsgutachten**

In den ersten beiden Spalten von Tabelle 9 wird die Anzahl der Basisstation für Deutschland angeführt. In der ersten Spalte findet man die Anzahl der Basisstation für Flächenspektrum im 900 bzw. 800 MHz Band. In der zweiten Spalte sind entsprechenden Zahlen für Kapazitätsspektrum angegeben. Die dritte und vierte Spalte enthalten die Differenz als Absolutwert und das Verhältnis. Das Verhältnis der Basisstationen liegt zwischen 1 und 3,44. Je mehr sich der Ausbau im kapazitätsgetriebenen Modus befindet, desto geringer ist der Wert. Die folgende Abbildung zeigt die korrespondierenden Netzkosten basierend auf den Kostenwerten dieses Gutachtens.

	Netzkosten (Mio. Euro)		Kostendifferenz
	Flächen- spektrum	Kapazitäts- spektrum	
OVUM	1.714	1.821	107
Vilicom	2.140	6.466	4.326
PA Consulting	1.875	6.617	4.743
Prof. Wiesbeck	4.079	9.991	5.912
ITC	1.752	2.928	1.176

**Tabelle 10: Vergleich der Netzkosten**

Man erkennt, dass die Auswertung der Vergleichsgutachten kein einheitliches Bild liefert. Die Mehrkosten eines Netzes mit Kapazitätsspektrum liegen bei zwei Vergleichsgutachten unter den Frequenzkosten, bei den anderen Vergleichsgutachten über den Frequenzkosten, die im Jahr 2010 für das 800 MHz Spektrum erlöst wurden. Die bestimmenden Faktoren für die Kostendifferenz sind einerseits das Verhältnis der Anzahl der Basisstationen für Flächenspektrum zur Anzahl der Basisstationen für Kapazitätsspektrum und andererseits die absolute Anzahl der Basisstationen. Wir haben in der folgenden Abbildung diese beiden Parameter aufgetragen und die Datenpunkte, die zu den Vergleichsgutachten gehören, eingezeichnet.



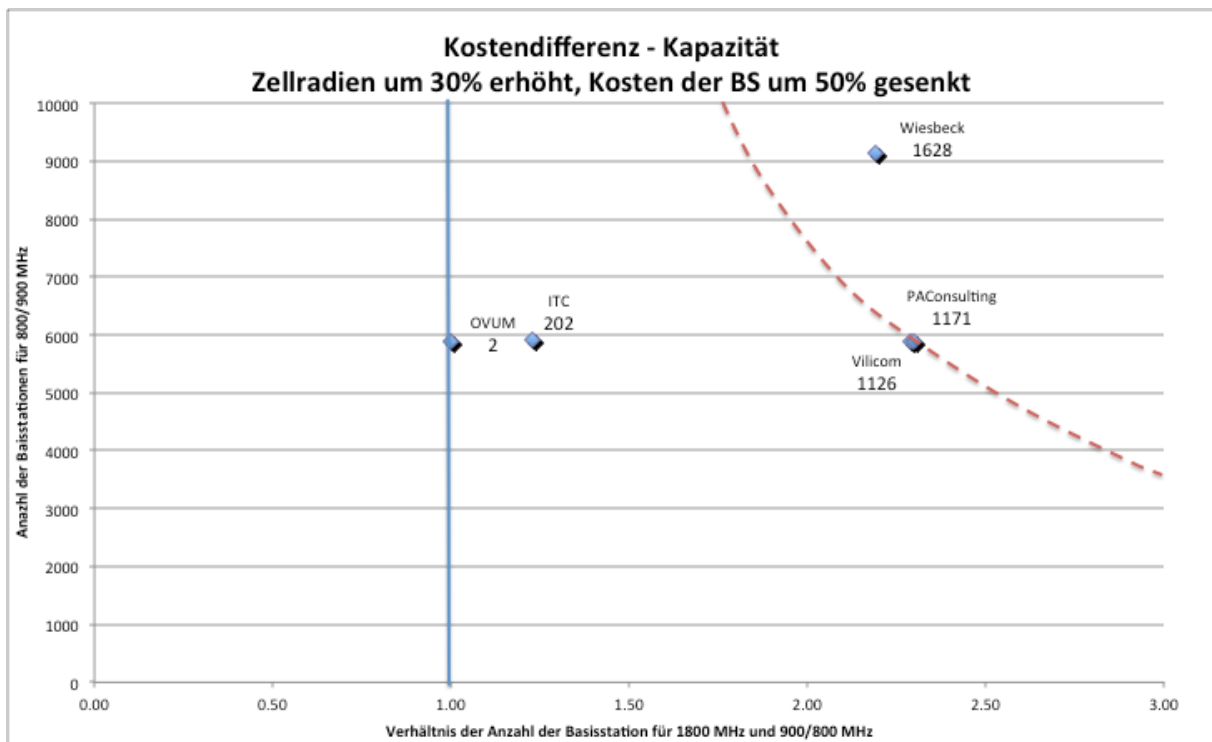
**Abbildung 23: Kostendifferenz zwischen Netzausbau in Deutschland mit Flächen- und Kapazitätsspektrum**

Es ist zu erkennen, dass die Kostendifferenz für Datenpunkte links der strichlierten Linie unterhalb der Frequenzkosten liegt und rechts davon darüber.<sup>56</sup> Wendet man die Sensitivitätsbetrachtungen auf die Vergleichsmodelle an, so erkennt man folgende Trends:

<sup>56</sup> Die Grenzlinie genügt der Formel  $y = N/(x-1)$ . N ist die Anzahl der Basisstationen, die dem Wert der Frequenzkosten entspricht. Für diese Berechnung liegt der Wert bei etwa 3.830.

- **Abhängigkeit vom Datenvolumen:** Für die Gegenüberstellung haben wir 1 GB/Benutzer und Monat angenommen. Bei einer Erhöhung des Datenvolumens wird die Differenz in der Anzahl der Basisstationen und daher auch die Differenz der Kosten bei Ausbau mit Flächenspektrum und Kapazitätsspektrum sinken. Der Einfluss hängt davon ab, ab welchem Datenvolumen das Modell in den kapazitätsgetriebenen Modus kommt.
- **Technologischer Fortschritt:** Die Erhöhung der spektralen Effizienz wird einerseits höhere Kapazität von Basisstationen ermöglichen, aber auch durch verbesserte Antennentechnologie zu einer Erhöhung der Zellradien führen. Damit wird die Anzahl der benötigten Basisstationen generell geringer werden.
- **Kostenverringerung bei den Basisstationen:** Durch eine Verringerung der Kosten bei den Basisstationen wird das Gleichgewicht zwischen Frequenzkostenunterschied und Netzkostenunterschied (strichlierte Linie) verschoben. Bei einer Halbierung der Kosten der Basisstationen würden die Frequenzkosten etwa 7.660 Basisstationen entsprechen.

Wir haben daher die Rechnung mit einer Erhöhung des Zellradius im Flächenspektrum um 30 % bei Beibehaltung des Verhältnisses zu den Zellradien im Kapazitätsspektrum und einer Halbierung der Kosten der Basisstationen durchgeführt:



**Abbildung 24: Kostendifferenz für geänderte Annahmen**

Man erkennt, dass für die Vergleichmodelle Villicom und PAConsulting Gleichgewicht zwischen Frequenzkostendifferenz und Netzkostendifferenz erreicht ist. Die strichlierte Linie

zeigt wieder das Gleichgewicht, bei dem die Frequenzkostendifferenz der Netzkostendifferenz entspricht (1.149 Millionen Euro). Das OVUM Modell befindet sich bereits so weit im kapazitätsgetriebenen Modus, dass kaum mehr ein Unterschied zwischen den Implementierungen mit Flächenspektrum und Kapazitätsspektrum besteht.

Die folgende Abbildung zeigt die Veränderungen durch die geänderten Annahmen:

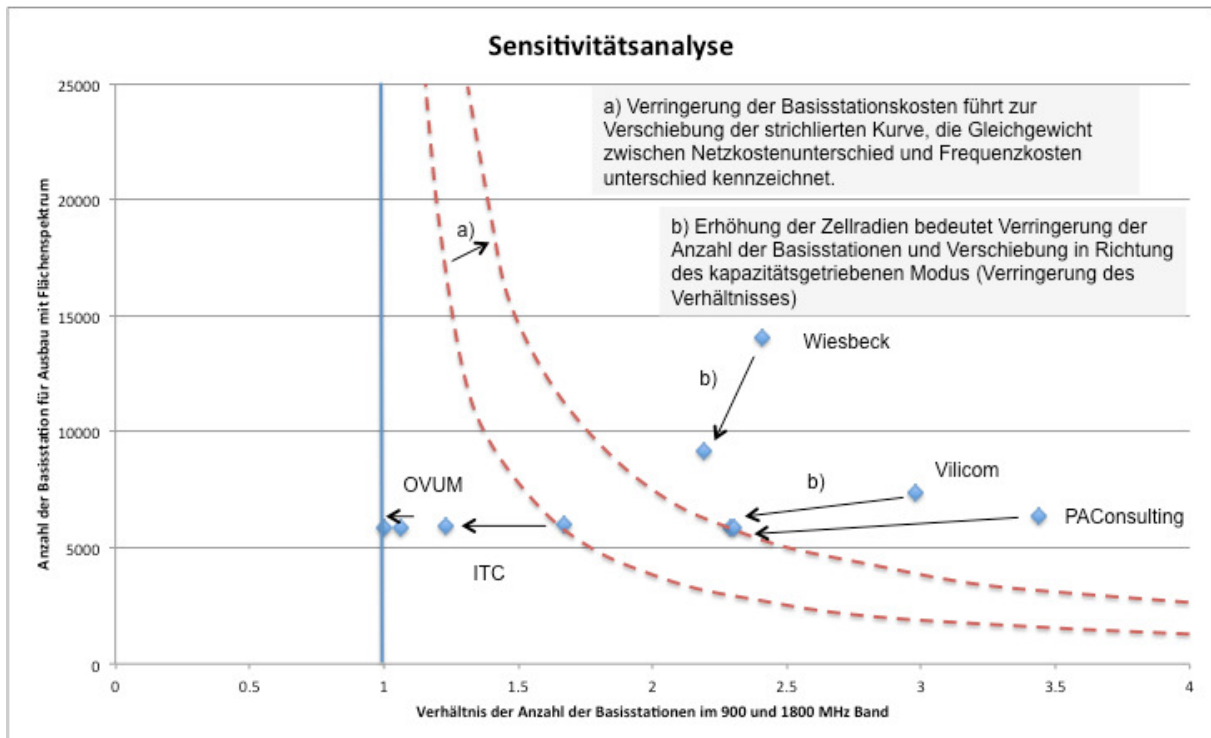


Abbildung 25: Einfluss der geänderten Annahmen

Man erkennt mehrere Faktoren, welche die relative Position der Modelle in Bezug auf das Gleichgewicht (strichlierte Linie) beeinflussen:

- Die Reduktion der Kosten der Basisstationen führt dazu, dass die strichlierte Linie sich nach rechts oben verschiebt. Bei Halbierung der Kosten werden die y-Werte für jeden Punkt verdoppelt. Die Differenz der Frequenzkosten entspricht daher anstatt 3.830 Basisstationen einer Differenz von 7.660 Basisstationen. Dieser Effekt kann auch durch Benutzung bestehender Basisstationen oder gemeinsamer Nutzung von Infrastruktur erreicht werden.
- Die Erhöhung der Zellradien führt zur Verschiebung der Positionen nach links und unten. Die Verschiebung nach unten entsteht dadurch, dass man bei höheren Zellradien weniger Basisstationen zur Netzabdeckung benötigt. Gleichzeitig damit kommen die Netze bei sonst gleichbleibenden Annahmen weiter in den kapazitätsgetriebenen Modus, wodurch sich das Verhältnis zwischen Ausbau im 1800

MHz Band und im 900 MHz Band verringert – sich also die Positionen nach links verschieben.

Bei diesen Überlegungen wurde einheitlich das gleiche Geschäftsmodell für den Ausbau mit Flächenspektrum und Kapazitätsspektrum zugrunde gelegt.

### 3.2.9 Differenzierung durch unterschiedliche Geschäftsmodelle

Unsere Ergebnisse zeigen, dass das gewählte Szenario unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren wie Nutzungsverhalten und Zugangsnetzplanung sowie Netzabdeckung die Kosten erheblich beeinflusst. Das heißt, dass die Marktentwicklung und die Geschäftsmodelle eine erhebliche Rolle spielen.

Es ist davon auszugehen, dass nicht alle Endkunden die gleichen Präferenzen haben. Vielmehr gilt, dass manche Kunden schon zufrieden sind, wenn sie nur in Ballungsräumen gut telefonieren können, während andere Kunden erst dann zufrieden sind, wenn sie überall in der Bundesrepublik telefonieren und im Internet surfen können. Somit können unterschiedliche Nischen im Markt, bzw. Marktsegmente identifiziert werden. In der nachfolgenden Matrix haben wir Marktsegmente nach der räumlichen Präferenz (horizontale Achse) und der Nutzungspräferenz für Internet und Telefonie (vertikale Achse) dargestellt:

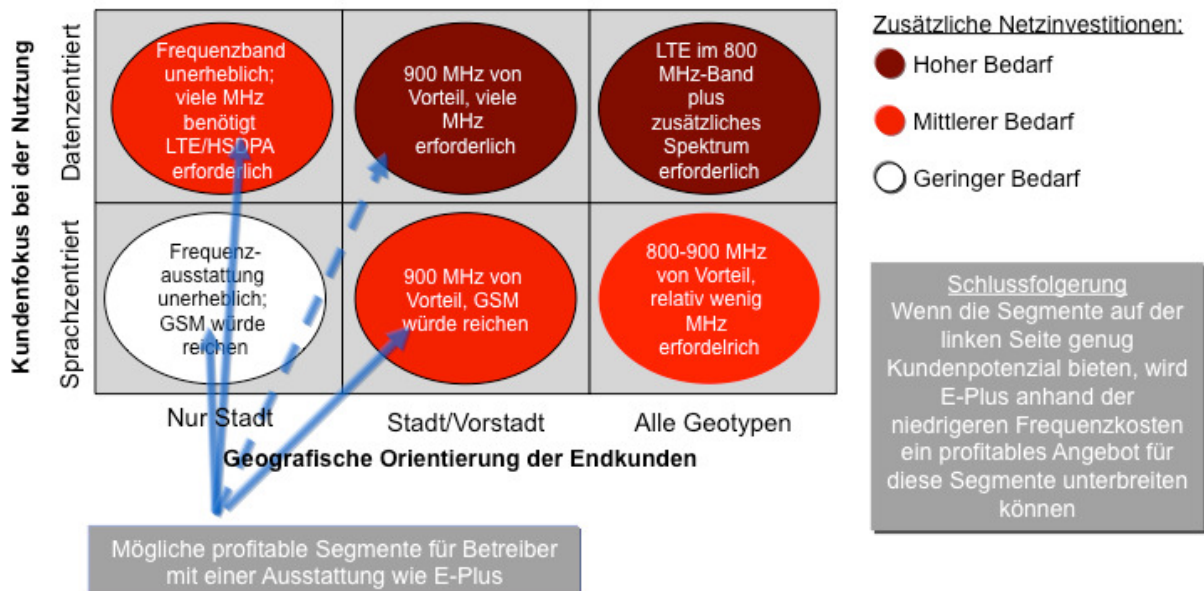


Abbildung 26: Marktsegmente in Abhängigkeit von Nutzungspräferenz

Die Frequenzausstattung ist je nach Marktsegment unterschiedlich geeignet. Um das Marktsegment unten links (Stadt/sprachzentriert) zu bedienen, ist es in einem Markt, in dem die Sprachumsätze noch dominierend sind, ausreichend, Kapazitätsspektrum einzusetzen. Für einen Betreiber, der die Segmente oben rechts in dieser Matrix bedient (alle Geotypen/datenzentriert), führt der Einsatz von Flächenspektrum zu erheblichen Kosteneinsparungen gegenüber dem Einsatz von Kapazitätsspektrum.

In diesem Zusammenhang werden spieltheoretische Ansätze relevant. Ein Nash Gleichgewicht entsteht dann, wenn die Marktteilnehmer im Markt unterschiedliche Positionen haben, aber keiner davon profitiert, eine andere Position einzunehmen.<sup>57</sup> Für den vorliegenden Fall bedeutet dies, dass es ein Marktgleichgewicht gibt, wenn es Betreiber mit unterschiedlichen Frequenzausstattungen gibt, die unterschiedliche Marktpositionen eingenommen haben, bei denen keiner davon profitiert, eine andere Position einzunehmen. Im deutschen Markt ist dies dadurch zu beobachten, dass E-Plus mit einer Frequenzausstattung, die nicht so große Funkzellen ermöglicht, auf eine Discount-Strategie gesetzt hat und somit die Marktsegmente unten links in der Matrix zu niedrigeren Kosten als die anderen Netzbetreiber bedienen kann. Dies ermöglicht E-Plus mit ihrer Frequenzstrategie bei gleichen Margen niedrige Preise zu niedrigeren Kosten anzubieten.

Wie bereits erwähnt, ist eine Bedingung des Nash Gleichgewichts, dass keiner seine Position verbessern kann, in Abhängigkeit der Positionen der anderen Marktteilnehmer. E-Plus wird mit der gegebenen Frequenzausstattung höhere Netzkosten als die anderen Netzbetreiber haben, wenn ein bundesweites LTE-Netz ausgebaut würde. Eine Positionierung von E-Plus Richtung oben und links in der Marktmatrix wird für E-Plus kaum zu einer höheren Gewinnmarge führen, mit der Folge, dass diese Option nicht attraktiver ist, als die heutiger Discountstrategien (siehe Kapitel 3.2.1.2).

#### Fazit zu Frage 2:

Wir halten die Kombination von Frequenzkosten und Netzkosten für die geeignete Kennzahl um objektive Wettbewerbsvor- bzw. -nachteile feststellen zu können.

---

<sup>57</sup> Für die wissenschaftlichen Befunde zum Nash Equilibrium ist John Nash im Jahr 1994 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet worden, siehe u.a. John Forbes Nash: *Non-cooperative games*, Dissertation, Princeton University 1950.



Aus den untersuchten Szenarien schließen wir, dass die Flexibilisierung im 900 MHz Band für Netzbetreiber, die Spektrum im 800 MHz Band erworben haben, nicht präferiert wird. Der Grund dafür ist, dass das 900 MHz Band noch für GSM-Technologie benötigt wird und das 800 MHz Band frei ist. Auch für Netzbetreiber ohne 800 MHz Spektrum ist die Nutzung des flexibilisierten 900 MHz Bandes nach der Analyse der oben besprochenen Szenarien nicht die optimale Lösung. Es zeigt sich, dass unter den getroffenen Annahmen die Gesamtkosten (Netzkosten plus Frequenzkosten) bei Verwendung von Spektrum im 1800 MHz Band (Szenario 1) nahezu identisch mit den Gesamtkosten im 800 MHz Band sind.

Konkret sehen wir keine Indikationen, dass Wettbewerbsverzerrungen aufgrund der Frequenzausstattung vorliegen. Insbesondere sehen wir auch keine Wettbewerbsverzerrungen durch die Flexibilisierung des 900 MHz Bandes.

Unsere Schlussfolgerung ist daher, dass der Markt sich in einem Gleichgewicht befinden kann, obwohl die Frequenzausstattung für sämtliche Betreiber ungleich ist, obwohl nicht alle Betreiber die gleiche Position im Markt eingenommen haben und die gleichen Kundensegmente bedienen. Wie in vielen anderen Märkten auch (regulierte und unregulierte), können sowohl unterschiedliche Unternehmensgrößen als auch Unternehmen mit unterschiedlichen Produktionsfaktoren (hier: Spektrum) miteinander in Wettbewerb treten.

Unsere Fragestellung bezieht sich auf unterschiedliche regulierungsinduzierte Wettbewerbsnachteile durch die Frequenzausstattung der Netzbetreiber. Da wir hier gezeigt haben, dass es bei der gegenwärtigen Frequenzsituation Wettbewerb gibt und weiterhin geben wird (und auch bei der aktuellen Frequenzausstattung möglich bleiben wird), besteht kein Grund für die BNetzA, die bestehende Frequenzallokation als Ursache von Wettbewerbsverzerrungen anzusehen.

Dabei ist im Weiteren zu beachten, dass die Regulierung geschäftsmodellneutral sein soll. Dies heißt, dass es nicht das Ziel der Regulierungsbehörde sowie des regulatorischen Rahmens ist, jedem Betreiber die gleichen Gewinnmargen sicherzustellen. Wir haben mit unseren Analysen gezeigt, dass es für die gegebene Frequenzausstattung, unter Berücksichtigung des Nash Gleichgewichts, Geschäftsmodelle gibt, die ein Bestehen im Wettbewerb ermöglichen. Damit kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die BNetzA die im TKG gestellte Aufgabe, Wettbewerb zu ermöglichen, erfüllt hat.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die Annahmen der Modelle konservativ sind. Die Trends zu höherem Datenvolumen, Verbesserung der spektralen Effizienz und Verringerung der Kosten der Basisstationen werden zu einer Verringerung der Differenz der Netzausbaukosten zwischen Flächenspektrum und Kapazitätsspektrum führen.

### 3.3 Frage 3

**Bedarf es zur Sicherstellung einer diskriminierungsfreien und effizienten Verwaltung der öffentlichen Ressource Funkfrequenz einer mengensymmetrischen Verteilung der Frequenzen?**

Die Frage bezieht sich auf die Rechtmäßigkeit der Frequenzverwaltung, die sich aus einer Bewertung der wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten unter der Maßgabe von – juristisch zu bewertenden – Kriterien von „Diskriminierungsfreiheit“ und „Effizienz“ ergibt.

Von Bedeutung ist hierbei zunächst, dass allein die europarechtlichen Vorgaben von einer „effizienten Frequenzverwaltung“<sup>58</sup> sprechen.<sup>59</sup> Im deutschen TKG ist hingegen lediglich mehrfach das Regulierungsziel einer „effizienten Frequenznutzung“ normiert.<sup>60</sup> Gleichwohl lassen sich diese Begriffe nicht ohne Weiteres voneinander trennen. Nicht nur, dass Art. 8 Abs 2 lit. d) der Rahmenrichtlinie 2002/21/EG den nationalen Regulierungsbehörden gleichlaufend die Sicherstellung einer effizienten Nutzung der Funkfrequenzen *und* deren effizienten Verwaltung aufträgt, ebenso wird im deutschen Recht davon ausgegangen, dass sie Zielsetzungen darstellen, die sich gegenseitig ergänzen.<sup>61</sup>

#### 1. Effiziente Verwaltung der Ressource Funkfrequenz

§ 52 TKG, der die Aufgaben der Frequenzordnung umschreibt, regelt in dessen Absatz 1, dass zur Sicherstellung einer *effizienten* und störungsfreien Nutzung von Frequenzen die Frequenzverwaltung unter Berücksichtigung der in § 2 Abs. 2 TKG genannten weiteren Regulierungsziele erfolgt. Durch diese ausdrückliche Nennung, neben der gebotenen Berücksichtigung der „weiteren Regulierungsziele“, wird die effiziente und störungsfreie Frequenznutzung zwar als tragendes Strukturprinzip der Frequenzordnung hervorgehoben. Die effiziente Nutzung von Frequenzen ist aber –

<sup>58</sup> Der Begriff der „Effizienz“ ist aus verschiedenen ökonomischen Zusammenhängen bekannt und definiert (Allokationseffizienz, Produktionseffizienz, Kosteneffizienz), allerdings geht es hier um die Frage der effizienten Verwaltung, die eben nicht allein an ökonomischen Kategorien zu messen ist.

<sup>59</sup> z.B. Art. 8 Abs 2 lit. d) der Rahmenrichtlinie 2002/21/EG.

<sup>60</sup> So u.a. in § 2 Abs. 2 Nr. 7 TKG und § 52 Abs. 1 TKG.

<sup>61</sup> Scheurle/Mayen-Hahn/Hartl, TKG-Kommentar, 2. Auflage, § 55 Rn. 20; Kreitlow in Wissmann, Praxishandbuch Telekommunikationsrecht, 2. Auflage, Kap. 7 Rn. 3, wonach die Frequenzverwaltung bestrebt sein muss, auf die Verbesserung der Nutzbarkeit des verfügbaren Spektrums mit Hilfe einer effizienteren Koordination der Nutzung einzuwirken.

wie sich schon aus dem Wort „weitere“ – ergibt, nur eines der zu berücksichtigenden Regulierungsziele im Sinne des § 2 Abs. 2 TKG. Die *effiziente Frequenznutzung* findet sich dementsprechend wortgleich auch als Regulierungsziel im § 2 Abs. 2 Nr. 7 TKG („Sicherstellung einer effizienten und störungsfreien Nutzung von Frequenzen“). Dies unterstreicht die strukturelle Gleichberechtigung sämtlicher Regulierungsziele. Dennoch wird man berücksichtigen müssen, dass *effiziente* Frequenznutzung ein maßgebliches Ziel der Frequenzverwaltung darstellt,<sup>62</sup> so dass sogar in Zweifelsfällen bei Entscheidungen aufgrund der Frequenzordnung der effizienten und störungsfreien Nutzbarkeit der Frequenzen unter Berücksichtigung wettbewerblicher Erwägungen der Vorrang einzuräumen ist.<sup>63</sup> Die Bedeutung der *effizienten* Frequenznutzung ergibt sich zudem aus § 55 Abs. 5 Nr. 4 TKG, danach wird diese als Voraussetzung für eine Frequenzzuteilung im Einzelfall festgelegt. Ganz besonders augenfällig wird deren Bedeutung im Vergabeverfahren (Versteigerung, Abs. 5, oder Ausschreibung, Abs. 6) nach § 61 TKG, das einer Zuteilung vorangehen kann, denn dies dient der Feststellung, welcher Antragsteller geeignet ist, die zu vergebenden Frequenzen *effizient zu nutzen*, vgl. § 61 Abs. 4 S. 1 TKG.

Daraus ergibt sich, dass eine *effiziente* Frequenzverwaltung vorliegen wird, wenn sie ihr Hauptziel in Form einer *effizienten* Frequenznutzung erreicht. Insofern stellt sich die Frage, was unter einer *effizienten* Frequenznutzung zu verstehen ist.

Eine Definition des Begriffs der *effizienten Nutzung* findet sich freilich im Gesetz an keiner Stelle. Insofern müssen allgemeine Auslegungskriterien herangezogen werden.

#### a) Wortlaut

Die Wortlautauslegung ergibt Folgendes: Unter dem Begriff „*effizient*“ versteht der Duden:<sup>64</sup> „Eine am Aufwand gemessen hohe Wirksamkeit habend, mit verhältnismä-

---

<sup>62</sup> Marwinski in Arndt/Fetzer/Scherer, TKG-Kommentar, § 52 Rn. 3, der die Sicherstellung einer effizienten und störungsfreien Frequenznutzung als wichtigstes Ziel der Frequenzregulierung qualifiziert; ebenso Kreitlow in Wissmann, Praxishandbuch Telekommunikationsrecht, 2. Auflage, Kap. 7 Rn. 3, S. 340: „Hauptaufgabe der Frequenzverwaltung ist die Zuordnung der Dienste zu Spektren, die für die Dienste die effizienteste Nutzung gewährleisten“.

<sup>63</sup> Scheurle/Mayen-Hahn/Hartl, TKG-Kommentar, 2. Auflage, § 52 Rn. 4.

<sup>64</sup> Bedeutungswörterbuch Nr. 10, Band 10, 3. Auflage, Stichwort: effizient.

*Big geringem Aufwand viel bewirkend, erreichend.*“ Als Synonym gibt der Duden an „*ökonomisch, rationell, sinnvoll, sparsam, wirtschaftlich, zweckmäßig*“.

Daraus wird deutlich, dass Effizienz im Sinne des Gesetzes kein eindeutiger, sondern vielmehr ein Begriff ist, der einer vielschichtigen Wertung durch den Rechtsanwender zugänglich ist bzw. diese sogar erfordert. Eine *effiziente* Frequenzverwaltung zeichnet sich danach durch eine Bewertung wirtschaftlich-ökonomischer Kriterien einerseits sowie der Bewertung bestimmter definierter Zwecke andererseits aus.

#### b) Gesetzes- und Gemeinschaftsrechtssystematik

Die Prüfung des „Willens des Gesetzgebers“, wie er sich aus der Gesetzesbegründung ergibt, bringt kaum Erkenntnisgewinn. Die Gesetzesbegründung zum TKG 2004 verweist bei § 52 TKG 2004 auf das TKG 1996. Dessen Begründung enthält jedoch allein den Hinweis, dass die Bestimmung die wesentlichen Aufgaben benennt, die im Rahmen der Frequenzordnung wahrzunehmen sind.<sup>65</sup>

Allerdings hilft hier die Gesetzssystematik weiter, die die *effiziente* Frequenznutzung als nur eines von einem ganzen Bündel von Regulierungszielen benennt. Das Gesetz verlangt in § 52 Abs. 1, dass die Regulierungsziele insgesamt gegeneinander abgewogen werden. Daraus wird man schlussfolgern müssen, dass *effiziente* Frequenzregulierung nicht rein nach wirtschaftlich-ökonomischen Kriterien zu erfolgen hat, sondern gerade auch „sinnvoll“ und „zweckmäßig“ anderen Zielen dienen können soll.

Ebenso soll das Vergabeverfahren nach § 61 TKG dazu dienen, eine Feststellung zu treffen, welcher Antragsteller geeignet ist, die zu vergebenden Frequenzen *effizient zu nutzen*, vgl. § 61 Abs. 4 S. 1 TKG. Das erfolgreiche Gebot im Versteigerungsverfahren belegt nach Annahme des Gesetzgebers die Bereitschaft und die Fähigkeit des Antragstellers, die zuzuteilende Frequenz im marktwirtschaftlichen Wettbewerb der Dienstleistungsangebote *möglichst optimal einzusetzen und sich um eine wirtschaftliche und sparsame Verwendung der Frequenz zu bemühen*.<sup>66</sup> Das Versteigerungsverfahren soll damit eine *ineffiziente* Frequenznutzung vermeiden helfen, die z.B. dann vorläge, wenn der Antrag der Hortung von Frequenzen diene, um Konkur-

---

<sup>65</sup> Vgl. BT-Drucks. 13/3609, S. 47 zu § 43

<sup>66</sup> Vgl. BT-Drucks. 15/2316, S. 80 zu § 59

renten eine Erweiterung ihrer Netze zu verbauen.<sup>67</sup> Das Ergebnis eines Versteigerungsverfahrens – unabhängig vom mengenmäßigen Verteilungsergebnis nach Kapazität – ist also Ausdruck einer *effizienten* Frequenznutzung.

Das Gemeinschaftsrecht stützt diese Überlegungen grundsätzlich. In der Frequenzentscheidung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 07.03.2002 (776/2002/EG), wird in Erwägungsgrund 8 ausdrücklich hervorgehoben, dass Funkfrequenzpolitik nicht nur auf technischen Parametern beruhen dürfe, sondern auch wirtschaftliche, politische, kulturelle, gesundheitliche und soziale Überlegungen berücksichtigen müsse.

Weiter ist folgendes bei der Auslegung des Begriffes der Effizienz der Frequenzverwaltung zu berücksichtigen: Gemeinschaftsrecht (Art. 9 Abs. 4 Rahmenrichtlinie 2002/21/EG) sowie nationales Recht, § 62 TKG gestatten Frequenzhandel. Im nationalen Recht heißt es dazu unter § 62 Abs. 2 TKG, dass die Behörde bei Festlegung der Rahmenbedingungen zu dem Frequenzhandel sicherzustellen habe, dass die Effizienz der Frequenznutzung gesteigert oder gewahrt werde. Das Gesetz geht also dabei davon aus, dass eine *effiziente* Verwaltung nicht durch die einmalige Vergabe von Frequenzen erreichbar ist bzw. erreicht werden muss, sondern – im Gegenteil – ein auf Dauer zu verfolgendes Ziel der Behörde darstellt. Dies wiederum impliziert, dass *effiziente* Verwaltung der öffentlichen Ressource Funkfrequenz keinesfalls zwingend nach mathematisch-technischen Effizienz Gesichtspunkten, also nach Kapazität, zu erfolgen hat.<sup>68</sup>

Diese Überlegung findet eine Stütze schließlich im Erwägungsgrund 19 der Rahmenrichtlinien 2002/21/EG, wonach Funkfrequenzen nur so effizient wie möglich zugewiesen und zugeteilt werden *sollen*, nicht entsprechend zugeteilt werden *müssen*.

---

<sup>67</sup> Scheurle/Mayen-Hahn/Hartl, TKG-Kommentar, 2. Auflage, § 55 Rn. 39.

<sup>68</sup> Hierzu Marwinski in Arndt/Fetzer/Scherer, TKG-Kommentar, § 52 Rn. 3: „Der Effizienzbegriff in diesen Vorschriften darf dabei nicht nur in Bezug auf eine bestmögliche technische Auslastung der Ressource Frequenz beurteilt werden. Von der BNetzA müssen ebenfalls die ökonomisch-technischen Aspekte berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass bei der Beurteilung der Effizienz einer Frequenznutzung auch wirtschaftliche Gesichtspunkte, wie z.B. die Kosten der Technik, laufende Betriebskosten eines Funknetze usw. mit in die Bewertung einbezogen werden müssen. So können im Einzelfall durchaus auch aus technischer Sicht nicht so effiziente Frequenznutzungen zum Einsatz kommen, wenn eine höhere Auslastung nur mit einem unverhältnismäßig höheren finanziellen Aufwand zu erreichen wäre.“

Damit ist im Ergebnis festzuhalten, dass effiziente Frequenzverwaltung sich in effizienter Frequenznutzung widerspiegelt. Eine solche folgt nicht mathematisch-technischen Effizienzgesichtspunkten gemessen an Kapazitätsverteilung, sondern ist vielschichtigen Wertungen des Rechtsanwenders zugänglich, erfordert diese sogar. Als wesentlicher Gesichtspunkt wird dabei stets das Vergabeergebnis zu berücksichtigen sein, dass nach dem Willen des Gesetzgebers Ausdruck effizienter Nutzung ist.

## 2. Diskriminierungsfreie Verwaltung von Funkfrequenzen

Die Diskriminierungsfreiheit der Frequenzverwaltung findet ihren Niederschlag unter anderem in Artikel 9 Abs. 1 der Rahmenrichtlinie. Danach gewährleisten die Mitgliedstaaten, dass die Zuteilung und Zuweisung von Frequenzen durch die nationalen Regulierungsbehörden auf objektiven, transparenten, nicht-diskriminierenden und angemessenen Kriterien beruhen. In das deutsche Recht umgesetzt, bestimmt § 55 Abs. 1 S. 3 TKG, dass die Frequenzzuteilung zweckgebunden nach Maßgabe des Frequenznutzungsplanes und diskriminierungsfrei auf der Grundlage nachvollziehbarer und objektiver Verfahren erfolgt. Das Gebot der Diskriminierungsfreiheit ist ein Maßstab des allgemeinen Wettbewerbsrechts und entspricht demnach dem wettbewerbsorientierten Zweck des TKG wie er in § 1 niedergelegt ist.

*„Das Gebot der Diskriminierungsfreiheit ist ein tragendes Prinzip, das die Bundesnetzagentur in ihren Entscheidungen über die Zuteilung von Frequenznutzungsrechten beachten muss und soll die materielle Gerechtigkeit bewirken.“*<sup>69</sup> Es ist besondere Ausprägung des Gleichheitssatzes aus Art. 3 Abs. 1 GG,<sup>70</sup> mit der Folge, dass grundsätzlich gleiche Sachverhalte gleich und ungleiche Sachverhalte ungleich behandelt werden müssen, es sei denn die gleiche bzw. ungleiche Behandlung kann sachlich gerechtfertigt werden.<sup>71</sup>

Nichtdiskriminierend sind Kriterien also dann, wenn sie entweder keinerlei Ungleichbehandlungen vorsehen, oder aber eine Ungleichbehandlung sachlich gerechtfertigt ist.

---

<sup>69</sup> Scheurle/Mayen-Hahn/Hartl, TKG-Kommentar, 2. Auflage, § 55 Rn. 7

<sup>70</sup> Beck'scher TKG-Kommentar-Göddel, 3. Auflage, § 55 Rn. 10; Scheurle/Mayen-Hahn/Hartl, TKG-Kommentar, 2. Auflage, § 55 Rn. 7.

<sup>71</sup> Scheurle/Mayen-Hahn/Hartl, TKG-Kommentar, 2. Auflage, § 55 Rn. 7

Bezüglich eines Vergabeverfahrens nach § 61 TKG wird ein diskriminierungsfreies Verfahren laut Gesetzesbegründung durch die festzulegenden Zulassungsbedingungen und Verfahrensregelungen gewährleistet.<sup>72</sup>

3. Erforderlichkeit einer mengensymmetrischen Verteilung nach Maßgabe der genannten Kriterien:

Aus den unter 1. und 2. genannten Überlegungen wird deutlich, dass die allgemeinen Prinzipien der Effizienz und der Diskriminierungsfreiheit auf die ökonomisch-technischen Rahmenbedingungen übertragen bedeuten, dass eine mengensymmetrische Verteilung der Frequenzen nicht erforderlich ist. Eine darüber hinaus gehende Anforderung im Sinne einer mengenidentischen Verteilung kann als Prinzip ebenso wenig abgeleitet werden. Dies wäre nur dann der Fall, wenn eine ungleiche Frequenzverteilung letztendlich auch zu Ungleichbehandlungen am Markt führen würde bzw. zu Wettbewerbsverzerrungen, die sich eindeutig auf die Frequenzausstattung zurückführen lassen. Die aus den Vergabeverfahren der Vergangenheit resultierende Frequenzverteilung erfolgte in transparenten, offenen Verfahren, erfüllte das Kriterium der Diskriminierungsfreiheit und weist keine Defizite in Bezug auf die Effizienz der Frequenzverwaltung auf.

Wie anhand der anderen Fragen, vor allem im Hinblick auf die technischen und ökonomischen Gegebenheiten gezeigt, ist es den Mobilfunknetzbetreibern möglich, trotz unterschiedlicher Geschäftsmodelle und unterschiedlicher Frequenzausstattungen am Markt miteinander in Wettbewerb zu treten, d.h. sowohl in den Markt einzutreten als auch dort im Wettbewerb zu verbleiben. Dies zeigen die kontinuierlich wachsenden Marktanteile von E-Plus und Telefónica.<sup>73</sup> Hierbei ist zu bedenken, dass die Situation mit dem Eintritt von E-Plus und Telefónica grundlegend anders war als heute. Damals verfügten die beiden neuen Betreiber ausschließlich über 1800 MHz Spektrum – 900 MHz Spektrum stand nicht zur Verfügung. Beiden Betreibern ist es trotzdem gelungen, beträchtliche Kundenzahlen und somit Marktanteile zu gewinnen. Somit ist davon auszugehen, dass die Frequenzallokation nicht zu wettbewerbsverzerrenden Nachteilen führt, insbesondere deshalb nicht, weil für ein nachhaltiges und

---

<sup>72</sup> BT-Drucks. 15/2316, S. 80 zu § 59

<sup>73</sup> Vgl. [TK-Marktanalyse, 2010]



profitables Geschäftsmodell kein Erfordernis besteht, dass alle Betreiber die gleichen bzw. annähernd gleiche Marktanteile erreichen. E-Plus und Telefónica haben in Zeiten, in denen sie ausschließlich über 1800 MHz Spektrum verfügten bereits Marktanteile gewonnen, und schon daraus ist abzuleiten, dass eine mengensymmetrische Verteilung der Frequenzen keine zwingende Voraussetzung darstellt.

In Bezug auf die Diskriminierungsfreiheit gilt aus ökonomischer Sicht, dass eine mengensymmetrische Verteilung der Frequenzen zwar eines von vielen möglichen Ergebnissen sein kann, aber keine zwingende Voraussetzung für einen wettbewerblichen Markt. Andernfalls wäre es nicht sinnvoll, Auktionen durchzuführen, um die Allokation der Frequenzen vorzunehmen. Wenn diese zum Ergebnis führten, dass eine Gleichverteilung erforderlich ist, würde das Vergabeverfahren „Versteigerung“ als solches ad absurdum geführt. Insofern kann auch aus Motiven des Begriffs Diskriminierungsfreiheit heraus nicht gefolgert werden, dass eine mengensymmetrische Allokation angezeigt wäre.

Aus ökonomisch-technischer Sicht muss ohnehin ergänzt werden, dass die Frage der mengensymmetrischen Verteilung von Frequenzen vermutlich zu kurz greift, denn es kommt in hohem Maße darauf an, wie diese Frequenzen genutzt werden. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass weder Vodafone noch Telekom Deutschland (im Gegensatz zu E-Plus) Anträge auf die Flexibilisierung des 900 MHz Spektrums gestellt haben. Das heißt, auch wenn ihnen die Möglichkeit offenstände, das 900 MHz Band für UMTS oder andere Technologien zu nutzen, streben sie dies bisher nach eigenem Bekunden nicht an. Nach unserer Auffassung impliziert die Flexibilisierung der Frequenznutzung im Bereich 900 MHz auch aus diesem Grund keine wettbewerbsverzerrenden Effekte, sondern wirkt neutral.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass eine Flexibilisierung der Nutzung im 900 MHz Bereich die Frequenzverwaltung vereinfachen dürfte und damit die Effizienz der Frequenzverwaltung steigert. Die Aufhebung von Nutzungsrestriktionen reduziert den Verwaltungsaufwand. Einzig die Grenzkoordination wird aufwändiger, da aber in allen EU-Staaten eine entsprechende Anpassung vorzunehmen ist, geht es nur um die Frage des Zeitpunkts, zu dem diese Kosten anfallen.

Fazit zu Frage 3:

Das Erfordernis einer mengensymmetrischen Verteilung von Frequenzen ist aus der Anforderung nach effizienter und diskriminierungsfreier Verwaltung der öffentlichen Ressource Frequenzen nicht abzuleiten.

### 3.4 Frage 4

**Wie lange werden GSM-Systeme und in welchem Umfang bei 900 MHz voraussichtlich eingesetzt?**

Der Status Quo in Deutschland bezüglich der Frequenznutzungsrechte der GSM-Netzbetreiber und der Liberalisierung des 900 MHz Bandes wurde in Kapitel 1.2 dargestellt. Wann und in welchem Umfang GSM-Systeme in Deutschland durch andere Technologien in diesem Frequenzbereich ersetzt werden, hängt maßgeblich von der Frequenzverteilung, den Vorgaben zur Flexibilisierung und den zugehörigen Befristungen ab.

#### 3.4.1 Technologiewechsel

GSM ist heute die weltweit bewährte Mobilfunk-Technologie. Als „Cash Cow“ vieler Netzbetreiber werden diese aus geschäftlichen Gründen eine Abschaltung von GSM kurz- und mittelfristig nicht vornehmen. Im Gegenteil, beispielsweise hat E-Plus in Deutschland vor drei Jahren, 2009 mit dem Roll-out von EDGE begonnen und baut somit eine GSM-basierte Technologie weiter aus.<sup>74</sup> Auf dem „European Telecoms Investment Forum, Wien, 27./28.01.2011“ stellte ein Sprecher von T-Mobile Austria fest, dass GSM die Schlüsseltechnologie für die Implementierung der Sprachdienste und des internationalen Roamings ist und daher eine Lebenszeit über 2025 hinaus vorstellbar ist, während UMTS wahrscheinlich mit Ende der Lizenzlaufzeit ausgephast wird.<sup>75</sup>

Vergleicht man in Deutschland für 2009 das Sprach- mit dem Datenaufkommen mobiler Kommunikationsnetze, so hat sich das Sprachverkehrsvolumen in den letzten fünf Jahren – gemessen in Milliarden Minuten – verdoppelt und es zeichnet sich eine Sättigung auf hohem Niveau ab. Im Gegensatz dazu nahm im gleichen Zeitraum das Datenvolumen – gemessen in Millionen GB – um mehr als einen Faktor 150 zu und die Tendenz ist weiterhin steigend, siehe Abbildung 27.<sup>76</sup>

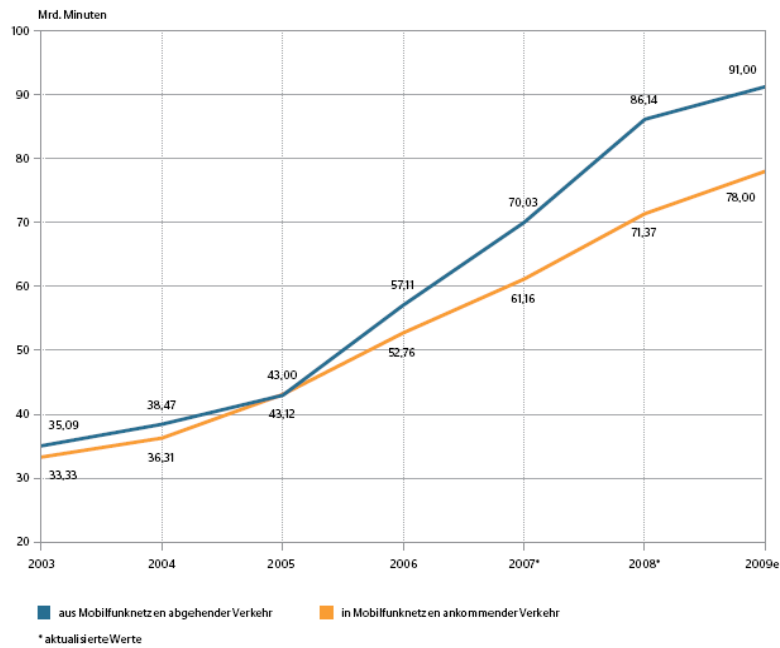
---

<sup>74</sup> <http://www.areamobile.de/news/10324-e-plus-plant-flaechendeckende-einfuehrung-von-edge>

<sup>75</sup> Schaumann, C.: Mobile Technology Focus: 4G/LTE Rollout – the “Network of the Future”. European Telecom Investment Forum, Wien, 27./28.01.2011.

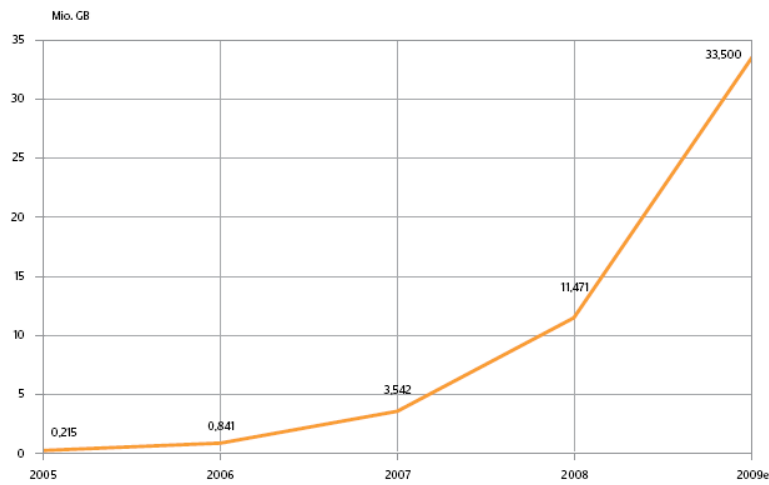
<sup>76</sup> [BNetzA Jahresbericht 2009]

**Sprachverkehrsvolumen im Mobilfunk 2003–2009**



\*Stand: Oktober 2009. Hierbei handelt es sich um einen sog. Cash-back-Tarif, bei dem ein Teil des Rechnungsbetrages dem Kunden zurücküberwiesen wird.

**Datenvolumen im Mobilfunk 2005–2009**



\* <http://www.telarif.de/telefonica-lte-test-deutschland/news/35929.html>

**Abbildung 27: Vergleich Sprachverkehrsvolumen vs. Datenvolumen im Mobilfunk**

Folgt man Cisco, so wird das Datenvolumen bis 2015 im Vergleich zu 2011 um den Faktor 100 ansteigen.<sup>77</sup> In diesem Zusammenhang ist die in Deutschland von 2009 auf 2010 stark gestiegene Nutzung mobiler Datendienste quer durch alle Altersgruppen anzumerken, siehe Abbildung 28.<sup>78</sup>

Nutzung mobiler Geräte für den drahtlosen Internetzugang nach Alter 2010 in %								
Gegenstand der Nachweisung	Personen insgesamt	Davon im Alter von ... bis ... Jahren						
		10-15	16-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65 und älter
<b>Handy</b>	16	11	20	24	18	15	10	7
<b>Veränderung zu 2009 in Prozentpunkten</b>	+ 7	+ 8	+ 10	+ 9	+ 8	+ 7	+ 5	(+ 3)

\* Personen, die das Internet im ersten Quartal 2010 genutzt haben  
 () = Aussagewert eingeschränkt, da der Zahlenwert statistisch relativ unsicher ist.

Quelle: PM von Destatis

**Abbildung 28: Nutzung mobiler Dienste in 2010 in Deutschland**

Immer mehr und aufwändigere mobile Datendienste aus allen Anwendungsbereichen der Informations- und Kommunikationstechnik (siehe die folgenden Beispiele) mit erhöhtem Bandbreitenbedarf treiben den Technologiewechsel im Bereich mobiler Netze:<sup>79</sup>

- Information: Internet, interaktives Einkaufen, online Medien, Broadcast Dienste
- Bildung: virtuelle Schule, online-Bibliotheken
- Unterhaltung: Audio, Video on Demand
- Dienste für Gemeinschaften: Notfalldienste, Vorgänge für Regierungen, EU
- Dienste für die Geschäftswelt: Virtual Banking, universelle SIM/ Kreditkarte, Telematikdienste, Maut
- Spezialdienste: Telemedizin, technische online Betreuung

Bemerkenswert ist, dass der bei weitem größte zukünftige Bandbreitenbedarf aus der M2M (Machine-to-Machine) Kommunikation kommt. Anwendungsfelder von M2M Kommunikation sind beispielsweise Industrieautomatisierung und Energiemanagement.

<sup>77</sup> [CISCO, 2008]

<sup>78</sup> Vgl. <http://www.vatm.de> sowie [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2011/02/PD11\\_\\_060\\_\\_63931,templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2011/02/PD11__060__63931,templateId=renderPrint.psml) (abgerufen am 19.2.2011)

<sup>79</sup> [Goldmedia Mobile Life Report, 2008]

Datendienste benötigen wesentlich mehr Netzwerkressourcen als Sprachdienste. Um die Kosten pro übertragenem Gbit zu senken, müssen Netzbetreiber spektral effizientere Technologien zum Einsatz bringen. Das bedingt den Ersatz der GSM-Technologie durch UMTS (HSPA/ HSPA+) und LTE, wobei ein Roll-out von UMTS (HSPA/HSPA+) 900/LTE 900 nur schrittweise vor sich gehen kann. Somit werden GSM und UMTS (HSPA/HSPA+)/LTE für einen längeren Zeitraum – bis GSM ausgephast ist – koexistieren.<sup>80</sup>

Die Einführung neuer Technologien verursacht stets Zusatzkosten: Lizenzkosten für UMTS (WCDMA 800/900/1900/2100 MHz) und LTE (800/900/2600 MHz) sowie Kosten für Hard- und Software. Weitere zu berücksichtigende Kosten entstehen durch die Einführung neuer Prozesse, durch die Nachbildung von Schnittstellen zu Legacysystemen etc. Den Aufwendungen bei den Betreibern ist der laufend stattfindende Preisverfall der Tarife entgegenzuhalten, sodass der „Datenboom“ keineswegs einen Umsatzboom bedingt. Mobile Service Provider und Netzwerk Provider sehen sich somit gezwungen, einerseits CAPEX und OPEX zu reduzieren und andererseits die Kapazität und Wirtschaftlichkeit ihrer Netze zu erhalten bzw. zu erhöhen.

Ein entscheidender Faktor für erfolgreichen Technologiewechsel ist die Durchdringung des Marktes mit passenden Endgeräten. Derzeit unterstützen praktisch alle im deutschen Markt verfügbaren GSM-Endgeräte drei Frequenzbänder (900, 1800 und 1900 MHz). UMTS Endgeräte unterstützen zusätzlich 2100 MHz. Hersteller wie Nokia Siemens Networks, Huawei, u.a. haben durch Tests gezeigt, dass GSM, UMTS und LTE im Frequenzbereich 900 MHz koexistieren können. Da UMTS 900 bzw. LTE 900 außerhalb Deutschlands, z.B. in Estland, Finnland, Thailand etc. bereits ausgerollt ist, werden Netzequipment und Endgeräte in einem plausiblen Zeitrahmen flächendeckend verfügbar sein und so die Akzeptanz von UMTS 900 bzw. LTE 900 beim Benutzer weiter fördern.

Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt bei der Ablöse bestehender Systeme ist die Kundennachfrage nach Diensten, die über diese Systeme angeboten werden. Dabei sind allenfalls bestehende Laufzeiten von Kundenverträgen, ein eventuell bestehendes öffentliches Interesse, aber auch Roaming- und Nachbarschaftsvereinbarungen maßgeblich, sofern diese die Unterstützung der abzulösenden Technologie explizit zum Gegenstand haben. Mit der ablösenden Technologie nicht kompatible Kundenforderungen verursachen im Zuge des

---

<sup>80</sup> [ECC Report 82]

Technologiewechsels entweder Zusatzkosten beim Betreiber der mobilen Netze oder es entsteht hoher ökonomischer Druck zur Beibehaltung der abzulösenden Technologie. Dienste, welche auf GSM-Technologie basieren, werden im Folgenden beispielhaft angeführt.

#### LKW Maut Deutschland (Betreiber: Toll Collect)<sup>81</sup>

Zur Erfassung der mautpflichtig gefahrenen Strecken in Deutschland werden drei verschiedene Systeme kombiniert: Global Positioning System (GPS), Mobilfunk (GSM, GPRS) und Internet. Kern der automatischen Mauterfassung ist die „On-Board-Unit“ (OBU), die im LKW fest eingebaut wird. Das gesamte Netz mautpflichtiger Strecken ist in der OBU gespeichert. Eingebaut ist außerdem ein GSM-Modul und ein Speicher, in dem fahrzeugspezifische Angaben, wie Anzahl der Fahrzeugachsen, Abgasschadensklasse und Kfz-Kennzeichen, enthalten sind. Anhand der per Empfänger vom GPS-System erhaltenen Positionsdaten erkennt das Gerät, ob sich das Fahrzeug auf einer mautpflichtigen Strecke befindet und errechnet aus den gespeicherten Fahrzeugparametern und den tatsächlich gefahrenen Kilometern die fällige Gebühr. Das System übermittelt nach Erreichen einer bestimmten Datenmenge per GSM-Modul durch eine SMS die aufgelaufenen Kilometer und Gebühren an den Zentralrechner von Toll Collect. Durch GPS- und Mobilfunk-Ortung kann der Standort des Fahrzeuggeräts eindeutig und auf wenige Meter genau berechnet werden. Neben GPS und SMS arbeitet das System Toll Collect noch zusätzlich mit einer Infrarotdatenübermittlung des Kfz-Kennzeichens zu den jeweiligen Kontrollbrücken über der Autobahn.

Wegen der hohen Kosten für die OBU von ca. 800 Euro bis 1.000 Euro pro Stück, und der hohen Anzahl verbauter OBUs – Stand 2009: ca. 650.000 OBUs – ist ein kurzfristiger Umstieg auf UMTS/LTE schwer vorstellbar. Außerdem ist GSM wegen seiner Reife als ausfallsicheres System zu betrachten, was gerade für ein strategisches System wie Toll Collect ein gewichtiges Argument für die Beibehaltung von GSM ist.

#### GSM-R<sup>82</sup> (Gemeinschaftsdienst)

GSM-Rail(way) (GSM-R oder GSM-Rail) ist ein Mobilfunksystem, das auf dem weltweit gültigen Funkstandard GSM aufbaut, jedoch für die Verwendung bei den Eisenbahnen angepasst wurde. GSM-R wird seit 1992 vom Internationalen Eisenbahnverband Union Interna-

---

<sup>81</sup> <http://www.tollcollect.de>; <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/UI/lkw-maut-fragen-und-antworten.html>

<sup>82</sup> Siehe <http://www.gsm-rail.com/>

tionale des Chemins de fer, (UIC)<sup>83</sup> betreut und weiterentwickelt. Dies geschah zuerst im Rahmen des Projekts EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network), seit Ende 2006 im Rahmen des Projekts ERTMS<sup>84</sup>. Neben GSM-R ist die ERTMS-Projektgruppe der UIC auch für ETCS<sup>85</sup> zuständig. Neben der Sprachkommunikation soll GSM-R als Transportmedium für ETCS-Daten dienen, die neben der Zugsicherung auch Zugfernsteuerung, Stellwerkskommunikation und die Überwachung des Zuglaufs ermöglichen. Um alle Applikationen des GSM-R-Netzes für die Fahrdienstleiter und Disponenten zu nutzen, kommen spezielle Fixed Terminal Systems zum Einsatz.

Der Ausschuss für elektronische Kommunikation ECC der CEPT kommt im Bericht 96<sup>86</sup> zur Störsituation zwischen GSM-R und UMTS im 900 MHz Bereich zu dem Ergebnis, dass eine verträgliche Nutzung beider Systeme in benachbarten Spektren möglich ist, wenn bestimmte Randbedingungen eingehalten werden. Diese Randbedingungen sind in den konkreten rechtlichen Maßnahmen zur Umsetzung der Maßnahme 2, das ist die Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte, festzuschreiben.<sup>87,88</sup>

#### eCall (Gemeinschaftsdienst, Notfallsdienst)

Das automatische Notrufsystem eCall<sup>89</sup> für Autos sollte ab 2010 Pflicht in Europa sein. Diese Initiative der EU-Kommission und der Wirtschaft wurde im Februar 2005 beschlossen. Einige Mitgliedstaaten haben begonnen, eCall einzuführen. Die EU-Kommission schätzt, dass eCall ab seiner Einführung dazu beitragen wird, die Zahl der Todesopfer in allen Mitgliedstaaten um bis zu 2.500 pro Jahr zu senken. Das eCall-System kann bei einem Verkehrsunfall einen Notruf an eine Notrufzentrale senden und den genauen Unfallort übermitteln. Dieser Notruf kann entweder automatisch ausgelöst oder manuell getätigt werden. eCall basiert auf dem einheitlichen europäischen Notruf 112 und seiner standortbezogenen Erweiterung E112. Die

---

<sup>83</sup> <http://www.uic.org/>

<sup>84</sup> <http://www.uic.org/spip.php?article381>

<sup>85</sup> <http://www.uic.org/spip.php?rubrique850>

<sup>86</sup> [ECC Report 96]

<sup>87</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009D0766:EN:NOT>

<sup>88</sup> Stellungnahme der Deutschen Bahn zur Veröffentlichung der Verfügung 16/2009 der BNetzA zur geplanten Änderung des Frequenznutzungsplans (2009). Stellungnahme der Bahn zur Veröffentlichung der Verfügung 38/2008 der BNetzA zur Aufstellung des Frequenznutzungsplans (2009).

<sup>89</sup> eSafetyForum: [http://www.esafetysupport.org/en/esafety\\_activities/esafety\\_forum](http://www.esafetysupport.org/en/esafety_activities/esafety_forum);  
eSafety Forum eCall Driving Group, "European Memorandum of Understanding for Realisation of Interoperable In-Vehicle eCall", May 2004 [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/esafety/ecall/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/ecall/index_en.htm)



Spezifikation von eCall überließ die EU-Kommission der ETSI/3GPP<sup>90</sup>. Das eCall-System, ursprünglich über GSM/GPRS definiert, ist in seiner jetzigen Version technologieneutral spezifiziert. Prototypen wurden bereits erfolgreich mit GPRS und „in-band“ Signalisierung in Mobilfunknetzwerken getestet.

### Smart Meters

Intelligente Zähler, sog. Smart Meters, erfassen Stromverbrauchsdaten, in nachfolgenden Entwicklungsschritten auch Fernwärme-, Gas- und Wasserverbrauchsdaten. Sie ermöglichen den Energieversorgungsunternehmen, über eingebaute Zusatzfunktionen oder nachträglich angebrachte Modifikationen die erfassten Zählerstände mittels Datenfernübertragung über PSTN, GSM, GPRS, LAN und PLC abzulesen.

Die BNetzA hat in ihrem Bericht "wettbewerbliche Entwicklungen und Handlungsoptionen im Bereich Zähl- und Messwesen und bei variablen Tarifen"<sup>91</sup> die Schaffung von Anreizen zur Verringerung des Stromverbrauchs empfohlen. Dazu gehören insbesondere der verpflichtende Einbau fernablesbarer Messeinrichtungen als Grundlage für variable Tarife. Die Stadtwerke Hannover haben sich in ihrem Smart Meters Piloten entschlossen, ausgewählte, über das Netzgebiet verteilte Smart Meters über das GSM-Mobilfunknetz anzubinden. Es ist naheliegend, dass GSM auch bei Umstellung des deutschen Messstellenbetriebs mit 31 Millionen herkömmliche Stromzähler auf Smart Meters zum Einsatz kommt.

Smart Grids sollen Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit sowie Klima- und Umweltverträglichkeit in der Stromversorgung erhöhen. Die räumlich weit verteilten Steuerelemente machen den Einsatz von Mobilfunk absehbar. Wie weit das tatsächlich zutrifft, werden die bis

---

<sup>90</sup> Eine Liste der eCall Spezifikationen (nicht komplett):  
 3GPP TS 22.101 V9.0.0 "Service aspects; Service principles"  
 3GPP TR 26.967 V8.0.1 "eCall Data Transfer; In-band modem solution"  
 3GPP TS 26.267 V8.0.0 "Cellular text telephone modem; General description"  
 3GPP TS 26.268 V8.0.0 "Cellular text telephone modem; Transmitter bit exact C-code"  
 3GPP TS 26.226 V8.0.0 "Cellular text telephone modem; General description"  
 3GPP TS 26.230 V7.1.0 "Cellular text telephone modem; Transmitter bit exact C-code"  
 CEN TES 15722, "Road transport and traffic telematics – eCall minimum set of data"  
 Draft EN 090316, "Intelligent Transport Systems – eSafety –Pan European eCall operating requirements"  
 CEN WI 00278243, "Intelligent Transport Systems – eCall – High Level Application Protocols"  
 ISO/EN 24978, "Intelligent Transport Systems – ITS Safety and emergency messages using any available wireless media – Data registry procedures"

<sup>91</sup> Vgl. [BNetzA Zähl- und Messwesen]

2012 laufenden Modellprojekte für das IKT-basierte Energiesystem der Zukunft „E-Energy“<sup>92</sup> in Deutschland, für das sogenannte Internet der Energie, konkretisieren.

Weitere Einflussfaktoren auf den Technologiewechsel:

Schlussendlich gibt es noch ökonomische Einflussfaktoren, die zur Technologieablöse führen: hohe Betriebskosten, laufende Energie- und Personalkosten für den Betrieb und Abkündigungen (End-of-Sale und End-of-Life) durch die Hersteller.<sup>93</sup> Beispielsweise haben UMTS-Netzkomponenten je Gbit kleineren elektrischen Energieverbrauch als GSM-Netzkomponenten (siehe Abbildung 29).<sup>94</sup>

**Table 4:** Electricity use in the operation of components of the mobile communication. Figures for switchboard and administration are assumed to be the same in the UMTS and in the GSM network, due to the lack of data for the operation of UMTS network

Element	UMTS-Network	GSM-Network
<b>Mobile network</b>	<b>kWh per Gbit</b>	<b>kWh per Gbit</b>
Mobile phone	2.3	13.9
Base station	16.8	7.7
Switchboard	4.1	
Administration	5.2	
<b>Fixed network</b>		
Fixed network telephone	2.8	
Switchboard	7.7	
Administration	1.2	

**Abbildung 29: Energieverbrauch UMTS vs. GSM**

Aus Abbildung 29 erkennt man die technologische Entwicklung der Energieeffizienz. UMTS Endgeräte brauchen weniger als ein Fünftel der Energie als GSM-Endgeräte.

<sup>92</sup> E-Energy ist ein von BMWi und BMU gefördertes Projekt für mehr Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit in der Stromversorgung.

<sup>93</sup> Die Thematik EoL (End-of-Life, nicht mehr lieferbar) wurde in den Jahren 2005 und 2006 ausführlich in der Literatur behandelt. Dabei standen unter anderem die Rückgewinnung von Materialien im Vordergrund der Betrachtung, was keinen strategischen Einfluss auf die Festlegung des Phase Out von GSM hat. Vgl. [Scharnhorst, 2005-1], [Scharnhorst, 2005-2], [Scharnhorst, 2006].

<sup>94</sup> [Emmenegger, 2006]

### 3.4.2 Koexistenz GSM900/UMTS900/LTE900

Eine Analyse zur Integration von LTE in bestehende GSM/UMTS Netze bzw. zur Migration von GSM/UMTS nach LTE publizierte 3G Americas, siehe Abbildung 30.<sup>95</sup>

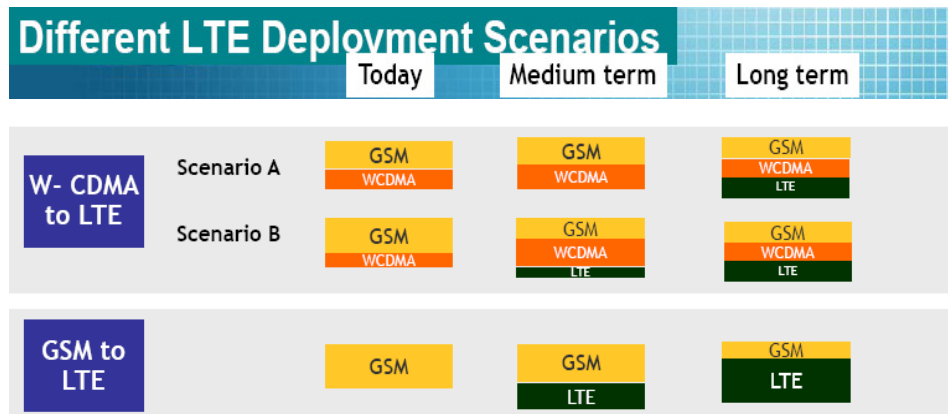


Abbildung 30: Koexistenz und Migration GSM 900/UMTS 900/LTE 900

Netzbetreiber tendieren dazu, wegen der höheren spektralen Effizienz im freigegebenen GSM Spektrum LTE auszurollen, vor allem dort, wo bis jetzt UMTS nicht verfügbar war. Kernproblem dieser Vorgangsweise ist die sehr beschränkte Verfügbarkeit von Spektrum in diesem Frequenzband, um WCDMA oder LTE zu implementieren. Damit LTE den vollen Leistungsumfang erbringen kann, werden bis zu 20 MHz zusammenhängendes Spektrum benötigt. Daher können in Deutschland sämtliche Netzbetreiber den vollen Leistungsumfang von LTE in seinen Frequenzbändern auszurollen, namentlich Telekom Deutschland in 1800 MHz und 2600 MHz, Vodafone in 2600 MHz, E-Plus in 1800 MHz und 2100 MHz sowie Telefónica in 2600 MHz.

Es gibt zwei Möglichkeiten einer sinnvollen Koexistenz von GSM 900 und UMTS (HSPA/HSPA+) 900/LTE 900, die Betriebsarten „koordinierter Betrieb“ und „unkoordinierter Betrieb“. <sup>96</sup> Beide *modi operandi* erfordern aber die Einrichtung sogenannter Schutzbänder, um den ungestörten Betrieb zu garantieren. Das Problem kommt daher, dass Interferenz aus dem GSM Band Flächendeckung und Kapazität von WCDMA erheblich stören kann. Für den

<sup>95</sup> [3G Americas, 2010], [Rysavy Research, 2010]

<sup>96</sup> 3GPP TR25.816v8.0.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; UMTS 900 MHz Work Item Technical Report

koordinierten Betrieb sind 2,6 MHz Trägerabstand notwendig, für den unkoordinierten Betrieb 2,8 MHz.

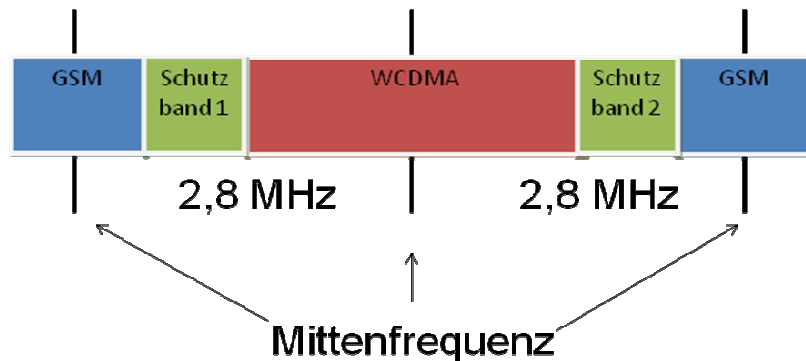


Abbildung 31: Schutzbänder zwischen UMTS900/GSM900 im unkoordinierten Betrieb

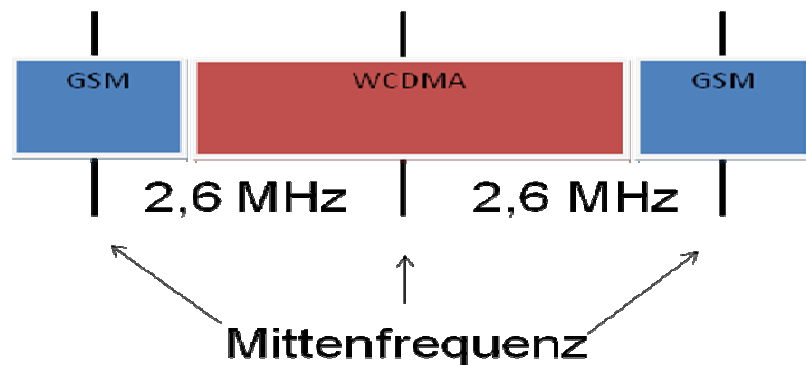


Abbildung 32: Schutzbänder zwischen UMTS900/GSM900 im koordinierten Betrieb

In einer gemeinsamen Arbeit<sup>97</sup> und anhand von Labortests zeigten Qualcomm und Huawei, dass man auch mit geringeren Trägerabständen auskommt, wenn man einen „vertretbaren“ Kapazitätsverlust im UMTS/HSPA Netz in Kauf nimmt. Konkret geht es um 2,2 (statt 2,6) MHz Trägerabstand im koordinierten Betrieb und 2,6 (statt 2,8) MHz Trägerabstand im unkoordinierten Betrieb. Dieses Ergebnis ist sicher interessant für Betreiber, die knapp an Spektrum sind oder gar nur mit 2 x 5 MHz Spektrum (gepaart) im 900 MHz Band ausgestattet sind.

<sup>97</sup> [Vanghi, 2007]

Bis auf kleinere Einschränkungen können in diesen Szenarien die GSM, UMTS/HSPA/HSPA+ und LTE Netze als kooperierende Netze betrieben werden, wobei die Einführung des UMTS/LTE Netzes als sogenanntes Overlay Netz zwei Motive haben kann:

- a) UMTS/LTE stellt im Inselbetrieb hohe Datenraten zur Verfügung, wobei dann GSM/GPRS die Flächendeckung besorgt, oder
- b) UMTS/LTE ist die Erweiterung des überlasteten GSM/GPRS Netzes. UMTS/LTE wird dann als datenzentrierte Technologie schwerpunktmäßig die Datendienste abwickeln, während die Sprachdienste weiterhin hauptsächlich über GSM abgeführt werden.

Die technischen Details zum kombinierten GSM/UMTS (HSPA, HSPA+) Betrieb im 900 MHz Band werden in einem 3GPP Technical Report<sup>98</sup> dargestellt. Um die Weiterentwicklung ihrer Netze nach LTE möglichst einfach zu halten, werden die meisten Netzbetreiber zu Beginn nur Datendienste über LTE anbieten, womit sie gleichzeitig auch ihre Zielkunden festlegen: (Geschäfts-)Kunden mit Notebooks, Netbooks, Dongles und ähnlichem Equipment. Da LTE anfangs nicht flächendeckend ausgebaut ist, sei es strategisch bedingt (siehe Betriebs-szenarien a) und b)), sei es zeitlich und aufwandsseitig bedingt, müssen die Betreiber auch die Mobilität zwischen den existierenden GSM/UMTS Netzen und dem LTE Netz garantieren. Das heißt, dass die LTE Endgeräte auch GPRS/EDGE/UMTS/HSPA unterstützen müssen. Sprachdienste werden in diesem Szenario weiterhin über GSM bzw. UMTS abgewickelt.<sup>99</sup>

### Koordinierter Betrieb

UMTS (HSPA, HSPA+) 900 bzw. LTE 900 Netze können im koordinierten Betrieb als „One-to-One Overlay“ Netz ausgerollt werden, d.h. die Basisstationen der neuen Technologien werden in den GSM Basisstationen aufgestellt. Betrachtet man die im Vergleich zu früheren Zeiten heute eher begrenzten Möglichkeiten, neue Basisstationen aufzustellen und die Kosten für die Errichtung neuer Masten, bedeutet Kollokation einen erheblichen Vorteil. Ein weiterer Kostenvorteil entsteht durch die vereinfachte Netzplanung, ein einfaches Inter-

---

<sup>98</sup> 3GPP TR25.816v8.0.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; UMTS 900 MHz Work Item Technical Report

<sup>99</sup> 3GPP TS23.272v9.2.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Circuit Switched Fallback in Evolved Packet System; Stage 2 (Release 9)

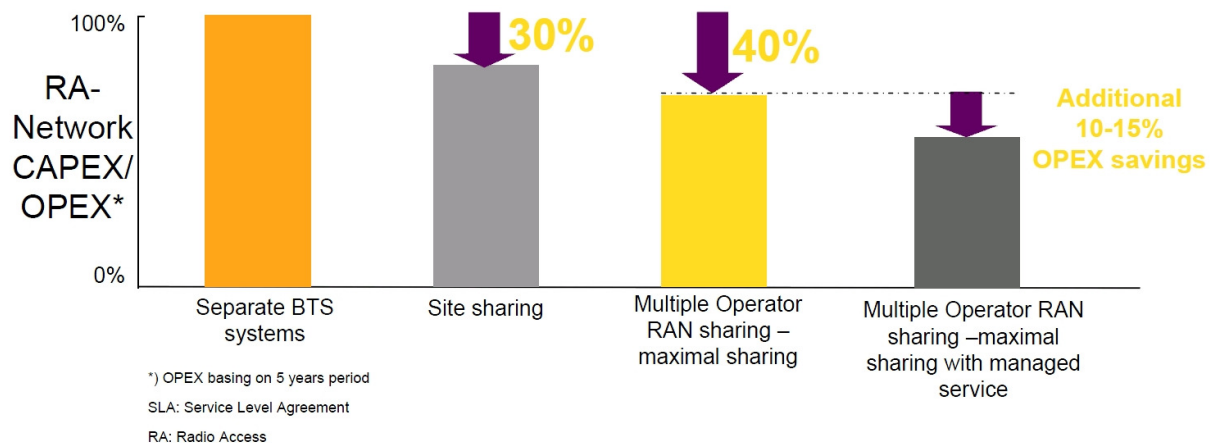
ferenzszenario und die Möglichkeiten der Wiederverwendung der GSM 900 Senderstandorte.

### Unkoordinierter Betrieb

Für den Betrieb in dicht besiedelten Gebieten, d.h. den kapazitätsgetriebenen Betrieb, eignet sich nur der unkoordinierte Betrieb. In dieser Variante werden die UMTS/LTE Basisstationen an den Rand der GSM-Zelle gelegt.

### Ressource-Sharing

Im folgenden seien noch die Möglichkeit der Netzbetreiber aufgeführt, durch Kooperationen – Ressource-Sharing bzw. Infrastruktur-Sharing, wie auch jetzt schon möglich – ihre CAPEX/OPEX zu reduzieren. Abbildung 33 macht das Einsparungspotenzial deutlich, welches solche Kooperationen mit sich bringen.



**Abbildung 33: CAPEX/OPEX Reduzierung durch Infrastruktur-Sharing<sup>100</sup>**

Die verschiedenen Formen und Möglichkeiten des Ressource Sharings werden im Positionspapier der BNetzA<sup>101</sup> erläutert.

<sup>100</sup> Quelle: Nokia Siemens Networks  
<sup>101</sup> Vgl. [BNetzA Infrastruktur Sharing]

Fazit Frage 4:

GSM-Technologie ist für Sprache optimiert und wird im nächsten Jahrzehnt in zumindest gleichem Umfang wie heute für Sprache und Roaming benötigt werden. Zwischen 2020 und 2025 wird es zu einem Phase-out von GSM kommen. Denkbar ist auch ein Szenario, GSM über das eigentliche End-of-Life so am Leben zu erhalten, dass damit eine gewisse GSM-Grundversorgung gewährleistet werden kann.

Der stark steigende Bedarf an mobilen Datendiensten einerseits, und der Erfolg der neuen mobilen Endgerätegeneration (Smartphones) erfordert den raschen Roll-out der neuen Mobilfunkgenerationen UMTS/HSPA+ und LTE. Als Nachfolgetechnologie von GSM wird bevorzugt LTE zum Einsatz kommen, vor allem dort, wo bisher UMTS/HSPA+ nicht ausgerollt war. Im Zuge dessen werden auch die 800 und 900 MHz Bänder durch die neuen Technologien genutzt werden.

Der Parallelbetrieb von UMTS 900/LTE 900/GSM 900 ist möglich und kann Netzbetreibern Kostenvorteile bringen. Kooperationsabkommen unter den Betreibern – Stichwort Resource-Sharing – können den Technologiewechsel zum Nutzen der Endkunden weiter fördern sowie bei den Betreibern eine deutliche Reduktion von CAPEX und OPEX bewirken.

### 3.5 Frage 5

**Ist der Parallelbetrieb von GSM-Systemen und breitbandigen Systemen (UMTS, LTE) im Frequenzband 900 MHz durch ein und denselben Netzbetreiber wettbewerblich objektiv notwendig?**

Die aufgeworfene Frage wirft aufgrund ihrer Formulierung („wettbewerblich objektiv notwendig“) zunächst eine Reihe von juristischen Aspekten auf, die es zu beantworten gilt, bevor man sich technischen und ökonomischen Fragen zuwendet.

Die Frage, ob die Nutzung bestimmter „Einrichtungen“ für ein Unternehmen zwingend erforderlich ist, um am Wettbewerb auf einem vor- oder nachgelagerten Markt teilzunehmen, ist dem Europarecht wie dem nationalen Recht im Rahmen der Frage nach dem Zugang zu sog. „wesentlichen Einrichtungen“ bekannt. Solche „Einrichtungen“ können auch Rechte sein, zu denen Zugang begehrt wird.

Auf der Ebene des Gemeinschaftsrechts findet sich die „Essential Facilities-Doctrine“ als Ausfluss aus Art. 102 AEUV. In der insoweit grundlegenden Magill-Entscheidung<sup>102</sup> hatte sich der EuGH maßgeblich mit der Frage zu beschäftigen, wann der Zugang zu bestimmten Einrichtungen „unentbehrlich“ war, um es einem Unternehmen überhaupt zu ermöglichen, selbst auf dem nachgelagerten Markt tätig zu werden.<sup>103</sup> Der EuGH hatte in der Magill-Entscheidung darauf abgestellt, dass der fehlende Zugang in der begehrten Einrichtung geeignet war, jeglichen Wettbewerb auf dem abgeleiteten Markt auszuschließen.<sup>104</sup> Der EuGH hat diese Entscheidung u.a. in der Rechtssache Bronner<sup>105</sup> bestätigt. In der IMS Health-Entscheidung<sup>106</sup> hat das Gericht die Terminologie abgewandelt und von einem „unerlässlichen Element“ gesprochen. Dies liege dann vor, wenn zwei verschiedene Produktionsstufen unterschieden werden können, die dadurch miteinander verbunden seien, dass das vorgelagerte Erzeugnis „unerlässlich“ für die Lieferung des nachgelagerten Erzeugnisses sei.

---

<sup>102</sup> Rs. C241/91 und 242/92, Slg. 1995, I-824

<sup>103</sup> Tz. 53, 55

<sup>104</sup> Tz. 56

<sup>105</sup> C- 7/97, Slg. I-7791

<sup>106</sup> C-418/01



Die Kommission verwendet den Begriff der *objektiven Notwendigkeit* im Zusammenhang mit Verhalten eines Marktbeherrschers, das nach Art. 102 AEUV zu prüfen ist. In Ihren Erläuterungen zu den Prioritäten bei der Anwendung von Art. 82 des EG-Vertrages spricht sie davon, dass dieses Verhalten „unverzichtbar“ und „verhältnismäßig“ sein müsse.<sup>107</sup>

Im deutschen Kartellrecht findet sich die Essential Facilities-Doctrine in § 19 Abs. 4 Nr. 4 GWB. Die Norm regelt den Fall, dass es einem Unternehmen aus rechtlichen oder tatsächlichen Gründen ohne die (Mit-)Nutzung einer Einrichtung „nicht möglich“ ist, auf einem vor- oder nachgelagerten Markt tätig zu werden. Sie dient dazu, den Wettbewerb auf Märkten zu gewährleisten, die der wesentlichen Einrichtung nachgelagert sind und auf denen der Inhaber der Einrichtung selbst tätig ist, wobei für den Gesetzgeber unter anderem der Telekommunikationsmarkt im Vordergrund stand.<sup>108</sup>

Nach der Gesetzesbegründung handelt es sich dann um eine „wesentliche Einrichtung“, wenn es einerseits den Wettbewerbern bei objektiver Betrachtungsweise nicht möglich ist, eine vergleichbare Einrichtung selbst zu errichten bzw. auf dem vor- oder nachgelagerten Markt auch ohne Nutzung der Einrichtung des beherrschenden Unternehmens tätig zu werden und andererseits die Gewährung des Zugangs objektiv notwendig ist, um auf dem vor- oder nachgelagerten Markt wirksamen Wettbewerb sicherzustellen.<sup>109</sup> Kommt die Schaffung einer eigenen Einrichtung nicht in Betracht, ist demnach zu prüfen, ob die Mitbenutzung der Infrastruktureinrichtung zwingende Voraussetzung dafür ist, dass eine wettbewerbliche Tätigkeit aufgenommen werden kann.<sup>110</sup>

Im Ergebnis ist nach nationalem Recht wie nach Gemeinschaftsrecht daher entscheidend, ob es dem jeweils zu beurteilenden Unternehmen aus rechtlichen oder tatsächlichen Gründen nicht möglich ist, auf dem geplanten Markt tätig zu werden.<sup>111</sup>

Diese Überlegungen lassen sich bei der Beantwortung der hier gestellten Frage nutzbar machen. Zwar sind die jeweiligen Ausgangssituationen unterschiedlich: Auf der einen Seite steht die kartellrechtlich zu beurteilende Situation, ob das Verhalten eines marktbeherr-

---

<sup>107</sup> Mitteilung 2009/C 45/02, Tz. 28

<sup>108</sup> Bechtold-Bechtold, GWB-Kommentar, 6. Auflage, § 19 Rn. 98.

<sup>109</sup> BT- Drucksache 13/9720.

<sup>110</sup> Bechtold-Bechtold, GWB-Kommentar, 6. Auflage, § 19 Rn. 104.

<sup>111</sup> Vgl. Götting / Loewenheim/ Neessen/ Riesenkampff, Kartellrecht 2. Auflage, § 19 Tz. 92; EuGH, C-7/97, Tz. 44-Bronner, Bechtold, GWB 6. Auflage Tz. 104.

schenden Unternehmens ein anderes Unternehmen in seiner Tätigkeit auf einem bestimmten Markt behindert (genauer: diese verhindert) wird. Auf der anderen Seite ist eine verwaltungsrechtlich geprägte Vergabesituation zu beobachten, bei der die Aufnahme und Ausgestaltung der Geschäftstätigkeit von einer Zuteilung von Frequenzblöcken abhängt. Gemeinsam ist diesen Konstellationen jedoch, dass es entscheidend darauf ankommt, ob durch das Verhalten eines Dritten, der die Nutzung einer „Einrichtung“ – seien es nun Infrastruktureinrichtungen oder Frequenzen – verhindert, der Wettbewerb auf einem nachgelagerten Markt beeinflusst wird.

Es ist daher zu fragen, ob aus rechtlichen und tatsächlichen Gründen der Parallelbetrieb von GSM-Systemen und Breitbandsystemen im Frequenzband 900 MHz durch einen der Netzbetreiber „unentbehrlich“ (oder auch „unerlässlich“) ist, um überhaupt am Markt für Mobilfunkdienstleistungen teilnehmen zu können. Diese Frage ist wiederum allein nach objektiven Kriterien zu beurteilen. Geschäftspolitische Präferenzen oder Motive sind nicht.<sup>112</sup> Hier stellt sich daher insbesondere die Frage, ob die Möglichkeit, am Wettbewerb teilzunehmen, auf anderem Wege erreicht werden kann (sog. fehlende Duplizierbarkeit).<sup>113</sup>

Aus ökonomischer und technischer Sicht ist daher die Frage zu untersuchen, ob ein Netzbetreiber alternative Möglichkeiten hat, ein flächendeckendes Netz für mobilen Datenverkehr aufzubauen, also die fraglichen Frequenzen „unerlässlich“ sind. In diesem Fall kommt es daher darauf an, dass der Mobilfunknetzbetreiber für den Endkunden ähnliche bzw. vergleichbare Dienstleistungen anbieten kann, auch wenn die dafür zur Verfügung gestellten und in Anspruch genommenen Produktionsfaktoren andere sind (d.h. Spektrum, das in anderen Frequenzbereichen angesiedelt ist). Ob ein solches alternatives Angebot mit anderen Frequenzen möglich ist, hängt letztendlich von der individuellen Frequenzausstattung ab. Wie bereits bei der Beantwortung der anderen Fragen ausgeführt, hat die Frequenzausstattung im Frequenzbereich unterhalb von 1 GHz Ausbreitungsvorteile, und es ist daher hinsichtlich ihrer ökonomischen Implementierung für ein flächendeckendes Netz einfacher und kostengünstiger zu erreichen. Eine entsprechende Versorgung mit Frequenzen aus höheren Frequenzbereichen ist allerdings weder ausgeschlossen noch hat sie sich bisher in Deutschland am Markt als nicht wirtschaftlich tragfähig erwiesen. Insofern gibt es einen Trade-off zu berücksichtigen. Dieser gilt in Bezug auf die Frequenzen, die zur Flächendeckung benötigt

---

<sup>112</sup> Vgl. Begründung zum Regierungsentwurf BT-Drs. 13/9720, S. 51; vgl. auch Götting/ a.a.O., Tz. 92.

<sup>113</sup> Vgl. dazu BKartA WuW/E DE-V 1879; 1887-Scandlines; Bechtold, GWB 6. Auflage, § 19 Tz. 104.

werden und den Frequenzen in höheren Bändern hinsichtlich von Kostenunterschieden, die es bei den entsprechenden Frequenzen zu berücksichtigen gilt. Auf der anderen Seite sind auch die Kosten zu berücksichtigen, die die Mobilfunknetzbetreiber für Frequenznutzungsrechte anzusetzen haben. Die detaillierte Antwort darauf enthält letztendlich Frage 2.

Zu konstatieren ist, dass in Deutschland die Frequenzausstattung zwischen den einzelnen Mobilfunknetzbetreibern durchaus sehr unterschiedlich war und ist. Dennoch war es möglich, im Wettbewerb die entsprechenden Aktivitäten zu entfalten. Auch dies spricht dafür, dass aus ökonomischer bzw. technischer Perspektive ein Parallelbetrieb im Frequenzband 900 MHz nicht zwingend erforderlich ist, um den nachhaltigen Wettbewerb zu erreichen bzw. den erreichten Wettbewerb zu erhalten.

Im Hinblick auf technische Fragestellungen gilt im Sinne des Parallelbetriebs noch zu hinterfragen, ob die unterschiedlichen Systeme (GSM, UMTS, LTE) im Frequenzband 900 MHz störungsfrei nebeneinander betrieben werden können. Dabei geht es um Fragen der Kompatibilität der Übertragungsverfahren, des Interferenz-Managements und der Intermodulation, der Frequenzausstattung unterhalb und oberhalb von einem GHz und mögliche Vereinbarungen mit Nachbarstaaten betreffend Vorzugsfrequenzen und Vorzugs-Code-Regelungen. Diese technischen Fragestellungen haben freilich keine Auswirkungen auf die oben bereits gegebene grundsätzliche Antwort, dass ein Parallelbetrieb von GSM-Systemen und breitbandigen Systemen im Frequenzband 900 MHz durch ein und denselben Netzbetreiber wettbewerblich objektiv nicht notwendig ist. Er kann aber zur Erreichung der geschäftlichen Ziele und der Intensivierung des Wettbewerbs nützlich sein. Nach unserem Verständnis steht es den Mobilfunknetzbetreibern in Deutschland aufgrund der Flexibilisierung des 900 MHz Bereiches offen, einen derartigen Parallelbetrieb zu realisieren. Insofern wird abzuwarten sein, ob die von den Mobilfunknetzbetreibern gegebenenfalls in Zukunft zu stellenden Anträge einen entsprechenden Parallelbetrieb vorsehen und ob dafür die Frequenzausstattung ausreichend ist.

Unter Zugrundelegung des so definierten Begriffs des wettbewerblich objektiv Notwendigen ist daher zu folgern, dass ein Parallelbetrieb nicht erforderlich ist. Dies ergibt sich aus ökonomischen und technischen Aspekten gleichermaßen.

Fazit zu Frage 5

Ein Parallelbetrieb von GSM-Systemen und breitbandigen Systemen im Frequenzband 900 MHz durch ein und denselben Netzbetreiber ist wettbewerblich objektiv nicht notwendig. Für einen solchen Parallelbetrieb als zwingende Voraussetzung gibt es weder juristische, noch technische oder ökonomische Gründe. Ein Parallelbetrieb ist jedoch möglich und ggf. technisch und wirtschaftlich sinnvoll.

## 4 Teil 2: Internationaler Vergleich

Der zweite Teil der hier vorliegenden gutachterlichen Untersuchung umfasst den von der BNetzA in der Ausschreibung geforderten internationalen Vergleich. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Analyse der vereinbarten Vergleichsländer dargestellt.<sup>114</sup>

### 4.1 Einleitung

Der internationale Vergleich ist neben die ökonomisch-frequenztechnischen Aspekte zu setzen und soll für Deutschland als räumlich relevanten Markt durch den Vergleich einen Bezug auf die Frequenzverteilung in anderen Ländern in den berücksichtigten Frequenzbereichen beinhalten. Die BNetzA bezieht sich in ihrer Betrachtung auf die Frequenzbänder in den Bereichen 450, 800, 900, 1800, 2100, 2600 und 3500 MHz. Ein internationaler Vergleich erscheint aus unserer Sicht mit einem Schwerpunkt auf die Bereiche 800, 900, 1800 und 2100 MHz angebracht, um sachgerechte Ergebnisse zu erzielen, weil sich für diese Frequenzbereiche relativ gut Vergleiche anstellen lassen, was die Möglichkeit der Substitution des Spektrums durch andere Frequenzbereiche und damit einhergehende Unterschiede in der Netzabdeckung und den Kosten angeht. Die Ausschreibungsunterlage stellt dabei darauf ab, dass der internationale Vergleich,

- 1) adressiert welche eventuellen Lösungsmöglichkeiten es gibt,<sup>115</sup>
- 2) mögliche Umsetzungsmaßnahmen untersucht, sowie
- 3) gegebenenfalls eingeleitete Verfahren in diesen Ländern betrachtet.
- 4) die Fragen aus dem ersten Teil der Studie (d.h. die fünf zu betrachtenden Fragen in Teil 1 der Studie) abdeckt.

Auf der Basis dieser Vorgaben haben wir eine Reihe von Fragen entwickelt und mit der BNetzA abgestimmt, wie die zu untersuchenden Fragestellungen im Hinblick auf den Benchmark zu analysieren sind.

---

<sup>114</sup> Für einige übergreifende Aspekte s. auch den Bericht von [BEREC, 2011]. Es ist dabei interessant zu sehen, dass BEREC verschiedene Formen der Asymmetrien betrachtet, und zwar den exklusiven Zugang einzelner Unternehmen zu bestimmtem Spektrum, unterschiedliche Mengen an Spektrum einzelner Betreiber, unterschiedliche Ablaufzeitpunkte für die Frequenznutzungsrechte sowie jegliche Kombination der drei vorgenannten Optionen.

<sup>115</sup> Wir beziehen diese Frage auf den Umgang mit möglichen festgestellten Wettbewerbsverzerrungen, die sich auf die Verteilung der Frequenzen bzw. die Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte zurückführen lassen.

## 4.2 Vergleichsländer und zentrale Erkenntnisse des Vergleichs

### 4.2.1 Länderauswahl und Methode

Für die Untersuchung im Rahmen des internationalen Vergleichs ist von entscheidender Bedeutung, dass die Vergleichsländer mit Deutschland übereinstimmende Charakteristika haben. Daher ist es vor allem relevant, solche Länder zu betrachten, in denen die GSM-Änderungsrichtlinie auch zur Anwendung kommt. Es ist daher gemeinsam mit der BNetzA entschieden worden, dass für den Benchmark die folgenden Länder betrachtet werden:

- Irland
- Großbritannien
- Frankreich
- Finnland
- Schweden
- Italien

Die Auswahl dieser Länder erfolgte auf der Basis einer Voruntersuchung im Hinblick auf interessante Anwendungsfelder entweder zur Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte im 900 MHz Bereich, zur Etablierung eines technologieneutralen Ansatzes oder zur Ermittlung von Kosten und Wettbewerbsauswirkungen einer derartigen Flexibilisierung.<sup>116</sup>

Aufgrund der Tatsache, dass in Ländern außerhalb Europas regelmäßig ein anderer Angang gefunden wird, um Frequenznutzungsrechte zu vergeben und auch die Flexibilisierung zu diskutieren und zu implementieren, sind Nicht-EU-Staaten nicht direkt mit Deutschland vergleichbar. Daher wurde gemeinsam mit der BNetzA entschieden, diese Länder nicht in den internationalen Vergleich aufzunehmen. Zu erwähnen ist aber zumindest, dass z.B. in Ländern wie Neuseeland und Australien<sup>117</sup> ein grundsätzlich technologieneutraler Ansatz gewählt wurde, der den Effekt hat, dass bereits heute im 900 MHz Bereich Technologie- und Dien-

---

<sup>116</sup> Kurz vor Abschluss der Studie hat die österreichische Regulierungsbehörde eine Konsultation mit sehr ähnlichem Inhalt initiiert, in der es auch um die Frage möglicher Wettbewerbsverzerrungen im 900 MHz Band einerseits sowie um die Vergabe der Frequenzen in den Bereichen 800 und 900 MHz geht, vgl. [RTR, 2011]. Des Weiteren weist der Bericht von BEREC [BEREC, 2011] darauf hin, dass es auch in Belgien, Polen und Dänemark in diesem Bereich regulatorische Entscheidungen gegeben hat.

<sup>117</sup> In Australien wird für den Mai 2011 eine umfangreichere Konsultation erwartet, die Themen der flexiblen Frequenznutzung aufgreifen soll. Das angekündigte Konsultationspapier erscheint für die spätere Analyse jedoch interessant.

steneutralität eingeführt worden ist und z.B. UMTS im 900 MHz Band angewendet wird. Zu berücksichtigen ist dabei allerdings auch, dass nicht alle Länder eine Situation der Frequenzknappheit haben und daher ein anderer Umgang mit der Thematik gefunden werden kann, weil der Druck der Allokation der Frequenzen auf die verschiedenen Nutzungsberechtigten geringer ist. Es stellen sich dann in Bezug auf Wettbewerbsverzerrungen andere Fragen als jene, die durch eine mögliche Flexibilisierung im Bereich 900 MHz hervorgerufen werden. Aus diesem Grund sind außereuropäische Länder kaum vergleichbar, weil der Anstoß durch die GSM-Änderungsrichtlinie sich dort nicht in der gleichen Form findet.

Die GSA (Global Mobile Suppliers Association) hat am am 1. März 2011 in einer Aussendung den weltweiten Status der UMTS Implementierungen im 900 MHz Band zusammengestellt.<sup>118</sup> Demnach gibt es bereits 27 UMTS 900 Netze im kommerziellen Betrieb. Davon sind in Europa die folgenden zu finden: Finnland, Estland, Belgien, Island, Faröer Inseln, Lettland, Polen, Rumänien, Bulgarien und Grönland. Gemäß unserer Analyse ist auch Frankreich in diese Liste mit aufzunehmen.

Im Folgenden betrachten wir die Situation in den einzelnen Ländern.

#### **4.2.2 Irland**

In Irland gibt es sowohl (seit September 2010) eine Diskussion über das 900 MHz Band als auch (seit Dezember 2010) eine Diskussion über das 800 und 1800 MHz Band.

##### **4.2.2.1 900 MHz Band**

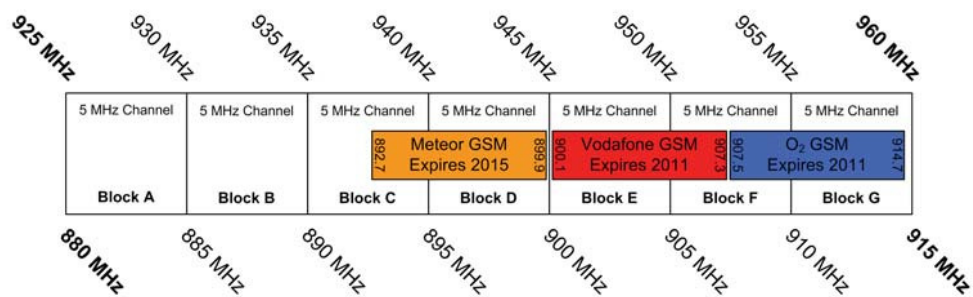
Irland hat auf der Basis der GSM-Änderungsrichtlinie Überlegungen angestellt, um die Wettbewerbswirkungen einer Flexibilisierung der Frequenznutzung zu berücksichtigen. Dies hat auf Grundlage der Konsultation Nr. 10/71 letztendlich dazu geführt, dass ComReg die Neuvergabe der Frequenzen befürwortet, bei der eine kombinierte Vergabe des 800 und des 900 MHz Spektrums erfolgen soll.<sup>119</sup> Die Form der Umsetzung dieser Flexibilisierung und Neuausschreibung wird gegenwärtig (erstes Quartal 2011) konsultiert. Aufgrund der Tatsache, dass zwei der drei GSM-900-Lizenzen bereits im Mai 2011 auslaufen (und die dritte Lizenz

---

<sup>118</sup> GSA: UMTS 900 Global Status, 1. März 2011, [www.gsacom.com](http://www.gsacom.com)

<sup>119</sup> Vgl. u.a. zur Diskussion: [ComReg 10/71]

bis zum Jahr 2015 befristet ist), sind relativ zeitnah entsprechende Maßnahmen zu setzen.<sup>120</sup> Um eine Gleichbehandlung der Betreiber sicherzustellen, wird für den dritten Netzbetreiber, dessen Lizenz 2015 ausläuft, eine „Early Liberalisation Option“ in Erwägung gezogen. Im Hinblick auf laufende Verfahren ist eine erste Setzung von Schritten erfolgt, in denen Rahmenbedingungen festgelegt worden sind. Dabei erfolgt die Durchführung eines Auktionsverfahrens mit einer Begrenzung auf Erwerbsmöglichkeiten von 2 x 10 MHz pro Betreiber und einer minimalen Blockgröße von 2 x 5 MHz.



**Abbildung 34: Frequenzverteilung im 900 MHz Bereich und Lizenzlaufzeiten in Irland**

Da die Bedingungen noch nicht endgültig festgelegt sind, ist darauf zu verweisen, dass die Kombination mit der Vergabe von 800-MHz-Lizenzen diskutiert wird (s.u.). Ein direkter Ausgleich von Frequenzmengen erscheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht erforderlich, da alle drei Netzbetreiber über die gleiche Frequenzausstattung verfügen (s.o.). Weitere Rahmenbedingungen werden aber konsultiert. Die Berücksichtigung von Kennzahlen für die Kausalität zwischen Frequenzausstattung und Wettbewerbsposition ist in Irland nicht im Vordergrund aufgrund der Tatsache, dass es zu einer Neuausschreibung bzw. Neugestaltung kommt. Allerdings hat es auch in Irland Untersuchungen im Hinblick auf Kostenunterschiede zwischen den unterschiedlichen Netzinfrastrukturen gegeben, die es zu berücksichtigen gilt, wenn eine Liberalisierung erfolgt.

Dabei hat das Beratungsunternehmen Vilicom für die irische Regulierungsbehörde ComReg eine Abschätzung der Netzkosten für ein nationales UMTS 900, UMTS 1800 und UMTS

<sup>120</sup> Die jüngste Entwicklung ist dabei das Konsultationsdokument von ComReg [ComReg 10/71], mit dem darauf abgezielt wird, die Frequenznutzungsrechte im 900 MHz Bereich vorläufig zu verlängern (interim licences) bis eine Entscheidung über die nächsten Schritte der Frequenzpolitik in übergreifender Betrachtung über die Frequenzbänder gefallen ist.



2100 MHz Netz durchgeführt. Die aktuelle Studie stammt vom 15. Januar 2009.<sup>121</sup> Das Netzdesign wurde durchgeführt, um Sprach- und Datenabdeckung für 95 % der Bevölkerung und 80 % der geografischen Fläche der Republik Irland herzustellen. Die Anzahl der notwendigen Basisstationen für ein 900 MHz Netz wurde mit 533 berechnet, für ein 1800 MHz Netz benötigt man 1.013 Basisstationen und für ein 2,1 GHz Netz benötigt man 1.243 Basisstationen. Als Bedarf wurde ein Datenverkehr von 4,28 Gbit/s in der Hauptverkehrsstunde (s.u.) angenommen. Damit benötigt man 7 RNCs und ein entsprechend dimensioniertes Kernnetz.

Das Endergebnis der Studie ist, dass die Netzkosten für UMTS 1800 in der Größenordnung von 88,5 % der Kosten eines UMTS 2100 MHz Netzes liegen. Das UMTS 900 MHz Netz kann zu 65,6 % der Kosten eines UMTS 2100 MHz Netzes errichtet werden. Die konkreten Kosten sind in der veröffentlichten Version der Vilicom-Studie nicht angegeben.

Rahmenbedingung für die Berechnung ist keine Mischung von Frequenzen, sondern jeweils ein einheitliches, flächendeckendes Netz in einem einzigen bestimmten Frequenzband.

Eine nicht unwesentliche Fragestellung ist, ob es Kosten der Early Liberalisation Option für den dritten Betreiber gibt, die man berücksichtigen muss. Aufgrund der Tatsache, dass die Frequenzmengen gleich sind, ist daher auch die Frage nach dem Umgang mit unterschiedlichen Frequenzmengen nicht relevant. In Bezug auf die Umsetzung der Flexibilisierung wird daher auch ein Parallelbetrieb unterschiedlicher Technologien im 900 MHz Band angedacht (z.B. ein Multi-Band-Release), wobei diese in den noch zu erstellenden Auktionsbedingungen diskutiert werden. Zu diesem geordneten Bereich von liberalisierten Frequenzen gehören die Frequenzen in den Bereichen 800 MHz, 900 MHz und 1800 MHz.

#### **4.2.2.2 1800 MHz Band**

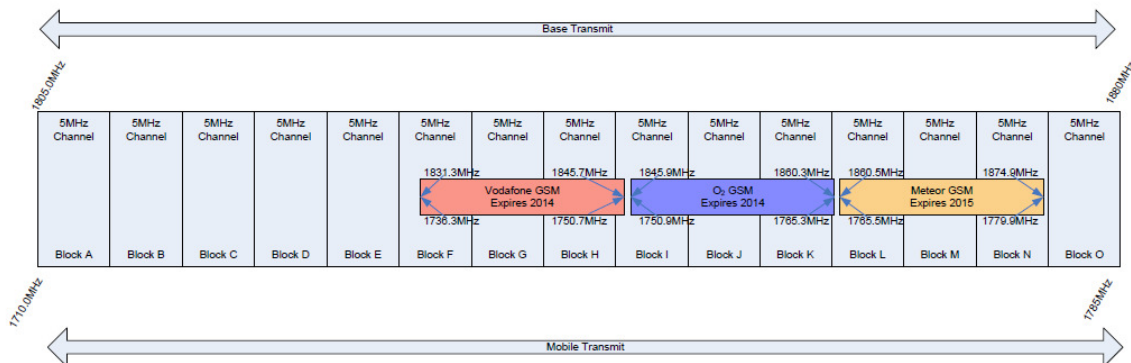
Mitte Dezember 2010 initiierte ComReg eine weitere Konsultation, diesmal zum Thema eines möglichen Einschlusses der Vergabe auch des Spektrums im 1800 MHz Band im Rahmen des gleichen Verfahrens. Eine solche Entscheidung könnte noch zu einer Änderung der Rahmenbedingungen führen, wie sie oben für das 900 MHz Band beschrieben wurden.<sup>122</sup>

---

<sup>121</sup> [ComReg Vilicom, 2009]

<sup>122</sup> [ComReg 10/105]

Die gegenwärtige Frequenzallokation im 1800 MHz Band sieht wie folgt aus<sup>123</sup>:



**Figure 1: Current Spectrum Assignments in the 1800 MHz band**

**Abbildung 35: Derzeitige Spektrumsverteilung im 1800 MHz Frequenzbereich und Lizenzlaufzeiten in Irland**

In einer Abwägung der Vor- und Nachteile kommt ComReg zu dem Ergebnis, dass aus der Sicht der Behörde die kombinierte Vergabe des 1800 MHz Spektrums zusammen mit dem Spektrum unterhalb von 1 GHz zu einer Verbesserung der Flächendeckung führen kann. Ebenso kann auch eine Verbesserung der Kapazitätsversorgung in Hotspots erfolgen. ComReg sieht auch Vorteile in Bezug auf die Ergebnisse für die Endkunden sowie für den Wettbewerb und in Bezug auf die regulatorische Sicherheit. Demgegenüber stehen einige Nachteile, z.B. im Hinblick auf die Frage, ob 1800 MHz Spektrum und Flächenspektrum komplementäres oder konkurrenzierendes Spektrum darstellen. Die Konsultation wird im ersten Quartal 2011 abgeschlossen werden. Bis zur Abgabe dieses Berichts wurden die Stellungnahmen der Marktparteien veröffentlicht,<sup>124</sup> jedoch noch keine Schlussfolgerungen oder Entscheidungen der Behörde.

Abschließend ist festzustellen, dass ComReg in Irland die Flexibilisierung als Anlass zur Ausschreibung aller 800 und 900 MHz Frequenzen nutzt.

<sup>123</sup> Vgl. [ComReg 10/105]

<sup>124</sup> Vgl.. [http://www.odtr.ie/publications/inclusion\\_of\\_1800mhz\\_into\\_proposed\\_award\\_of\\_800mhz\\_and\\_900mhz\\_-\\_responses\\_to\\_consultation\\_and\\_correspondence.583.103813.p.html](http://www.odtr.ie/publications/inclusion_of_1800mhz_into_proposed_award_of_800mhz_and_900mhz_-_responses_to_consultation_and_correspondence.583.103813.p.html) (abgerufen am 19.2.2011)

### 4.2.3 Großbritannien

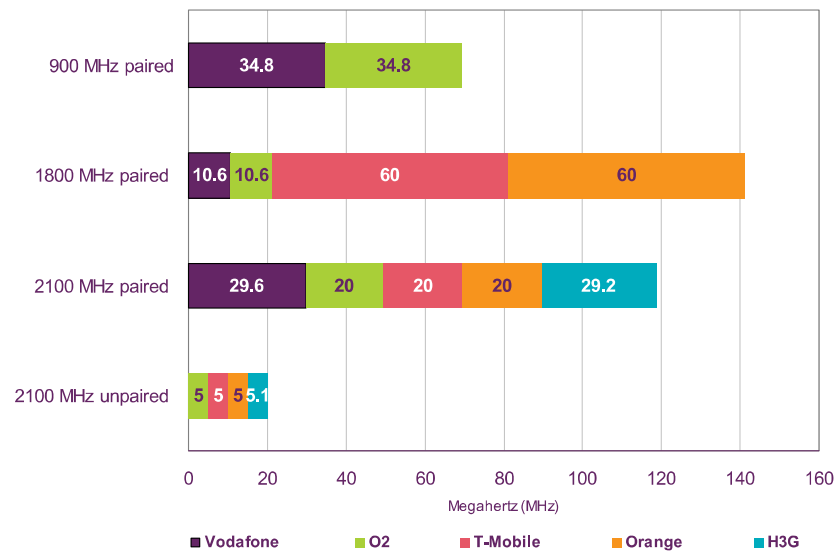
Die Wettbewerbsauswirkungen in Großbritannien im Hinblick auf die Flexibilisierung der Frequenznutzung sind 2007 und 2009 in zwei Konsultationen adressiert worden.<sup>125</sup> Es ging dabei jeweils um die Frage der Flexibilisierung der Nutzung des 900 MHz Bandes. Ergebnis der Betrachtungen war, dass OFCOM im Jahr 2009 aufgrund möglicher Wettbewerbswirkungen der Flexibilisierung tendenziell eher der Haltung zuneigte, Ausgleichsmaßnahmen im Sinne einer Reallokation von Spektrum zu ergreifen, während OFCOM nunmehr die Meinung vertritt, dass es keine gravierenden Wettbewerbsverzerrungen gibt, die eines Ausgleichs bedürfen. Im Jahr 2010 hat OFCOM ein „Advice to Government“ in diesem Sinne veröffentlicht.<sup>126</sup> Die veränderte Haltung ist vor allem dadurch getrieben, dass zwei Mobilfunknetzbetreiber in der Zwischenzeit fusioniert haben. OFCOM hat daher vorgeschlagen, die Liberalisierung der beiden Frequenzbänder in den Händen der bestehenden Lizenzhalter ohne zusätzliche Auflagen (außer technischen Anforderungen) vorzunehmen. Berechnungen von OFCOM zeigen, dass die Verschiebung eines Frequenzblocks operative Kosten im Bereich von 60-210 Millionen Pfund verursachen würde (z.B. weil neue Frequenzabstimmungen erforderlich werden). Dies hält OFCOM für nicht angemessen. Der zusätzliche Wert des flexibilisierten Frequenzbandes wird durch die Festsetzung der jährlichen Lizenzkosten adressiert, die sich am Marktwert orientieren werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Frequenzverteilung in Großbritannien. Im 900 MHz Band haben die bestehenden Lizenzinhaber jeweils einen zusammenhängenden Block von 2 x 17,4 MHz gepaartem Spektrum. Das 1800 MHz Band gehört nunmehr nahezu komplett zu Everything Everywhere.

---

<sup>125</sup> Vgl. [OFCOM, 2007] und [OFCOM, 2009]

<sup>126</sup> Vgl. [OFCOM, 2010-1]



**Abbildung 36: Frequenzzuteilung in Großbritannien**

Die Umsetzung der Vorschläge erfolgte in Form einer „Notice of proposed variation of 900 MHz and 1800 MHz Wireless Telegraphy Act licences“ mittels Konsultation am 28.10.2010. Nach Abschluss dieser Konsultation<sup>127</sup> entschied die Regierung über eine entsprechende Anpassung der Lizenzen. Diese wurde von OFCOM mittels Veröffentlichung vom 6.1.2011 umgesetzt.<sup>128</sup> Damit ist UMTS auch im 900 MHz und 1800 MHz Bereich einsetzbar.

OFCOM hat am 22. März 2011 eine Konsultation über die Vergabe von insgesamt 250 MHz Spektrum im 800 MHz und im 2600 MHz Band veröffentlicht.<sup>129</sup> OFCOM geht davon aus, dass dieses Spektrum für 4G Technologien wie LTE und WiMAX eingesetzt werden wird und damit eine Versorgungsgrad für mobile Breitbanddienste erreicht werden kann, welcher der heutigen 2G Versorgung entspricht.

Im Hinblick auf Kennzahlen für die Kosten und den Einfluss auf die Wettbewerbsposition ist auf eine größere Zahl von Untersuchungen zu verweisen, die von OFCOM im Rahmen der Konsultationen 2007 und 2009 durchgeführt wurden. Dazu gehören Betrachtungen über die Verfügbarkeit von LTE800- und UMTS900-Geräten, der Zeitpunkt der Nutzung des Spektrums im Bereich 800 MHz sowie des Zeitpunktes der Nutzung von UMTS 900. OFCOM hat

<sup>127</sup> Vgl. [OFCOM, 2010-2]

<sup>128</sup> Vgl. [OFCOM, 2011-1]

<sup>129</sup> Vgl. [OFCOM, 2011-2]

eine Reihe von Kennzahlen ermittelt und auch Kostenbetrachtungen vorgenommen und setzt dabei auf Szenario-Untersuchungen in Bezug auf die Marktentwicklung. Konsequenzen aus den unterschiedlichen Zeitpunkten und Frequenzmengen im Hinblick auf die Marktbeurteilung sind insofern von Interesse, als dass OFCOM im Jahr 2010 die Haltung vertritt, dass die Marktkonsolidierung von Orange und Telekom Deutschland (Zusammenschluss zu „Everything Everywhere“) die Wettbewerbsposition dieses Unternehmens gestärkt hat und daher keine Ausgleichsmaßnahmen mehr zugunsten des kleinsten Betreibers erforderlich sind.

OFCOM hat die Kostenunterschiede bei Versorgung mittels 900 MHz Spektrum und 2100 MHz Spektrum untersucht und kommt zum Schluss, dass ein Netzbetreiber, der Zugang zum 900 MHz Spektrum hat, 80 % der Bevölkerung mit 2.900 bis 7.300 Funkstationen versorgen kann. Die große Spannbreite erklärt sich aus der großen Zahl an gerechneten Szenarien. Ein Netzbetreiber ohne 900 MHz Spektrum benötigt mehr als zweimal so viele Basisstationen, nämlich 8.600 bis 21.100, um das gleiche Dienstespektrum anzubieten. Daraus ergeben sich Kostenunterschiede bis zu 1,6 Milliarden Pfund in Abhängigkeit vom Bedarfsszenario (1,6 Milliarden Pfund bei 2,4 Mbit/s, 30 MB/Kunden und Tag sowie guter Indoor-Versorgung). Auf dieser Grundlage sind zwischen Irland und Großbritannien die Datenverkehrsmengen, die den Berechnungen zugrunde liegen in etwa vergleichbar, die Wettbewerbsszenarien sind jedoch unterschiedlich.<sup>130</sup>

Im Zusammenhang mit der sog. „Digitalen Dividende“ gibt es auch in Großbritannien zu konstatieren, dass es Szenario-Rechnungen für die Nutzung des 800 MHz Spektrums gibt. Ebenso ist Frequenzhandel vorgesehen.

---

<sup>130</sup> Neben Irland und Großbritannien haben wir in den Ländern, die für den Vergleich herangezogen wurden, keine expliziten weiteren Kostenstudien gefunden, allerdings gibt es in anderem Zusammenhang noch folgende Studien: In einer Studie für GSMA (Februar 2007) [OVUM, 2007] wurden die Vorteile und Rahmenbedingungen von UMTS 900 von OVUM untersucht. Die Implementierung von UMTS im 900 MHz Band bedeutet in städtischen Bereichen eine 44%ige Steigerung der Flächendeckung per Node B und in ländlichen Bereichen eine Verbesserung um 117 % gegenüber einer Implementierung im 2100 MHz Band. Für eine Abschätzung der CAPEX Ersparnisse wurden weltweit vier Regionen untersucht. Für Westeuropa schätzt OVUM Einsparungen von 40 %. PA-Consulting [PAConsulting, 2010] hat im Auftrag des holländischen Wirtschaftsministeriums einen Vergleich der Rolle unterschiedlicher Frequenzbänder bei unterschiedlichen Geschäftsmodellen durchgeführt. Es wird zunächst bestätigt, dass Spektrum unter 1 GHz eine kostengünstige Flächendeckung ermöglicht. PA-Consulting geht davon aus, dass ein Wettbewerber ohne Flächenspektrum nicht in der Lage sein wird, einen nationalen Massenmarkt in den nächsten 5-10 Jahren erfolgreich zu bedienen. Ein flächendeckendes Netz im 2,1 GHz Band bedeutet 8- bis 15-fache Kosten gegenüber der Realisierung im 800/900 MHz Band. Damit wird der Eintritt eines vierten Netzbetreibers argumentativ untermauert.

#### 4.2.4 Frankreich

Die französische Regulierungsbehörde hat bereits sehr früh auf eine ausgewogene Zuteilung der unterschiedlichen für GSM bzw. UMTS verfügbaren Frequenzen auf die Netzbetreiber geachtet. Bereits bei der Zuteilung von Zusatzfrequenzen vor der UMTS-Versteigerung 2001 hat die Behörde berücksichtigt, dass jeder Netzbetreiber über eine ähnliche Frequenzausstattung in allen Spektren verfügt. SFR und Orange hatten zu Beginn nur Frequenzen im Bereich 900 MHz zugeteilt bekommen, Bouygues Telecom als dritter Mobilfunkbetreiber nur Frequenzen im Bereich 1800 MHz. Diese ungleiche Frequenzausstattung wurde bis zur Vergabe der UMTS-Frequenzen 2002 durch neue Frequenzallokationen in den Frequenzbereichen 900 MHz (Bouygues Telecom) bzw. 1800 MHz (SFR und Orange) ausgeglichen. Diese Maßnahmen dienten der Vorsorge in Bezug auf einen zusätzlichen Neueinsteiger (d.h. einen vierten Betreiber) bei der UMTS-Versteigerung. Die Behörde hat seitdem in mehrfachen Anläufen versucht, Frequenzen für einen vierten nationalen Betreiber zu vergeben.<sup>131</sup> Durch diese frühen Maßnahmen ist auch erklärbar, dass in Frankreich keine Notwendigkeit einer Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen besteht, da die Neuerungen der GSM-Änderungsrichtlinie bereits mit dem bestehenden Gesetzestext im Einklang sind. Daher sind keine neuen expliziten gesetzlichen Verpflichtungen im Hinblick auf die Untersuchung von Wettbewerbsauswirkungen einer Flexibilisierung der Frequenznutzung notwendig.

Aus o.g. Gründen wurden bereits sehr früh Maßnahmen zur Flexibilisierung im Sinne von Technologie- und Diensteneutralität unternommen. Bereits die Ausschreibungsbedingungen für die Vergabe von UMTS-Frequenzen haben Bestimmungen enthalten, die eine parallele Nutzung von UMTS im 1800 und 900 MHz Band vorgesehen haben.<sup>132</sup> Die Frequenzallokation sah vor, dass

- die Frequenzen gleichzeitig für GSM und UMTS alloziert wurden,<sup>133</sup>
- der Inhaber der Frequenznutzungsrechte nur auf Antrag eine Nutzung der für GSM bestimmten Frequenzen auch für UMTS nutzen darf,

---

<sup>131</sup> Erst im Dezember 2009 wurden die Frequenzen an Free Mobile vergeben.

<sup>132</sup> Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, Ministère délégué à l'Industrie, Avis relatif aux conditions de renouvellement des autorisations GSM de la société Orange France et de la Société Française du Radiotéléphone. NOR : IND I 04 20650 V

<sup>133</sup> Die bereits vor der Vergabe des UMTS-Spektrums in Nutzung befindlichen GSM Frequenzen durften gem. UMTS Frequenzzuteilungsurkunde sowohl für GSM als auch für UMTS genutzt werden. Wenn GSM Frequenzen für UMTS genutzt werden, dann gilt der zweite Spiegelstrich und es muss ein Antrag gestellt werden.

- die Regulierungsbehörde das Recht hat, bei einer Nutzung der Frequenzen für UMTS diese einer „Verteilungsgerechtigkeitsprüfung“ zu unterziehen und für eine Gleichverteilung zwischen den Betreibern der Netze 2. und 3. Generation zu sorgen hat,
- die Behörde daraufhin die Frequenzallokation neu bestimmen muss.<sup>134</sup>

Diese Parallelnutzung wurde bereits von SFR und Orange beantragt und ist auch genehmigt worden.<sup>135</sup>

Aufgrund der Tatsache, dass diese Flexibilisierung bereits im Vorfeld geregelt war, gibt es auch keine laufenden Anträge oder Verfahren.<sup>136</sup> Eine bestimmte regulatorische Herangehensweise bzw. ein definiertes Procedere in Bezug auf den Ausgleich zwischen Wettbewerbswirkungen, die sich aus der Frequenzliberalisierung ergeben, ist in dieser Form nicht existent, allerdings hat die Regulierungsbehörde die wirtschaftliche Attraktivität von Frequenzen zu beurteilen und auch eine effiziente Nutzung sicherzustellen. Die wirtschaftliche Attraktivität von Frequenzen wird in Frankreich auch anhand von den Frequenznutzungsgebühren bemessen, die sich durch einen Fixbetrag sowie durch 1 % des Umsatzes des Betreibers ergeben.

Die Frequenzaufteilung vor Eintritt des vierten Betreibers war im Bereich 900 MHz folgende.<sup>137</sup>

---

<sup>134</sup> Betreffend die Kostentragung bei einer Reallokation wurde im Vorfeld mit den Betreibern abgestimmt, dass diese ohne Kostenersatz stattfinden würden.

<sup>135</sup> Vgl. ARCEP : Décision n° 2008-0229 de l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes en date du 26 février 2008 modifiant la décision n° 2006-0239 autorisant la société Orange France à utiliser des fréquences dans les bandes 900 MHz et 1800 MHz pour établir et exploiter un réseau radioélectrique ouvert au public sowie ARCEP : Décision n° 2008-0228 de l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes en date du 26 février 2008 modifiant la décision n° 2006-0140 autorisant la Société française du radiotéléphone à utiliser des fréquences dans les bandes 900 MHz et 1800 MHz pour établir et exploiter un réseau radioélectrique ouvert au public

<sup>136</sup> Die Flexibilisierung ist gesetzlich geregelt (durch ministerielles Avis) Die Betreiber können nur den Zeitpunkt der "Aktivierung" selbst bestimmen. Es sind jedoch Auflagen damit verbunden (z.B. Abgabe von Frequenzen bei Zutritt eines vierten Mobilfunkbetreibers).

<sup>137</sup> ARCEP: Consultation publique sur l'introduction de l'UMTS dans les bandes de fréquences mobiles à 900 et à 1800 MHz en France métropolitaine, mai 2007 – 4 juin 2007.

Dans les zones très denses



En dehors des zones très denses



Figure 1: schéma de répartition actuel de la bande de fréquences à 900 MHz

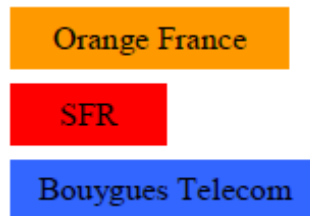


Abbildung 37: Frequenzzuteilung im 900 MHz Band in Frankreich



	DANS LES ZONES TRES DENSES		Quantité (MHz)
	Sens montant	sens descendant	
BANDE DE GARDE	880-880,1	925-925,1	0,1
<b>BOUYGUES TELECOM</b>	880,1-889,9	925,1-934,9	9,8
BANDE DE GARDE	889,9-890,1	934,9-935,1	0,2
<b>ORANGE FRANCE</b>	890,1-902,5	935,1-947,5	12,4
<b>SFR</b>	902,5-914,9	947,5-959,9	12,4
BANDE DE GARDE	914,9-915	959,9-960	0,1
<b>TOTAL</b>			<b>35 MHz</b>

Tableau 2 : répartition détaillée des ressources spectrales actuelles de la bande de fréquences à 900 MHz cible dans des zones très denses

	EN DEHORS DES ZONES TRES DENSES		Quantité (MHz)
	Sens montant	sens descendant	
BANDE DE GARDE	880-880,1	925-925,1	0,1
<b>BOUYGUES TELECOM</b>	880,1-889,9	925,1-934,9	9,8
BANDE DE GARDE	889,9-890,1	934,9-935,1	0,2
<b>ORANGE FRANCE</b>	890,1-900,1	935,1-945,1	10
<b>BOUYGUES TELECOM</b>	900,1-904,9	945,1-949,9	4,8
<b>SFR</b>	904,9-914,9	949,9-959,9	10
BANDE DE GARDE	914,9-915	959,9-960	0,1
<b>TOTAL</b>			<b>35 MHz</b>

Tableau 3 : répartition détaillée des ressources spectrales actuelles de la bande de fréquences à 900 MHz en dehors des zones très denses

**Abbildung 38: Detaillierte Frequenzzuteilung im 900 MHz Band in Frankreich**

Im Bereich 1800 MHz waren die Frequenzen wie folgt vergeben:<sup>138</sup>

Dans les zones très denses



En dehors des zones très denses



Figure 4: schéma de répartition actuel de la bande de fréquences à 1800 MHz

**Abbildung 39: Frequenzzuteilung im 1800 MHz Band in Frankreich**

<sup>138</sup> ARCEP: Consultation publique sur l'introduction de l'UMTS dans les bandes de fréquences mobiles à 900 et à 1800 MHz en France métropolitaine, mai 2007 – 4 juin 2007

SITUATION ACTUELLE		
OPERATEUR	ZONES TRES DENSES	HORS ZONES TRES DENSES
ORANGE FRANCE (OF)	2 x 23,8 MHz	2 x 23,8 MHz
SFR	2 x 23,8 MHz	2 x 23,8 MHz
BOUYGUES TELECOM (BYT)	2 x 26,6 MHz	2 x 21,6 MHz
TOTAL	2 x 75 MHz avec séparation duplex de 95 MHz Bande montante : 1710-1785 MHz / Bande descendante : 1805-1880 MHz	

Tableau 8: répartition quantitative des ressources spectrales de la bande de fréquences à 1800 MHz

Abbildung 40: Detaillierte Frequenzzuteilung im 1800 MHz Band in Frankreich

Im Bereich 2,1 GHz zeigt die folgende Abbildung die Frequenzallokation.<sup>139</sup>

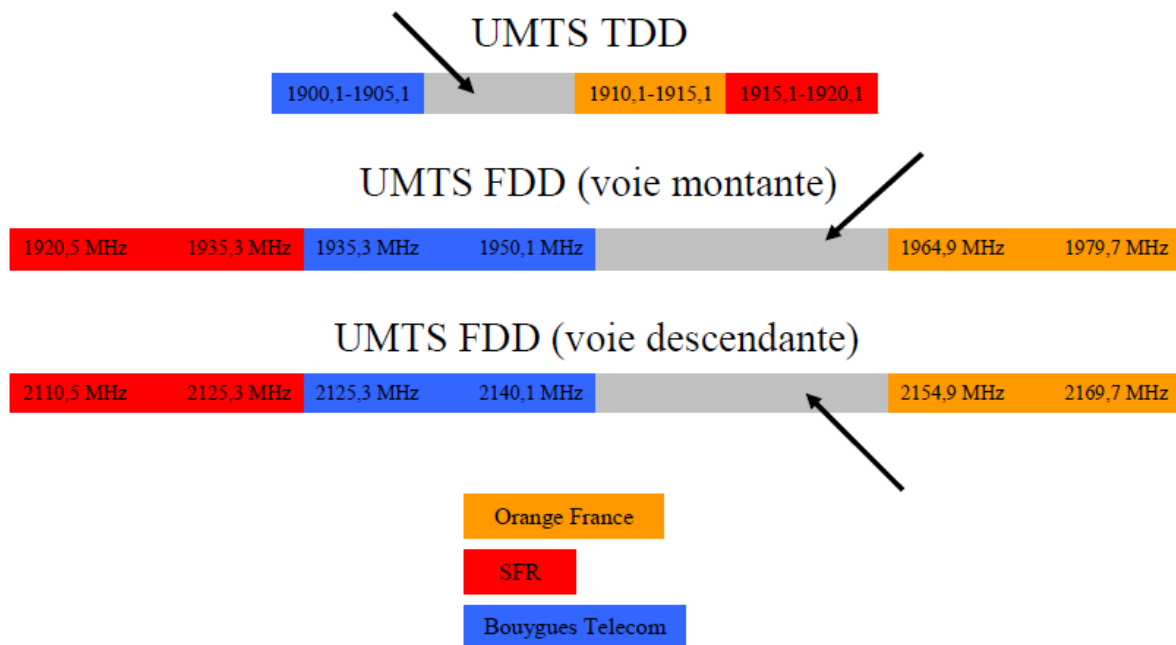
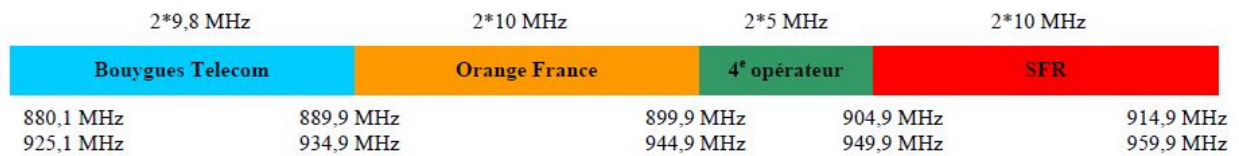


Abbildung 41: Frequenzzuteilung im 2100 MHz Band sowie freies Band für Markteinsteiger in Frankreich

Für den Fall des Marktzutritts eines vierten Netzbetreibers wurde bereits sehr früh eine Aufteilung des 900 MHz Spektrums festgelegt:<sup>140</sup>

<sup>139</sup> ARCEP: Consultation publique sur l'attribution de licences 3G dans la bande 2,1 GHz en France métropolitaine, juin 2008 – 18 juillet 2008



**Abbildung 42: Mögliche Frequenzuteilung im 900 MHz Band bei Markteintritt eines vierten Betreibers in Frankreich**

SITUATION CIBLE (QUANTITE DE FREQUENCES)		
OPERATEUR	ZONES TRES DENSES	HORS ZONES TRES DENSES
<b>ORANGE FRANCE (OF)</b>	2x10 MHz (au lieu de 2 x 12,4 MHz)	2x10 MHz (inchangé)
<b>SFR</b>	2x10 MHz (au lieu de 2 x 12,4 MHz)	2x10 MHz (inchangé)
<b>BOUYGUES TELECOM (BYT)</b>	2 x 10 MHz (inchangé au canal de garde près)	2x10 MHz (au lieu de 2 x 14,6 MHz)
<b>NOUVEL ENTRANT 3G (4<sup>E</sup>)</b>	2 x 5 MHz	2 x 5 MHz
<b>TOTAL</b>	2 x 35 MHz avec séparation duplex de 45 MHz Bande montante : 880-915 MHz / Bande descendante : 925-960 MHz	

**Tableau 6 : répartition quantitative des ressources spectrales de la bande de fréquences à 900 MHz dans le schéma cible (entre parenthèses évolution par rapport à la situation actuelle)**

**Abbildung 43: Mögliche detaillierte Frequenzuteilung im 900 MHz Band bei Markteintritt eines vierten Betreibers in Frankreich**

Die Frequenzzuordnung nimmt den Wegfall der Schutzbänder im UMTS-Frequenzbereich vorweg.

Im Rahmen der Neuvergabe der sog. „Digitalen Dividende“ ist ein Ausgleichsfonds für Beeinträchtigungen technischer Art vorgesehen, die aber nicht im Zusammenhang mit den 900 MHz Frequenzen zu sehen ist,<sup>141</sup> jedoch finden sich dazu gegenwärtig keine weiteren Informationen.

Die Entwicklung von spezifischen Kennzahlen zur Ermittlung der Kausalität zwischen Frequenzausstattung und Wettbewerbsposition einerseits und den Kosten andererseits ist in

<sup>140</sup> ARCEP: Consultation publique sur l'introduction de l'UMTS dans les bandes de fréquences mobiles à 900 et à 1800 MHz en France métropolitaine, mai 2007 – 4 juin 2007 sowie ARCEP: Mise en oeuvre des orientations retenues par l'ARCEP pour la réutilisation de la bande 900 MHz pour la 3G

<sup>141</sup> ARCEP: L'Action de l'Autorité en matière d'attribution de fréquences pour le développement des réseaux mobiles à haut et très haut débit, Point presse du 5 mars 2009

Frankreich aufgrund der bestehenden Frequenzpolitik und Frequenzausstattung der Netzbetreiber nicht erfolgt. Die Regulierungsbehörde ist sich jedoch der unterschiedlichen technischen Merkmale der Frequenzen durchaus bewusst und konstatiert:<sup>142</sup>

- im 900 MHz Bereich eine bessere In-Haus-Versorgung;
- eine Reduktion der Anzahl der Basisstationen im Bereich 900 MHz statt 2100 MHz bei einer gleichen Netzabdeckung.

In der öffentlichen Konsultation über 3G im 2,1 GHz Bereich<sup>143</sup> präzisierte ARCEP den Kostennachteil und konstatiert einen 3- bis 4-fachen höheren Bedarf an Basisstationen bei der Verwendung von 2,1 GHz Frequenzen als bei Frequenzen unterhalb von 1 GHz bei gleicher Abdeckung.<sup>144</sup>

Die Konsequenzen, die sich aus unterschiedlichen Vergabezeitpunkten und (nur leicht) unterschiedlichen Frequenzmengen ergeben, sind von der Regulierungsbehörde bei der Vergabe der UMTS-Frequenzen insoweit berücksichtigt worden, dass nach der Frequenzzuteilung eine angepasste Aufteilung der Frequenzspektren erfolgt. In der Konsultation aus dem Juni 2008 über die Frequenzvergabe im Bereich 800 und 2,1 GHz<sup>145</sup> hat ARCEP den Zeitplan für die Rückgabe und Neuzuteilung des Frequenzspektrums im Bereich 900 MHz bereits angekündigt und festgelegt:

- in städtischen Gebieten bis 31.12.2012
- in ländlichen Gebieten innerhalb von 18 Monaten

Die Zuteilung der 900 MHz Frequenzen an Free Mobile wurde im Konsultationspapier der Regulierungsbehörde zu den Zuteilungsmodalitäten der Frequenzbänder im Bereich 800 MHz und 2,6 GHz<sup>146</sup> bereits vorweggenommen:

---

<sup>142</sup> ARCEP: Consultation publique sur l'introduction de l'UMTS dans les bandes de fréquences mobiles à 900 et à 1800 MHz en France métropolitaine, mai 2007 – 4 juin 2007.

<sup>143</sup> ARCEP: Consultation publique sur l'attribution de licences 3G dans la bande 2,1 GHz en France métropolitaine, juin 2008 – 18 juillet 2008.

<sup>144</sup> « Ce déploiement sur le territoire des services mobiles a été rendu possible avant tout parce que les fréquences nécessaires ont été mises à disposition des opérateurs. A cet égard, l'emploi des fréquences à 900 MHz a joué un rôle crucial. Sans ces fréquences basses, une couverture aussi étendue n'aurait pas pu être atteinte : il aurait ainsi fallu trois à quatre fois plus de sites pour assurer une couverture équivalente avec des fréquences autour de 2 GHz qu'avec des fréquences inférieures à 1 GHz. », vgl. ARCEP, Consultation publique sur l'attribution de licences 3G dans la bande 2,1 GHz en France métropolitaine Juin 2008, Seite 31.

<sup>145</sup> ARCEP: Consultation publique sur l'attribution de licences 3G dans la bande 2,1 GHz en France métropolitaine, juin 2008 – 18 juillet 2008.

<sup>146</sup> ARCEP: Les actes de ARCEP, Juillet 2010 Modalités d'attribution des bandes de fréquences 800 MHz et 2,6 GHz pour le déploiement de réseaux mobiles à très haut débit Consultation publique (27 juillet – 13 septembre 2010).

	900 MHz (*)	1800 MHz	2,1 GHz
Orange France	2 x 10 MHz FDD	2 x 23,8 MHz FDD	2 x 19,6 MHz FDD 5 MHz TDD
SFR	2 x 10 MHz FDD	2 x 23,8 MHz FDD	2 x 19,8 MHz FDD 5 MHz TDD
Bouygues Telecom	2 x 9,8 MHz FDD (hors camps militaires) 2 x 4,8 MHz FDD (camps militaires)	2 x 26,6 MHz FDD (zones très denses) 2 x 21,6 MHz FDD (hors zones très denses)	2 x 14,8 MHz FDD 5 MHz TDD
Free Mobile	2 x 5 MHz FDD	-	2 x 5 MHz FDD





(\*) Les chiffres ci-dessus tiennent compte des restitutions de fréquences qui seront opérées dans la bande 900 MHz par Orange France, SFR et Bouygues Telecom au profit de Free Mobile.

**Abbildung 44: Mögliche Frequenzuteilung im 900 MHz, 1800 MHz und 2,1 GHz Band nach Frequenzuteilung an einen vierten Betreiber (Free Mobile).**

Derzeit (d.h. im ersten Quartal 2011) sind Free Mobile jedoch nur wenige Frequenzen zuge-  
teilt. Die aktuelle Frequenzausstattung von Free Mobile, dem vierten Netzbetreiber, ist fol-  
gendermaßen<sup>147</sup>:

<sup>147</sup> ARCEP: Les allocations de spectre en France, dans les fréquences GSM et UMTS, aux différents opérateurs, (900 - 1800 - 2100 MHz), 26 avril 2010

## Attribution des fréquences GSM 900<sup>1</sup>

 = Bouygues Telecom,  = Orange France,  = SFR  = Free Mobile

Sur les zones très denses<sup>2</sup> :



Sur l'ensemble du territoire métropolitain sauf dans les zones très denses :



Sauf 975 à 999 dans les 20 km autour de 13 camps militaires<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Free Mobile aura les fréquences 899,9-904,9 MHz et 944,9-949,9 MHz à compter du 12 juillet 2011 hors des zones très denses et à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013 dans les zones très denses





<sup>2</sup> 8 zones autour de Paris, Lille, Strasbourg, Lyon, Nice, Marseille, Toulouse et Bayonne. Voir la décision n° 2006-0140 pour leur définition précise.

<sup>3</sup> Voir l'annexe 5 de la décision n° 2002-0401 pour leur localisation précise.

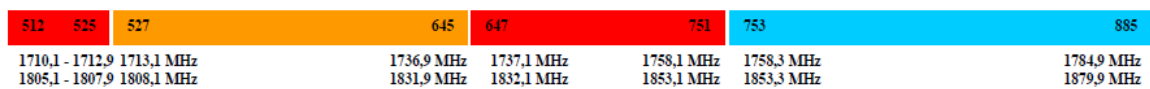
**Abbildung 45: Frequenzzuteilung im 900 MHz Band per 26. April 2010 nach Ausstellung der Frequenzzuteilungsurkunde des vierten Betreibers (Free Mobile) in Frankreich**

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass die Fußnote 1 in Abbildung 45 bereits darauf hinweist, dass Free Mobile ab 12. Juli 2011 die Frequenzen in den Bereichen 899,9-904,9 MHz und 944,9-949,9 MHz zur Nutzung in dicht verbautem Gebiet in 8 Zonen zur Nutzung zur Verfügung stehen.

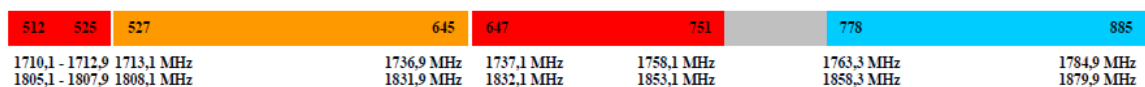
## Attribution des fréquences GSM 1800

 = Bouygues Telecom,  = Orange France,  = SFR  = Free Mobile

Sur les zones très denses :







Sur l'ensemble du territoire métropolitain sauf dans les zones très denses :



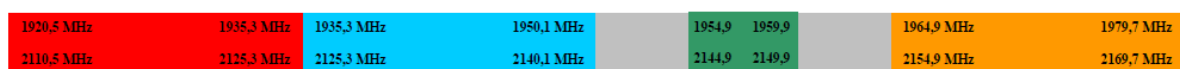
**Abbildung 46: Frequenzzuteilung im 1800 MHz Band per 26. April 2010 nach Ausstellung der Frequenzzuteilungsurkunde des vierten Betreibers (Free Mobile) in Frankreich**

Dem vierten Netzbetreiber wurden – wie in den Konsultationsdokumenten vorgesehen – im Frequenzbereich 1800 MHz keine Frequenzen zugeteilt.

## Attribution des fréquences UMTS

 = Bouygues Telecom,  = Orange France,  = SFR  = Free Mobile

### FDD



### TDD



**Abbildung 47: Frequenzzuteilung im 2000 MHz Band per 26. April 2010 nach Ausstellung der Frequenzzuteilungsurkunde des vierten Betreibers (Free Mobile) in Frankreich**

Die Zuteilung der Frequenzen im UMTS-Band folgt ebenfalls dem Ergebnis der öffentlichen Konsultation. Free Mobile sind in diesem Frequenzband ebenfalls 5 MHz im FDD Band zugeteilt worden.

#### 4.2.5 Finnland

In Finnland ist bereits zu einem frühen Zeitpunkt ein neuer Ansatz angewendet worden. Die Flexibilisierung wurde schon im Jahr 2006 entschieden, und eine Umverteilung der 900 MHz Frequenzen wurde etwa 1½ Jahre später beschlossen. Die Umverteilung der Frequenzen fand jedoch statt, bevor die Netzbetreiber von der Flexibilisierung der Frequenzuteilungen Gebrauch gemacht hatten, so dass die Erfahrungen aus dem Markt für die Umverteilung keine Rolle spielten.

Die Flexibilisierung wurde von der Regulierungsbehörde für 900 und 1800 MHz am 4.1.2006 entschieden. Der Grund war, dass die Betreiber dadurch eine bessere Netzabdeckung (sowohl outdoor als auch indoor) zu niedrigeren Kosten realisieren können. Mit der Entscheidung wurden sämtliche 2G-Betreiber berechtigt, das Spektrum auch für 3G (bzw. UMTS) zu nutzen. LTE wurde allerdings nicht berücksichtigt und ist im 900 MHz Band nicht erlaubt.

Die Neuverteilung des 900 MHz Spektrums wurde am 31. Oktober 2007 entschieden und betrifft nur die Betreiber, die schon über 900 MHz Spektrum verfügten (d.h. alle drei bestehenden Betreiber). Nach der Neuverteilung, die mit einer Verlängerung der Laufzeit der Konzession einherging, haben nun alle Betreiber gleich viel Spektrum im 900 MHz Band. Die Regulierungsbehörde begründet diese Entscheidung damit, dass die Netzbetreiber ansonsten unterschiedliche Voraussetzungen hätten. Das Spektrum wurde immer ohne Versteigerung vergeben und die Betreiber haben jeweils gleich viel für das Mobilfunkspektrum pro MHz bezahlt. Die Vergleichbarkeit mit der Situation in Deutschland ist daher gering.

Die Umverteilung war in Finnland relativ einfach, da keine Spektrumsknappheit herrscht – es gibt nur 3 Betreiber und die bevölkerungsstärkste Region ist Helsinki mit weniger als 600.000 Einwohnern. Hinzu kommt, dass das Spektrum nicht mittels Versteigerungen, sondern für 5-10 Jahre von der Regulierungsbehörde zugeteilt wird. Die Regulierungsbehörde hat im Jahr 2007 die Gelegenheit von auslaufenden Konzessionen genutzt, um die Neuverteilung durchzuführen. Zwei Betreiber haben gegen die Entscheidung der Neuverteilung geklagt, allerdings wurde die Klage abgewiesen.

Das 800 MHz Spektrum wurde mit der Entscheidung vom 1. Juli 2008 für Mobilfunkdienstleistungen nach der Einstellung der analogen Fernsehübertragung in diesem Band umgewidmet. Nun soll das Spektrum für mobile Breitbanddienste verwendet werden. Das



Spektrum ist allerdings noch nicht vergeben worden, unter anderem wegen der militärischen Nutzung im Nachbarland Russland.

Im Bereich 1800 MHz wurden weitere Frequenzen an sämtliche Mobilfunknetzbetreiber im Jahr 2009 (17. April) vergeben. Diese Frequenzen können auch für LTE verwendet werden.

Anhängige Verfahren gibt es zurzeit nicht, dies aber im Wesentlichen deshalb, weil eine flexible Nutzung im 900 MHz Bereich bereits implementiert ist. Somit gibt es auch keine spezifischen Rahmenbedingungen und Bestimmungen für einen Ausgleich regulatorischer Art im Hinblick auf eine Ungleichverteilung und eine daraus folgende Umverteilung von Frequenzen. Aus dem gleichen Grund war auch eine Entwicklung von Kennzahlen, um mögliche Kosten bzw. Ungleichgewichte zu ermitteln, offensichtlich nicht notwendig. Die Konsequenzen unterschiedlicher Frequenzausstattungen sind nicht mehr relevant, da das Spektrum zwischen den Betreibern gleich verteilt ist. Der Parallelbetrieb von UMTS und GSM (jedoch nicht LTE) ist möglich. Die Betreiber haben die Nutzung von UMTS im 900 MHz Band zwischen 2007 und 2009 beantragt und von FICORA genehmigt bekommen.

#### **4.2.6 Schweden**

In Schweden gibt es bislang keine gesetzlichen Änderungen, aber eine Entscheidung der Regulierungsbehörde zur Flexibilisierung vom 13.3.2009 (Beschluss DNR08-12019). Diese Entscheidung geht auf ein Verhandlungsergebnis der Betreiber zurück, in dem diese festgelegt haben, dass sie das 900 MHz Band unter sich aufteilen und auch die Betreiber, die vorher keine 900 MHz Frequenzen hatten, daran partizipieren können. Dies ging mit einer Festlegung einher, dass die Unternehmen das 900 MHz Band dienst- und technologieneutral nutzen können. In diesem Zusammenhang haben die Betreiber gleichzeitig eine Verlängerung der Lizenzen beantragt.

Vor der Entscheidung war die Nutzung für 900 MHz Frequenzen ausschließlich für GSM erlaubt. Insgesamt hatten vier Betreiber 900 MHz Spektrum und ein Betreiber hatte ausschließlich Spektrum im Bereich 2,1 GHz:

Betreiber	900 MHz	Zugeweiht bis:
Tele2	2 x 7,2 MHz	31.12.2010
Telenor	2 x 7,2 MHz	31.12.2010
TeliaSonera	2 x 7,2 MHz	31.12.2010
Swefour	2 x 6,8 MHz	31.5.2017
HI3G	- - -	- - -

**Tabelle 11: Frequenzzuteilung im 900 MHz Band vor 2010 in Schweden**

Die Regulierungsbehörde hat festgestellt, dass der gesellschaftliche Nutzen des Mobilfunks, z.B. die Bedeutung einer unterbrechungsfreien Versorgung von Breitband- und Mobiltelefondiensten, sehr groß ist und dass dies für eine Verlängerung der Lizenzlaufzeiten spricht. Darüber hinaus bietet eine Verlängerung der Laufzeiten die Möglichkeit, das Enddatum für alle Lizenznehmer zu harmonisieren. Aus diesen Gründen verlängerte die Regulierungsbehörde die Zuteilungen für sämtliche Betreiber bis Ende 2025.

Betreffend die Verteilung der Frequenzen haben die Betreiber nach der erfolgten Einigung zwischen den Unternehmen folgende Verteilung beantragt, die auch von der Regulierungsbehörde in ihrer Entscheidung genehmigt wurde:

Betreiber	Neue Zuteilung	Veränderung
Tele2	2 x 7,5 MHz	+ 2 x 0,3 MHz
Telenor	2 x 7,5 MHz	+ 2 x 0,3 MHz
TeliaSonera	2 x 10 MHz	+ 2 x 2,8 MHz
Swefour	2 x 5 MHz	- 2 x 1,8 MHz
HI3G	2 x 5 MHz	+ 2 x 5 MHz

**Tabelle 12: Frequenzzuteilung im 900 MHz Band nach 2010 bis 2025 in Schweden**

Die Regulierungsbehörde stimmt dem Antrag auf Spektrumsverteilung aus den folgenden zwei Gründen zu:

- Die Zuteilung von Blöcken mit 2 x 5, 2 x 7,5 und 2 x 10 MHz ist konsistent mit den Spektrumsbandbreiten für GSM, UMTS und LTE, weshalb die Zuteilung technologie-neutral ist.
- Sämtliche Betreiber bekommen Zugang zum 900 MHz Band. Dies führt dazu, dass es keine Wettbewerbsverzerrungen gibt.

Interessant aus der deutschen Perspektive ist, dass die Mindestausstattung 2 x 5 MHz im 900 MHz Bereich als ausreichend für ein wettbewerbsfähiges Angebot gesehen wird. Ein weiteres interessantes Moment ist, dass es offenbar keine wettbewerbsrechtlichen Bedenken gegen die Absprache der Mobilfunknetzbetreiber gegeben hat, die Frequenzallokation innerhalb der Gruppe der bestehenden Netzbetreiber zu vereinbaren.

Die Entscheidung der Regulierungsbehörde war streitbefangen. Daher wurden Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte und Refarming vorerst nicht umgesetzt. Gemäß Entscheidung des Verwaltungsgerichtes in Stockholm vom 2.2.2011 (Mål 35309-10, Dnr. 08-12019) wurde die Klage zurückgezogen und das Verfahren eingestellt. Daher ist der Beschluss vom 13.3.2009 nicht mehr streitbefangen und Refarming kann umgesetzt werden.<sup>148</sup>

Am 4.3.2011 wurden die 800 MHz Frequenzen in Schweden versteigert. Fünf Unternehmen haben an der Versteigerung teilgenommen, aber nur drei Betreiber haben Spektrum erhalten. Diese drei (Hi3G Access, Net4Mobility und TeliaSonera Mobile Networks) sind auch die Altsassen im Spektrummarkt und haben jeweils 2 x 10 MHz ersteigert. Die Frequenzen wurden technologie- und diensteneutral vergeben.

Im Hinblick auf Anträge auf Refarming ist allerdings gegenwärtig bereits gestattet, dass HI3G zu Testzwecken im 900 MHz Band UMTS nutzt. Eine Ausweitung auf den Regelbetrieb vor der Entscheidung des Gerichts ist nicht zu erwarten und von PTS auch abgelehnt worden. Ausgleichshandlungen im Hinblick auf die Verteilung des Spektrums sind nicht mehr erforderlich, da sich die Netzbetreiber im 900 MHz Band auf eine Aufteilung geeinigt haben. Demzufolge waren auch keine Kennzahlen zu entwickeln, um mögliche Wettbewerbsverzerrungen festzustellen. Unterschiedliche Frequenzmengen, die zu früheren Zeitpunkten bestanden haben, sind daher auch weniger relevant, weil die Einigung der Netzbetreiber alle Aspekte berücksichtigt. Ein Parallelbetrieb ist nach Auffassung der Regulierungsbehörde zulässig, und kann nach der Gerichtsentscheidung vom 2.2.2011 nun auch umgesetzt wer-

---

<sup>148</sup> Vgl. Beschluss DNR:10-7972 vom 21.9.2010, <http://www.pts.se/upload/Beslut/Radio/2010/10-7972-hi3g-100921.pdf> (abgerufen am 19.2.2011).

den. Im Hinblick auf regulatorische Maßnahmen zur Berücksichtigung des Wettbewerbspotenzials und der Wettbewerbsauswirkungen verlässt sich Schweden auf Versteigerungen und den Marktmechanismus, um einen hinsichtlich der Frequenzen wettbewerbsneutralen Ansatz zu haben.<sup>149</sup>

#### 4.2.7 Italien

Die Allokation von Frequenzen in Italien für die hier relevante Fragestellung geht zurück auf das Jahr 2002 und die damals geltende Verteilung der Frequenzen (Entscheidung 286/02/CONS). Es geht dabei jeweils um gepaartes Spektrum.

Betreiber	TACS 900 MHz	Gesamt GSM 900 MHz (inkl. 16 Großstädte <sup>150</sup> )	Gesamt GSM 900 MHz (ohne 16 Großstädte)	GSM 1800 MHz	GSM 1800 MHz (temporär bis 31. Dezember 2002 zugeteilt)
TIM	12 MHz <sup>151</sup>	8,4 MHz (8,2 MHz)	11,4 MHz (11,2 MHz) <sup>152</sup>	5 MHz	5 MHz
Omnitel		8,4 MHz (8,2 MHz)	10,4 MHz (10,2 MHz)	5 MHz	5 MHz
Wind		5 MHz (4,8 MHz)	-	10 MHz	5 MHz  (nur in den 16 Großstädten)
Blu				10 MHz	5 MHz

**Tabelle 13: Frequenzzuteilung im 900 MHz und 1800 MHz Band im Jahr 2002 in Italien**

Maßnahmen im Hinblick auf sogenanntes Refarming gehen zurück auf das Jahr 2007, als mit der Entscheidung der EU-Kommission zur Flexibilisierung der Nutzung von Spektrum in den Bereichen 900 und 1800 MHz eine Öffnung dieser Frequenzbereiche für UMTS ermög-

<sup>149</sup> Vgl. <http://www.pts.se/upload/rapport/radio/2010/okad-tillgang-till-bredband-genom-frekvenstilldelning.pdf>, (abgerufen am 19.2.2011).

<sup>150</sup> Die 16 Großstädte sind: Milano, Roma, Napoli, Torino, Palermo, Padova, Genova, Bologna, Firenze, Bari, Cagliari, Catania, Messina, Taranto, Trieste, Verona. Sie entsprechen in etwa 20 % der italienischen Bevölkerung.

<sup>151</sup> Zugeteilt bis 31.12.2005 und dann zu den GSM-Systemen realloziert.

<sup>152</sup> Die Nennung von zwei verschiedenen Zahlen gründet darauf, dass in der Entscheidung No. 286/02/CONS die Werte um +0.2 MHz höher angegeben wurden als in der Entscheidung No. 343/07/CONS.

licht wurde. Auf der Grundlage dieser Entscheidung hat die italienische Regulierungsbehörde (AGCOM) eine nationale Konsultation im Hinblick auf die Möglichkeiten zur Implementierung derartiger Flexibilitäten in den 900 und 1800 MHz Bändern durchgeführt. Basis für die Untersuchung war die öffentliche Konsultation 343/07/COMS aus dem Juni 2007. Im Rahmen der Konsultation vertrat die italienische Regulierungsbehörde die Auffassung, dass die Nutzung von UMTS im 900 MHz Band die Flexibilität und die Spektrumsressourcen erhöht und dass insbesondere eine bessere Netzabdeckung und eine verbesserte Versorgung innerhalb von Gebäuden dadurch möglich würde. Ferner vertrat die Regulierungsbehörde die Auffassung, dass die Einführung von UMTS im 900 MHz Band in ländlichen Gebieten die Zahl der Basisstationen reduzieren würde, insbesondere im Vergleich zu UMTS im Bereich 2,1 GHz. Dies würde zu einer Reduktion der von den Mobilfunknetzbetreibern zu tragenden Kosten für die Entwicklung von UMTS-Mobilfunknetzen implizieren.

Dies führte zu folgender Allokation der Frequenzen (jeweils gepaartes Spektrum):

Betreiber	GSM 900 MHz (ohne 16 Großstädte)	GSM 900 MHz (inkl. 16 Großstädte <sup>153</sup> )	GSM 1800 MHz
TIM	10,2 MHz	12,2 MHz.	15 MHz
Vodafone	9 MHz	10,2 MHz	15 MHz
Wind	7,8 MHz	4,8 MHz	20 MHz <sup>154</sup>

**Tabelle 14: Frequenzzuteilung im 900 MHz und 1800 MHz Band nach 2007 in Italien**

Diese Entscheidung bewirkte bereits eine verbesserte Ausstattung des dritten Betreibers („Wind“) mit Frequenzen im Verhältnis zu den zwei anderen Mobilfunknetzbetreibern.

Diese Entscheidung war letztendlich die Grundlage für die Entscheidung Nr. 541/08/COMS, mit der es zu einer (weiteren) Reorganisation und Reallokation der verfügbaren spektralen Ressourcen in den Bereichen 900 und 2100 MHz kam. Darüber hinaus enthält diese Entscheidung Pläne für die Allokation des 1800 MHz Bandes. Aufgrund der Tatsache der unterschiedlichen Verfügbarkeit der Frequenzbänder und der unterschiedlichen Nutzungsmög-

<sup>153</sup> Die 16 Großstädte sind: Milano, Roma, Napoli, Torino, Palermo, Padova, Genova, Bologna, Firenze, Bari, Cagliari, Catania, Messina, Taranto, Trieste, Verona. Sie entsprechen in etwa 20 % der italienischen Bevölkerung.

<sup>154</sup> Davon 5 MHz, die zurückzugeben waren, um 5 MHz im 900 MHz Band zu erhalten.

lichkeiten sprach sich die Behörde für einen einheitlichen Prozess der Reorganisation aus, der aus zwei aufeinanderfolgenden Schritten bestehen sollte. Der erste Schritt war die Allokation der Frequenzblöcke im 2,1 GHz-Bereich, der zweite Schritt bestand in der Allokation der Nutzungsrechte im Bereich 900 MHz. Dazu wurden Vergaberegeln bestimmt, wonach jeder bestehende GSM-Netzbetreiber in Abhängigkeit von Frequenzverfügbarkeit Blöcke zu  $2 \times 5$  MHz an gepaartem Spektrum erwerben konnte bis zu einer maximalen Grenze von  $2 \times 25$  MHz auf der nationalen Ebene (in Summe über 900 und 1800 MHz). Davon durften nicht mehr als  $2 \times 10$  MHz im 900 MHz Bereich angesiedelt sein.

Zum Zeitpunkt der Entscheidung 541/08/CONS war das 900 MHz Band bzw. das 1800 MHz Band drei Netzbetreibern zugeteilt (Telecom Italia, Vodafone, Wind). Insbesondere das 900 MHz Band war in einer Art und Weise zugeteilt, die zwischen den unterschiedlichen geografischen Gebieten (insbesondere große Städte und ländliche Gebiete) unterschied, was zu einer ineffizienten Nutzung des Spektrums und zu einer Fragmentierung des Frequenzbandes in nicht homogene Frequenzblöcke zwischen Betreibern führte. Diese Situation entstand aus historischen Gründen, beginnend 1990, und auf Grundlage der damals erfolgten Frequenzzuteilung. Aus technischen Gründen gab es erhebliche Hürden, eine höhere spektrale Effizienz in Italien zu implementieren.

Aufgrund der historischen Entwicklung zur Verteilung des Frequenzbandes und der Schwierigkeiten, bei der gegebenen Verteilung eine höhere Effizienz in der spektralen Nutzung zu erzielen, ergaben sich aus Sicht der Regulierungsbehörde Ungleichheiten und Wettbewerbsnachteile aufgrund einer unterschiedlichen Menge an zugeteiltem Spektrum im Bereich 900 MHz. Die Mobilfunknetzbetreiber argumentierten, dass die Reallokation des Spektrums und die Reorganisation des Bandes nur dann durchführbar sei, wenn sie temporär eine höhere Menge an Frequenzen zugeteilt bekämen, um den Rationalisierungsprozess zu organisieren. Dies wurde ihnen von der Regulierungsbehörde gewährt. Erst nachdem die Reallokation durchgeführt worden war, kam es zu einer weiteren Annäherung bei der Verteilung des Spektrums in Bezug auf die jeweiligen Betreiber, die bedingt, dass nach der oben zitierten Entscheidung alle drei Mobilfunknetzbetreiber über  $2 \times 15$  MHz im Bereich 1800 MHz verfügen. Die Reallokation ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Diese zeigt, dass es zu einer

weitgehenden Angleichung der Mengen an Frequenzen gekommen ist (jeweils gepaartes Spektrum).<sup>155</sup>

Betreiber	GSM 900 MHz (ohne 16 Großstädte)	GSM 900 MHz (inkl. 16 Großstädte <sup>156</sup> )	GSM 1800 MHz
TIM	10,2 MHz	12,2 MHz	15 MHz
Vodafone	9 MHz	10,2MHz	15 MHz
Wind	7,8 MHz	9,8 MHz	15 MHz

**Tabelle 15: Frequenzallokation in Italien nach der Entscheidung 541/08**

Im Vergleich zur Entscheidung im Jahr 2007 hat somit Wind zusätzlich 2 x 5 MHz im 900 MHz Band erhalten und musste 2 x 5 MHz im 1800 MHz Band abgeben. Neben dieser Reallokation an Frequenzen wurden auch Maßnahmen der effizienteren Frequenznutzung mit der Entscheidung 541/08 eingeführt, die 2009 durch die Betreiber eingeführt wurden. In der sogenannten Phase A ging es um die Überwindung der territorialen Fragmentierung (Großstädte/Rest), danach ging es in Phase B um die Freigabe von Spektrum.

Am 16. November 2011 werden 2 x 5 MHz im 900 MHz Band in 10 Regionen<sup>157</sup> verfügbar gemacht. Am 16. November 2012 werden 2 x 5 MHz im 900 MHz Band in weiteren 20 Regionen<sup>158</sup> verfügbar gemacht. Am 31. Dezember 2013 werden weitere 2 x 5 MHz im 900 MHz Band in ganz Italien verfügbar gemacht.

Die Änderungen in der Allokation und Nutzung von Frequenzen kann daher nur bedingt auf eine Flexibilisierung des 900 MHz Bandes zurückgeführt werden.

In Italien konnten keine gesetzlichen Änderungen festgestellt werden, die für das hier relevante Thema von Bedeutung sind, allerdings hat die Regulierungsbehörde mit der Entschei-

<sup>155</sup> Vgl. für eine genauere Übersicht o.V. Gestione delle frequenze dedicate ai servizi di telecomunicazioni in Italia: stato dell' arte., 2009, S. 21-24

<sup>156</sup> Die 16 Großstädte sind: Milano, Roma, Napoli, Torino, Palermo, Padova, Genova, Bologna, Firenze, Bari, Cagliari, Catania, Messina, Taranto, Trieste, Verona. Sie entsprechen in etwa 20 % der italienischen Bevölkerung.

<sup>157</sup> Belluno, Bolzano, Gorizia, Matera, Pordenone, Potenza, Sondrio, Trento, Trieste, Udine

<sup>158</sup> Aosta, Ascoli Piceno, Campobasso, Chieti, Enna, Grosseto, Imperia, Isernia, L'Aquila, Macerata, Nuoro, Oristano, Pescara, Rieti, Sassari, Siena, Teramo, Terni, Verbano- Cusio-Ossola e Viterbo

dung 541/08/CONS<sup>159</sup> sich für das Refarming ausgesprochen. Dadurch ermöglicht die Regulierungsbehörde die Nutzung von UMTS im 900 MHz Frequenzband (neben der o.g. Reallokation). In Italien ist die Neuverteilung des Spektrums in Umsetzung, sodass es keine laufenden Anträge gibt, d.h. es ist sowohl die Nutzung des Bandes flexibilisiert worden als auch eine Reallokation vorgenommen worden, weitere Entscheidungen sind daher vorerst nicht zu treffen. Demzufolge sind auch einige Schritte wie z.B. die Berechnung von Kosten und Wirkungen unterblieben, der Parallelbetrieb wurde damit auch ermöglicht, jedoch ohne einen Zusammenhang zur sog. „Digitalen Dividende“ herzustellen. Bei den getroffenen Entscheidungen sind auch die Lizenzlaufzeiten auf 20 Jahre vereinheitlicht und angepasst worden.

---

<sup>159</sup> Siehe u.a. <http://www.agcom.it/default.aspx?message=contenuto&DCId=261>



### 4.3 Zusammenfassung zum internationalen Vergleich

Die aus unserer gutachterlichen Sicht für einen internationalen Vergleich zu betrachtenden Themen können wie folgt zusammengefasst werden.

- Einführend ist zunächst interessant, ob es in den betrachteten Ländern eine rechtlich-regulatorische Basis für die Durchführung entsprechender Untersuchungen zur Implementierung der GSM-Änderungsrichtlinie gibt, da die Umsetzung dieser Richtlinie bis 9.5.2010 in nationales Recht zu erfolgen hatte. Daraus ergibt sich die Frage, ob in einem Land bereits Maßnahmen zur Flexibilisierung von Frequenznutzungsrechten durchgeführt worden sind. Regulatorische Maßnahmen zur Adressierung von Wettbewerbsproblemen bzw. als Maßnahmen zur Flexibilisierung können z.B. die folgenden sein:
  - Flexibilisierung in den Händen der „Incumbents“ (d.h. der aktuellen Inhaber der Frequenznutzungsrechte), ohne weitere Verpflichtungen/Auflagen)
  - Auflagen an die Inhaber der Frequenznutzungsrechte, Zugang für Dritte zu gewähren (z.B. in der Form von Verpflichtungen zur Zulassung von MVNO)
  - Verpflichtung für bestehende Inhaber der Frequenznutzungsrechte, einen Teil des Spektrums freizugeben bzw. zurückzugeben
  - Komplette Neu-Ausschreibung/Neuvergabe des Spektrums (entweder 900 MHz Frequenzen isoliert oder Frequenzen des 900 MHz Bandes gemeinsam mit anderen Frequenzbändern)
  - Einführen von Spektrumskappen, d.h. eine Begrenzung der Erwerbsmöglichkeiten für Spektrum zur Vermeidung des Hortens mit sich daraus ggf. ergebenden Wettbewerbsverzerrungen
  - Angleichung der Laufzeiten der Frequenznutzungsrechte für alle Inhaber entsprechender Rechte
  - Reallokation von Frequenznutzungsrechten, z.B. aufgrund von Wettbewerbsverzerrungen oder um durchgängige 5 MHz Blöcke für UMTS freizumachen

Allerdings ist anzumerken, dass die Maßnahmen nicht direkt im Zusammenhang mit möglichen Wettbewerbsproblemen aufgrund der Flexibilisierung des 900 MHz Bandes stehen bzw. stehen müssen. Die meisten Maßnahmen werden grundsätzlich und unabhängig vom Frequenzband eingeführt, um Wettbewerb zu gewährleisten (oder zu verstärken) und eine effiziente Nutzung des knappen Gutes Frequenzen sicherzustellen.

- Den Lösungsmöglichkeiten vorgeschaltet ist die Frage der ökonomisch-technischen Kennzahlen. Dabei geht es um die Bewertung in Bezug auf die Wettbewerbswirkungen einer Flexibilisierung der Frequenznutzung und letztendlich der Frage, ob nachhaltiger Wettbewerb auf den Mobilfunkmärkten in Deutschland bei unterschiedlicher Ausstattung mit Frequenzen in quantitativer und qualitativer Hinsicht möglich ist. Aufgrund un-

terschiedlicher Ansätze in den verschiedenen Ländern ist es nicht zwingend, dass derartige Betrachtungen durchgeführt worden sind. Vielmehr können z.B. aufgrund frühzeitiger Flexibilisierungsmaßnahmen oder ausreichend verfügbarer Frequenzen solche Bewertungen gerade nicht erforderlich gewesen sein. Die folgende Tabelle enthält eine zusammenfassende Analyse der Maßnahmen, die von den ausgewählten Vergleichsländern durchgeführt wurden. Auf die einzelnen Maßnahmen wurde in den Länderkapiteln oben bereits eingegangen.

Maßnahmen	Irland	Großbritannien	Frankreich	Finnland	Schweden	Italien
Flexibilisierung in den Händen der aktuellen Inhaber der Frequenznutzungsrechte, ohne weitere Verpflichtungen/Auflagen		■	■	■	■ <sup>160, 161</sup>	■
Auflagen an die Inhaber der Frequenznutzungsrechte, Zugang für Dritte zu gewährleisten						
Verpflichtung für bestehende Inhaber der Frequenznutzungsrechte, einen Teil des Spektrums freizugeben bzw. zurückzugeben			■ Bei Markteintritt eines 4. Betreibers	■ (freiw. Entscheidung der MNO)	■ (freiw. Entscheidung der MNO)	■
Komplette Neuausschreibung/Neuvergabe des Spektrums	In Diskussion für 900, 800 u. 1800 MHz					
Einführen von Spektrumskappen						■
Angleichung der Laufzeiten der Frequenznutzungsrechte für alle Inhaber entsprechender Rechte	■		■ <sup>162</sup>	■	■	
Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen			<sup>163</sup>	■	■	

**Tabelle 16: Mögliche Maßnahmen bei der Flexibilisierung von Frequenzen**

<sup>160</sup> Die Entscheidung der Regulierungsbehörde zu Flexibilisierung beruht auf einem Kompromiss und einer gemeinsamen Antragstellung der Netzbetreiber und ist noch streitbefangen.

<sup>161</sup> Die Vereinbarung der Netzbetreiber sieht die Zuteilung von 900 MHz Frequenzen an alle Netzbetreiber vor.

<sup>162</sup> Die Behörde hat auch die Laufzeiten der Frequenznutzungsrechte angepasst – aber nicht die Zeitpunkte geändert.

<sup>163</sup> Es kam zu einer Reallokation von Frequenznutzungsrechten – aber nur aufgrund des Markteintritts eines vierten Betreibers. Diesem vierten Betreiber wurde Spektrum von den bestehenden Betreibern alloziiert.

- Aus dieser Übersicht lässt sich auch erkennen, ob die jeweiligen Länder einen Regulierungsansatz definiert haben, Wettbewerbsverzerrungen zu untersuchen und ggf. abzustellen und ob ein solcher Ansatz kennzahlenbasiert ist.
- Abschließend ist die Frage nach den Konsequenzen zu stellen. Hier kommen mehrere Aspekte in Betracht: zunächst geht es um die rechtlichen Konsequenzen, d.h. die mögliche Veränderung des zugeteilten Spektrums, regulatorische Eingriffe (Zugangspflichten), geplante Neuvergabe etc. Andere Aspekte sind eher technischer Natur wie z.B. die Überlegungen zur Frage eines Parallelbetriebs. Schließlich gibt es noch ökonomische Fragen wie den Einbezug weiteren Spektrums in die Betrachtung, auch vor dem Hintergrund des Pfades regulatorischer Maßnahmen, der in dem Land definiert worden ist.

### Fazit zu Teil 2

Die internationalen Beispiele zeigen relativ wenig explizit formulierte Evidenz dafür, dass es durch die Flexibilisierung der Frequenznutzung im 900 MHz Band zu Wettbewerbsverzerrungen kommt oder diese wahrscheinlich werden lässt. Eine Reihe von Ländern, sowohl in der EU als auch außerhalb haben aber bereits einen Ansatz definiert, mit dem technologie-neutral und diensteneutral gearbeitet wird und der eine Flexibilisierung insoweit vorsieht, als dass Technologien wie UMTS u.a. im 900 MHz Band zur Anwendung kommen können. Die Frage nach möglicher Reallokation von Frequenzen stellt sich vor allem deshalb, weil Frequenzen grundsätzlich ein knappes Gut sind. Dies mag für Deutschland auch in der Praxis zutreffend sein, in anderen Ländern ist dies nicht zwingend im gleichen Ausmaß der Fall und daher erklärt sich auch, warum nicht in allen Ländern entsprechende Maßnahmen gesetzt worden sind. Die intensivste Analyse der Thematik im Sinne einer Umsetzung der GSM-Änderungsrichtlinie und der Flexibilisierung der Frequenznutzung in Europa ist in Irland und Großbritannien erfolgt, die umfangreiche Materialien veröffentlicht haben.

Als mögliche Maßnahmen wurden von den Ländern verschiedene Möglichkeiten diskutiert oder umgesetzt, die sich damit auseinandersetzen, was zu tun wäre, wenn die Frequenzallokation zu Wettbewerbsverzerrungen führt. Dies kann auch eine Flexibilisierung der Frequenznutzung beinhalten. Die Diskussionen setzten sich aber gleichzeitig auch damit auseinander, dass oftmals die Frequenznutzungsrechte auslaufen bzw. zu unterschiedlichen Zeitpunkten auslaufen. Somit waren regelmäßig Entscheidungen zu treffen, und zwar sowohl im Hinblick auf die Vergabe der Frequenznutzungsrechte als auch zur Gestaltung des Frequenzbandes und zur Frage der Technologieneutralität. Die dabei teilweise besprochenen oder entschiedenen Maßnahmen beziehen sich auf Spektrumskappen (Italien), d.h. Höchst-

grenzen für den Erwerb von Spektrum. Sie umfassen vor allem aber andere Maßnahmen, wie die Angleichung von Lizenzlaufzeiten und die Neuvergabe des Spektrums nach Auslaufen bestehender Zuteilungen. Dazu gehört ebenso die Anpassung der Lizenzbedingungen, die Auflage, anderen Betreibern nationales Roaming zu ermöglichen, Möglichkeiten zur gemeinsamen Nutzung von Infrastruktur (auf der Ebene von Mobilfunk-Standorten oder des Funkzugangsnetzes), die Neugestaltung und Restrukturierung des Frequenzbandes (unter Berücksichtigung entsprechender Kosten) und die Neuausschreibung von Lizenzen und damit die Neufestlegung von Rahmenbedingungen. Nicht alle (bzw. nur wenige) dieser Maßnahmen sind aber eine Folge explizit festgestellter Wettbewerbsprobleme.

Insbesondere die jüngst in Großbritannien getroffene Entscheidung ist bemerkenswert, weil sie aufzeigt, dass OFCOM keine Wettbewerbsprobleme oder potenzielle Wettbewerbsverzerrungen sieht, selbst wenn einzelne Betreiber über kein 900 MHz Spektrum verfügen.

## 5 Referenzen / Abkürzungsverzeichnis

### 5.1 Referenzen

[3G Americas, 2010]	3G Americas: GSM-UMTS Network Migration to LTE, LTE and 2G-3G interworking functions, 25.2.2010 <a href="http://lteworld.org/whitepaper/gsm-umts-network-migration-lte-lte-and-2g-3g-interworking-functions">http://lteworld.org/whitepaper/gsm-umts-network-migration-lte-lte-and-2g-3g-interworking-functions</a> (abgerufen am 16.3.2011)
[BEREC, 2011]	BoR (11) 07 (RSPG10-351): RSPG BEREC Report on Competition: Transitional Issues in the Mobile Sector in Europe, February 2011. <a href="http://www.erg.eu.int/documents/berec_docs/index_en.htm#board">www.erg.eu.int/documents/berec_docs/index_en.htm#board</a> (abgerufen am 21.3.2011)
[BNetzA Anhörungsverfahren Mobilfunkterminierungsentgelte]	Anhörungsverfahren betreffend die Entwürfe von Entgeltgenehmigungen für Mobilfunkterminierungsleistungen inkl. Stellungnahmen in den Verfahren BK3a-10-098, BK3a-10-099, BK3a-10-100 und BK3a-10-101. <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK3-GZ/2010/2010_001bis100/BK3-10-098_BKV/BK3-10-098bis101_Stellungnahmen_BKV.html?nn=76940">http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK3-GZ/2010/2010_001bis100/BK3-10-098_BKV/BK3-10-098bis101_Stellungnahmen_BKV.html?nn=76940</a> (abgerufen am 23.2.2011)  Insbesondere wird Bezug genommen auf WIK Gutachten „zur Bewertung von UMTS Frequenzen im Rahmen der Bestimmung von MTR“ als Beilage zur Stellungnahmen von Telefónica und das Gerpott Gutachten „Wettbewerbs- und Regulierungsimplicationen der 900 MHz Frequenzausstattung von Mobilfunknetzbetreibern in Deutschland“ als Beilage zur Stellungnahme von E-Plus.
[BNetzA Flexibilisierungsentscheidung]	Entscheidung der Präsidentenkammer der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen vom 12. Oktober 2009 zur Flexibilisierung der Frequenznutzungsrechte für drahtlose Netzzugänge zum Angebot von Telekommunikationsdiensten in den Bereichen 450 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2 GHz und 3,5 GHz. Verfügung 58/2009 im Amtsblatt der Bundesnetzagentur Nr. 20/2009 vom 21.10.2009, <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK1-GZ/2009/2009_001bis100/BK1-09-001/BK1-09-001_E_BKV.html?nn=53804">http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK1-GZ/2009/2009_001bis100/BK1-09-001/BK1-09-001_E_BKV.html?nn=53804</a> (abgerufen am 23.2.2011)
[BNetzA Frequenzvergabe 2010]	Vergabe von Frequenznutzungsrechten („Digitale Dividende“), April und Mai 2010 <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/VergabeVerfahrenDrahtlosNetzzugang/vergabeVerfahrenDrahtlosNetzzugang_node.html">http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/VergabeVerfahrenDrahtlosNetzzugang/vergabeVerfahrenDrahtlosNetzzugang_node.html</a> (Abruf am 18.12.2010)

[BNetzA Frequenzverteilungsuntersuchung]	<p>Impulspapier der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen für die Untersuchung nach Art. 1 Abs. 2 der Richtlinie 87/372/EWG in der Fassung der Richtlinie 2009/114/EG („Frequenzverteilungsuntersuchung“) zugleich Mitteilung 457/2010, Amtsblatt Bundesnetzagentur 15/2010, S. 2715 ff  <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/159006/publicationFile/8292/ImpulspapierFreqVertUntersuchg_pdf.pdf">http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/159006/publicationFile/8292/ImpulspapierFreqVertUntersuchg_pdf.pdf</a> (abgerufen am 16.3.2011),  <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/Frequenzverteilungsuntersuchung/FreqVertUntersuchung_Basepage.html">http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/Frequenzverteilungsuntersuchung/FreqVertUntersuchung_Basepage.html</a> (abgerufen am 23.2.2011)</p> <p>Dieser Link enthält auch die Stellungnahmen zum Impulspapier.</p>
[BNetzA GSM-Konzept]	<p>GSM-Konzept: Konzept der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen zur Vergabe weiteren Spektrums für den digitalen öffentlichen zellularen Mobilfunk unterhalb von 1,9 GHz vom 21. November 2005. Amtsblatt der Bundesnetzagentur Nr. 23/2005 vom 30. November 2005 Vfg. 88/2005, Seite 1852 ff.  <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/GSMKonzept/gsmkonzept_node.html">http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1912/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/GSMKonzept/gsmkonzept_node.html</a></p>
[BNetzA Infrastruktur Sharing]	<p>Gemeinsame Nutzung von Funknetzinfrastrukturen und Frequenzressourcen, Stand: 09.09.2010.  <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1932/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/InfrastrukturSharing/InfrastrukturSharing_Basepage.html">http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1932/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/RegulierungTelekommunikation/Frequenzordnung/OeffentlicherMobilfunk/InfrastrukturSharing/InfrastrukturSharing_Basepage.html</a> (abgerufen am 19.2.2011)</p>
[BNetzA Jahresbericht 2009]	<p>Jahresbericht der BNetzA 2009,  <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/152206/publicationFile/9588/Jahresbericht2009Id18409pdf.pdf">http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/152206/publicationFile/9588/Jahresbericht2009Id18409pdf.pdf</a> (abgerufen am 23.2.2011)</p>
[BNetzA Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2008/2009]	<p>Tätigkeitsbericht 2008/2009 Telekommunikation,  <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/143490/publicationFile/1111/TaetigkeitsberichtTK20082009_Id17897pdf.pdf">http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/143490/publicationFile/1111/TaetigkeitsberichtTK20082009_Id17897pdf.pdf</a> (abgerufen am 16.3.2011)</p>
[BNetzA Zähl- und Messwesen]	<p>BNetzA-Bericht, Wettbewerbliche Entwicklungen und Handlungsoptionen im Bereich Zähl- und Messwesen und bei variablen Tarifen, März 2010  <a href="http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetGas/Sonderthemen/BerichtZaehlMesswesen/berichtzaehlmesswesen_node.html">http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetGas/Sonderthemen/BerichtZaehlMesswesen/berichtzaehlmesswesen_node.html</a></p>
[Briglauer, 2010]	<p>Briglauer, W., Schwarz, A. Zulehner, C., Is Fixed-Mobile Substitution strong enough to de-regulate Fixed Voice Telephony? Evidence from the Austrian Markets. Februar 2010  <a href="http://homepage.univie.ac.at/Christine.Zulehner/Fixed%20mobile%20substitution_BSZ.pdf">http://homepage.univie.ac.at/Christine.Zulehner/Fixed%20mobile%20substitution_BSZ.pdf</a> (abgerufen am 16.3.2011)</p>

[CISCO, 2008]	Cisco Systems, Approaching the Zettabyte Era, June 2008; <a href="http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481374_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html">http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481374_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html</a>
[ComReg 10/105]	ComReg Radio Spectrum Consultation, 15.12.2010 <a href="http://www.comreg.ie/about_us/radio_spectrum_consultation.43.1059.whatsnew.html">http://www.comreg.ie/about_us/radio_spectrum_consultation.43.1059.whatsnew.html</a> (abgerufen am 17.03.2011)
[ComReg 10/71]	ComReg Consultation Paper 10/71, 800 MHz, 900 MHz & 1800 MHz spectrum release, 17. September 2010, <a href="http://www.comreg.ie/publications/800_mhz_900_mhz_and_1800_mhz_spectrum_release.506.103695.p.html">http://www.comreg.ie/publications/800_mhz_900_mhz_and_1800_mhz_spectrum_release.506.103695.p.html</a> (abgerufen am 17.03.2011)
[ComReg 11/10]	ComReg: Inclusion of 1800 MHz into proposed award of 800 MHz & 900 MHz - Responses to consultation and Correspondence <a href="http://www.comreg.ie/publications/inclusion_of_1800mhz_into_proposed_award_of_800mhz_and_900mhz_-_responses_to_consultation_and_correspondence.583.103813.p.html">http://www.comreg.ie/publications/inclusion_of_1800mhz_into_proposed_award_of_800mhz_and_900mhz_-_responses_to_consultation_and_correspondence.583.103813.p.html</a> (abgerufen am 19.3.2011)
[ComReg 11/11]	ComReg Interim Licenses for the 900 MHz band, 17. Februar 2011 <a href="http://www.comreg.ie/_fileupload/publications/ComReg1111.pdf">http://www.comreg.ie/_fileupload/publications/ComReg1111.pdf</a> (abgerufen am 19.3.2011)
[ComReg Vilicom, 2009]	ComReg Reference Number 09/14a, UMTS Network Design & Cost, Estimation for National UMTS900, UMTS1800 & UMTS2100 Networks, 9 June 2008 - 15 January 2009, <a href="http://www.comreg.ie/publications/redacted_vilicom_report_on_umts_network_design_and_cost.597.103321.p.html">http://www.comreg.ie/publications/redacted_vilicom_report_on_umts_network_design_and_cost.597.103321.p.html</a> (abgerufen am 17.03.2011)
[ECC Report 82]	ECC Report 82, Compatibility study for UMTS operating within the GSM 900 and GSM 1800 frequency bands, Roskilde, May 2006 <a href="http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP082.PDF">http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP082.PDF</a> (abgerufen am 16.3.2011)
[ECC Report 96]	ECC Report 96, Compatibility between UMTS 900/1800 and Systems operating in adjacent bands, Krakow, March 2007 <a href="http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP096.PDF">http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP096.PDF</a> (abgerufen am 16.3.2011)
[Emmenegger, 2006]	Emmenegger, M.F., et al., Life Cycle Assessment of the Mobile Communication System UMTS: Towards Eco-efficient Systems, The International Journal of Life Cycle Assessment, 2006
[Goldmedia Mobile Life Report, 2008]	Goldmedia Mobile Life Report 2012: Mobile Life in the 21st century, Status quo and outlook, Oktober 2008, <a href="http://www.bitkom.org/files/documents/081009_BITKOM_Goldmedia_Mobile_Life_2012.pdf">http://www.bitkom.org/files/documents/081009_BITKOM_Goldmedia_Mobile_Life_2012.pdf</a>
[GSM-Änderungsrichtlinie]	GSM-Änderungsrichtlinie: Richtlinie 2009/114/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. September 2009 zur Änderung der Richtlinie 87/372/EWG des Rates über die Frequenzbänder, die für die koordinierte Einführung eines europaweiten öffentlichen zellularen digitalen terrestrischen Mobilfunkdienstes in der Gemeinschaft bereitzustellen sind. Veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Union L 274/25 vom 20.10.2009

[IDATE, 2011]	IDATE Consulting & Research: "LTE 2011, Markets & Trends, Facts & Figures" <a href="http://www.idate-research.com">www.idate-research.com</a>
[OFCOM, 2007]	OFCOM: Application of spectrum liberalisation and trading to the mobile sector – Including implementation of the Radio Spectrum Committee Decision on 900 MHz and 1800 MHz; Consultation 20.09.2007
[OFCOM, 2009]	OFCOM: Application of spectrum liberalization and trading to the mobile sector, A further consultation, 13.2.2009 <a href="http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/spectrumlib/summary/spectrumlib.pdf">http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/spectrumlib/summary/spectrumlib.pdf</a> (abgerufen am 16.3.2011)
[OFCOM, 2010-1]	OFCOM: Advice to Government on the consumer and competition issues relating to liberalisation of 900 MHz and 1800 MHz spectrum for UMTS, 25.10.2010, <a href="http://stakeholders.ofcom.org.uk/consultations/spectrumlib/advice-to-government/">http://stakeholders.ofcom.org.uk/consultations/spectrumlib/advice-to-government/</a> (abgerufen am 17.3.2011)
[OFCOM, 2010-2]	OFCOM- Consultation: Notice of proposed variation of 900 MHz and 1800 MHz Wireless Telegraphy Act licences, 28.10.2010 <a href="http://stakeholders.ofcom.org.uk/consultations/900-1800mhz-wireless-telegraphy/?showResponses=true">http://stakeholders.ofcom.org.uk/consultations/900-1800mhz-wireless-telegraphy/?showResponses=true</a> (abgerufen am 19.2.2011)
[OFCOM, 2011-1]	OFCOM: Statement on variation of 900 MHz and 1800 MHz Wireless Telegraphy Act licences, 8.1.2011, <a href="http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/900-1800mhz-wireless-telegraphy/statement/Statement.pdf">http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/900-1800mhz-wireless-telegraphy/statement/Statement.pdf</a> (abgerufen am 17.3.2011)
[OFCOM, 2011-2]	OFCOM: Assessment of future mobile competition and proposals for the award of 800 MHz and 2.6 GHz spectrum and related issues, 22. März 2011, <a href="http://stakeholders.ofcom.org.uk/consultations/combined-award/">http://stakeholders.ofcom.org.uk/consultations/combined-award/</a>
[OVUM, 2007]	OVUM Consulting: Market Study for UMTS900, A report to GSMA, Februar 2007
[PAConsulting, 2010]	PA-Consulting Group: Study of comparability of frequency bands in different business models. 17.9.2010, <a href="http://www.google.at/search?q=38%09PAConsulting+Group%3A+Study+of+comparability+of+frequency+bands+in+different+business+models.+&amp;ie=utf-8&amp;oe=utf-8&amp;aq=t&amp;rls=org.mozilla:de:official&amp;client=firefox-a">http://www.google.at/search?q=38%09PAConsulting+Group%3A+Study+of+comparability+of+frequency+bands+in+different+business+models.+&amp;ie=utf-8&amp;oe=utf-8&amp;aq=t&amp;rls=org.mozilla:de:official&amp;client=firefox-a</a> (abgerufen am 16.3.2011)
[Petinis, 2009]	Petinis, V.: The impact of the credit crunch on telcos' WACC and interconnection rates, Ovum 2009. <a href="http://www.google.de/url?sa=t&amp;source=web&amp;cd=1&amp;ved=0CBkQFjAA&amp;url=http%3A%2F%2Fabout.ovum.com%2Fconsulting%2Ftelecomsregulation%2Fthoughtleadership%2Fthoughtleadership2.pdf&amp;rct=j&amp;q=wacc%20mobile%20termination%202010&amp;ei=gVZeTfetM8GSOru52coN&amp;usg=AFQjCNGIsDDp8vGCeAqyu-iLvStiuwgdCQ&amp;cad=rja">http://www.google.de/url?sa=t&amp;source=web&amp;cd=1&amp;ved=0CBkQFjAA&amp;url=http%3A%2F%2Fabout.ovum.com%2Fconsulting%2Ftelecomsregulation%2Fthoughtleadership%2Fthoughtleadership2.pdf&amp;rct=j&amp;q=wacc%20mobile%20termination%202010&amp;ei=gVZeTfetM8GSOru52coN&amp;usg=AFQjCNGIsDDp8vGCeAqyu-iLvStiuwgdCQ&amp;cad=rja</a> (abgerufen am 19.2.2011)



[Rendon, 2008]	Rendon, J., Alanis, J., Kuhlmann, F.: A Business Case for the Deployment of a 4G Wireless Heterogeneous Network in Spain, Annual Review of Communications, Volume 61, 2008, <a href="http://juanrendon.com/Papers/JRendon_4G_business_case_Spain_IEC.pdf">http://juanrendon.com/Papers/JRendon_4G_business_case_Spain_IEC.pdf</a> (abgerufen am 16.3.2011)
[RTR, 2011]	RTR: Konsultation zu künftigen Frequenzvergaben und zur Liberalisierung der Frequenzbereiche 900 MHz und 1800 MHz, Wien, Februar 2011, <a href="http://www.rtr.at/de/komp/Konsult_DD_Refarming/Konsultation_DD_Refarming.pdf">http://www.rtr.at/de/komp/Konsult_DD_Refarming/Konsultation_DD_Refarming.pdf</a> (abgerufen am 5.3.2011)
[Rysavy Research, 2010]	Rysavy Research, 2010: Transition to 4G - 3GPP Broadband evolution to IMT advanced, 3G Americas Publishes Research Report on 3GPP Mobile Broadband Evolution, 13.9.2010 <a href="http://www.4gamericas.org/index.cfm?fuseaction=pressreleasedisplay&amp;pressreleaseid=2885">http://www.4gamericas.org/index.cfm?fuseaction=pressreleasedisplay&amp;pressreleaseid=2885</a> (abgerufen am 23.2.2011)
[Scharnhorst, 2005-1]	Scharnhorst, W., et al., The End of Life Treatment of Second Generation Mobile Phone Networks: Strategies to Reduce the Environmental Impact, Environmental Impact Assessment Review, July 2005
[Scharnhorst, 2005-2]	Scharnhorst, W., et al., Environmental Assessment of End-of-Life Treatment Options for a GSM 900 Antenna Rack, The International Journal of Life Cycle Assessment, 2005
[Scharnhorst, 2006]	Scharnhorst, W., et al., Life cycle assessment of second generation (2G) and third generation (3G) mobile phone networks, Environmental International, July 2006
[TK Marktanalyse 2010]	Dialog Consult / VATM: 12. gemeinsame TK-Marktanalyse 2010, <a href="http://www.vatm.de/uploads/media/2010_TK-Marktstudie.pdf">http://www.vatm.de/uploads/media/2010_TK-Marktstudie.pdf</a> , S: 23. (abgerufen am 19.2.2011)
[Vanghi, 2007]	Vanghi V., Saglam M., Jindi J., QUALCOMM Incorporated, Huawei Technologies Co., LTD, Frequency Coordination Between UMTS and GSM Systems at 900 MHz, IEEE 18 <sup>th</sup> International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2007. PIMRC 2007
[Wiesbeck, 2007]	Wiesbeck, W., Gutachten: Vergleich der UMTS Versorgung bei 900 und 1800 MHz, Karlsruhe, 12. September 2007
[Wolff, 2010]	Wolff, I., Zukünftige Trends in der mobilen Kommunikation. Fachforum mobile Communication Paderborn. 29. September 2010

## 5.2 Abkürzungsverzeichnis

AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
AGCOM	Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (italienische Regulierungsbehörde)
ARCEP	l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes
ARPU	Average Revenue per User (monatlicher durchschnittlicher Kundenumsatz)
BB	Breitband
BKartA	Bundeskartellamt
BNetzA	Bundesnetzagentur
BT	Bundestag
BT-Drs.	Bundestagsdrucksache
CAPEX	CAPital EXpenditure (Investitionsausgaben für längerfristige Anlagegüter)
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
ComReg	Commission for Communications Regulation (irische Regulierungsbehörde)
DSL	Digital Subscriber Line
EBIT	Earnings Before Interest and Taxes (Gewinn vor Zinsen und Steuern)
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization (Gewinn vor Zinsen, Steuern und Abschreibungen)
ECC	Electronic Communications Committee der CEPT
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EG	Europäische Gemeinschaft

EIRENE	European Integrated Railway Radio Enhanced Network
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EU	Europäische Union
EuGH	Gerichtshof der Europäischen Union
FDD	Frequency Division Duplex
FICORA	Finnish Communications Regulatory Authority
GG	Grundgesetz
3GPP	3rd Generation Partnership Project
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSA	Global Mobile Suppliers Association
GSM	Global System for Mobile Communications
GSM-R	GSM-Railway
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSPA	High Speed Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IMT	International Mobile Telecommunications
IT	Informationstechnik
ITC	Institut für Telekommunikation der Technischen Universität Wien
Kfz	Kraftfahrzeug

KPN	Koninklijke PTT Nederland
LAN	Local Area Network
LKW	Lastkraftwagen
LTE	Long Term Evolution
MTR	Mobile Termination Rates
MVNE	Mobile Virtual Network Enabler
MVNO	Mobile Virtual Network Operator
MVV	Mobilfunk Vermögensverwaltungsgesellschaft mbH
M2M	Machine-to-Machine
OBU	On-Board-Unit
OFCOM	Office of Communications (Independent regulator and competition authority for the UK communications industries)
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access
PIMRC	International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications
PLC	Power-Line-Communication
PSTN	Public Switched Telephone Network
Rn.	Randnummer
RNC	Radio Network Controller
Rs.	Rechtssache
RWTH Aachen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SBR	SBR Juconomy Consulting AG und SBR Rechtsanwälte
SC-FDMA	Single Carrier Frequency Division Multiple Access
SIM	Subscriber Identity Module
Slg.	Sammlung
TDD	Time Division Duplex

TK	Telekommunikation
TKG	Telekommunikationsgesetz
TR	Technical Report
Tz.	Textziffer
UIC	Union Internationale des Chemins de fer
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VATM	Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V.
Vfg.	Verfügung
WACC	Weighted Average Cost of Capital (gewichtete durchschnittliche Kapital- kosten)
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WIK	Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste