BAKOM
OFCOM
UFCOM
UFCOM

Drahtloser Breitbandanschluss BWA (Broadband Wireless Access) in der Schweiz

Bericht des BAKOM über Technologie, Frequenzsituation und Voraussetzungen für die Konzessionsvergabe

Anhang zur öffentlichen Konsultation

30. März 2005

BAKOM Bundesamt für Kommunikation
OFCOM Office fédéral de la communication
UFCOM Ufficio federale delle communicazioni
UFCOM Uffizi federal da communicaziuns

Zukunftstrasse 44 / Rue de l'Avenir 44
Postfach / Case postale
CH-2501 Biel/Bienne
www.bakom.ch / www.ofcom.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 3

2 Drahtloser Breitbandanschluss, technische Analyse 4

2.1 Einleitung 4
2.2 Fixe drahtlose Breitbandanschlüsse 4
2.2.1 Wireless Local Loop (WLL) 4
2.2.2 Wireless Local Area Network (WLAN) 4
2.2.3 Wireless Metropolitan Area Network (WMAN) 5
2.2.3.1 IEEE 802.16 5
2.2.3.2 Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) 5
2.2.3.3 High Performance Metropolitan Area Network (HiperMAN) 6
2.3 Mobile drahtlose Breitbandzugänge 6
2.3.1 Global System for Mobile communication (GSM) 6
2.3.1.1 General Packet Radio Service (GPRS) 6
2.3.1.2 Enhanced Data rates for GSM Evolution (EDGE) 6
2.3.2 Universal Mobile Telephone System (UMTS) 6
2.3.3 IEEE 802.16e 6
2.3.4 IEEE 802.20 7
2.4 Frequenzsituation für den drahtlosen Breitbandanschluss 7
2.4.1 2.5 – 2.69 GHz UMTS Extension Band 7
2.4.2 3.41 – 3.6 GHz und 3.6 – 3.8 GHz FWA Band 7
2.4.3 5.15 – 5.35 GHz und 5.47 – 5.725 GHz WLAN Band 8
2.4.4 5.725 – 5.875 GHz ISM Band 8
2.4.5 24.5 – 26.5 GHz FWA Band 9
2.4.6 40.5 – 43.5 GHz MWS Band 9
2.4.7 Unterschiede konzessionierte / konzessionsfreie Bänder 9
2.5 NISV und Raumplanung 10
2.5.1 NISV 10
2.5.2 Raumplanung 10
2.6 Verfügbarkeit der Endgeräte 11

3 Marktanalyse 13

3.1 Einleitung 13
3.2 Breitbandmarkt 13
3.2.1. Globale Trends 13
3.2.2. BWA-Markt: Misserfolg der ersten Generation 14
3.2.3. WiMAX – zweite BWA-Generation? 14
3.3 Marktpotential und Erfolgschancen von BWA (WiMAX) 15
3.3.1 Definition des Marktes 15
3.3.2 Markt- und Marktsegmentierungs-Strategien 15
3.3.3 Konkurrenz- und Branchenstruktur-Analyse 16
3.3.3.1 Wichtigste Mitbewerber und potenzielle neue Konkurrenten 16
3.3.3.2 Einschätzung der Position der Endkunden 18
3.3.3.3 Einschätzung der Situation der Systemhersteller 19
3.3.3.4 Externe Faktoren 19
3.3.4 SWOT-Analyse 19
3.3.5 Erfolgsfaktoren für Fernmeldedienstanbieter 20
3.3.6 Kosten und Investitionen 20
3.4 Internationale Trends und Beispiele 21

4 Voraussetzungen für die BWA-Konzessionsvergabe 24
4.1 Nationaler Frequenzzuweisungsplan 24
4.1.1 Mobil- oder Fixnetzdienste 24
4.1.2 Konzessionspflicht oder Ausnahme von der Konzessionspflicht 24
4.1.3 Versuchskonzessionen und WLL-Frequenzen 24
4.2 Konzessionsvergabeverfahren 24
4.2.1 Kriterienwettbewerb vs. Auktion 24
4.2.2 Sicherstellung wirksamen Wettbewerbs 25
4.2.3 Zuschlagspreis bei einer Auktion 26
4.2.4 Entzug der Konzession 26
5 Einschätzungen des BAKOM 27
5.1 Schlussfolgerungen zur Technologie 27
5.2 Schlussfolgerungen zur Marktsituation 28
5.3 Vorbereitungen für eine allfällige Konzessionsvergabe BWA 29

Anhänge

Anhang A.1 Abkürzungen 30
Anhang A.2 Referenzen 31
Anhang B Generelle Frequenzsituation

1 Einleitung

Derzeit befindet sich eine Funktechnologie für den breitbandigen Teilnehmeranschluss (BWA) in der Phase der Entwicklung und Standardisierung, die in der Telekommunikationsbranche auf grosses Interesse stösst. Gemäss Hersteller sollen mit dieser Funktechnologie zwischen Basisstationen und fixen oder mobilen Endgeräten über grosse Distanzen Übertragungsraten erreicht werden können, die mit leitergebundenen Technologien (CATV/xDSL) vergleichbar sind.

Das BAKOM hat im vorliegenden Bericht das Potenzial der verschiedenen heutigen und bekannten künftigen Funktechnologien analysiert und sie mit der bestehenden Frequenzsituation verglichen. Dies im Hinblick darauf, dass diese Technologien konzessionsfrei oder allenfalls gestützt auf eine Konzession eingesetzt werden könnten.

Der Bericht gliedert sich in einen technischen, ökonomischen und juristischen Teil. Das letzte Kapitel beinhaltet die Einschätzung des BAKOM bezüglich dieser drei Teile.

2 Drahtloser Breitbandanschluss, technische Analyse

2.1 Einleitung

Der Ruf nach drahtlosen Anschlüssen mit hoher Bandbreite nimmt ständig zu. Entsprechend erscheinen auch Technologien auf dem Markt, die diesen Anforderungen gerecht zu werden versuchen.

Die folgenden Kapitel geben einen Überblick über bestehende und neue Möglichkeiten, drahtlose Breitbandanschlüsse zu realisieren. Dabei werden die fixen und mobilen Systeme sowie die Frequenzsituation behandelt.

2.2 Fixe drahtlose Breitbandanschlüsse

2.2.1 Wireless Local Loop (WLL)

Als Wireless Local Loop bzw. Fixed Wireless Access bezeichnet man die drahtlose Verbindung zwischen dem Fernmeldenetz und dem Teilnehmer. Diese drahtlose Verbindung ersetzt die entsprechende drahtgebundene Verbindung und kann je nach verfügbarer Bandbreite auch dem Angebot derselben Dienstleistungen wie diese dienen. Dies sind einerseits die klassischen Telefondienste, andererseits aber auch Datendienste wie z.B. breitbandiger Internetzugang.

Bei den Anlagen, die dafür eingesetzt werden, handelt es sich um firmenspezifische Punkt-zu-Multipunkt-Systeme, die in den dafür in der Schweiz vorgesehenen konzessionierten Frequenzbändern (3.5 GHz und 26 GHz) arbeiten. Ein Einsatz von Anlagen nach dem Standard IEEE 802.16 ist jedoch ebenfalls möglich.

Im Jahr 2000 wurden die Konzessionen für den Wireless Local Loop (WLL) in der Schweiz mit grossem Erfolg versteigert. Die Konzessionen wurden für 10 Jahre vergeben und enden am 31. März 2010. Leider konnten jedoch die hochgesteckten Erwartungen nicht erfüllt werden. Entweder verkauften die Konzessionsinhaberinnen ihr Geschäft (und die Konzessionen), oder sie zogen sich weitgehend aus dem Geschäft zurück.

2.2.2 Wireless Local Area Network (WLAN)

Für die drahtlosen lokalen Netzwerke (Wireless LAN; WLAN) stehen zwei Frequenzbereiche zur Verfügung:

1. das 2.4 GHz ISM-Band;
2. das untere (5150 – 5350 MHz) und obere (5470 – 5725 MHz) 5 GHz-Frequenzband.

Die heutigen öffentlichen drahtlosen lokalen Netzwerke arbeiten fast ausschliesslich im 2.4 GHz ISM-Band. Dabei werden Bruttobitraten von 11 Mbit/s bis 108 Mbit/s erreicht. Da die Sendeleistung in diesem Band jedoch auf 100 mW eirp limitiert ist, reduziert sich die Reichweite der Funkzelle entsprechend.

Das neue untere 5 GHz-Band darf wegen Interferenzen mit anderen Nutzungen nur innerhalb Gebäuden genutzt werden; die max. Sendeleistung beträgt hier 200 mW eirp.

Im oberen 5 GHz-Bereich sieht es etwas anders aus: Nachdem das Militär eingewilligt hat, den oberen Frequenzbereich 5470 – 5725 MHz für drahtlose lokale Netzwerke gemäss der neuen Entscheidung (04)08 des Europäischen Komitees für elektronische Kommunikation freizugeben, sind auch dort öffentliche drahtlose Zugangspunkte zu erwarten. Die Sendeleistung beträgt 1 W eirp, und die Anlagen können ohne Funkkonzession auch ausserhalb von Gebäuden betrieben werden. Dabei stehen 11 Kanäle zu 20 MHz zur Verfügung. Die Sendeleistung in diesem Frequenzbereich ist mit 1 W eirp jedoch 4-mal geringer als die von den Herstellern gewünschten 4 W eirp im 5.8 GHz-ISM-Band. Ein Problem könnte die dynamische Frequenzwahl darstellen, die bei Belegung aller Kanäle in diesem Band notwendig wird

und dazu dient, besetzte Kanäle zu vermeiden und beim Detektieren von Radarsignalen (ebenfalls in diesem Frequenzband vorgesehen) auf einen freien Kanal auszuweichen.

2.2.3 Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)

Mit den drahtlosen stadtweiten Netzwerken (WMAN; Wireless Metropolitan Area Network) soll der grosse Bruder des drahtlosen lokalen Netwerks entstehen. Im Gegensatz zu den drahtlosen lokalen Netwerken mit einer Reichweite von 10 bis 150 m (je nach örtlichen Gegebenheiten) sollen drahtlose Netzwerke ganze Städte abdecken. Dazu sind zwei Standards vorgesehen:

1. IEEE 802.16;
2. ETSI HiperMAN.

2.2.3.1 IEEE 802.16

Von der Arbeitsgruppe IEEE 802.16 des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) wurde ein erster fester drahtloser Anschluss-Standard verabschiedet und am 8. April 2002 veröffentlicht. Dieser Standard basiert auf dem Internet Protokoll und spezifiziert die Luftschnittstelle für den Frequenzbereich 10 – 66 GHz.

Nachdem die erste Spezifikation des Standards IEEE 802.16 abgeschlossen war, wurde an zwei Erweiterungen gearbeitet.

Mit dem Zusatz IEEE 802.16c wurden für den Frequenzbereich 10 – 66 GHz so genannte Profile und Konformitätstests definiert. Dieser Zusatz wurde als IEEE 802.16c-2002 veröffentlicht.

Weiter befasste sich die Task Group 3 unter dem Mandat IEEE 802.16a mit der Erweiterung des Frequenzbereichs für konzessionspflichtige Frequenzbänder im Bereich 2 – 11 GHz.

Die Task Group 4 analysierte unter dem Mandat IEEE 802.16b die konzessionsfreien Bändern im gleichen Frequenzbereich. Sie wurde Ende 2001 zusammen mit der Task Group 3 zur neuen Task Group a vereint und erarbeitete den Standard IEEE 802.16a-2003.

Danach erfolgte eine weitere Revision d der Standards; der Grundstandard 802.16-2001 sowie die Teile a und c wurden im neuen IEEE 802.16-2004 zusammengefasst. Die Veröffentlichung erfolgte im Jahre 2004 und umfasst nun den Frequenzbereich 2 – 66 GHz.

2.2.3.2 Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)

Bei WIMAX handelt es sich um eine Vereinigung von System- und Komponentenherstellern, Prüflabors und anderen interessierten Kreisen. Ziel der Vereinigung ist es, den Standard IEEE 802.16 weltweit zu fördern und die Interoperabilität zu garantieren.

Der Standard IEEE 802.16 wurde so ausgelegt, dass er überall in der Welt eingesetzt werden kann. Er umfasst den Frequenzbereich 2 – 66 GHz und beinhaltet verschiedene Modulationsarten und Duplexverfahren (Frequenzduplex, Zeitduplex, Halbduplex).

Dieser offene Standard birgt jedoch auch die Gefahr zahlreicher unterschiedlicher Implementierungen, die zu einem zersplitterten Angebot und entsprechend höheren Herstellungskosten führen. Um dem entgegenzuwirken, wurde das WiMAX-Forum gegründet. Es wählt aus den vielen Möglichkeiten des IEEE 802.16 verschiedene Kombinationen aus und stellt sie als so genannte Profile zur Verfügung. Zusätzlich werden für diese Profile die entsprechenden Test- und Interoperabilitätsroutinen erstellt.

Momentan sieht WiMAX drei Profile vor, die sich vor allem im Frequenzbereich unterscheiden (Stand: August 2004):

1. 2.5 GHz (konzessionspflichtig);
2. 3.5 GHz (konzessionspflichtig);
3. 5.8 GHz (konzessionsfrei).

Je nach Interesse der WiMAX-Mitglieder können bei Bedarf weitere Profile definiert werden.

Die Profile und zugehörigen Testroutinen befinden sich in Arbeit; deren Verabschiedung wird für das Frühjahr 2005 erwartet. Erste WiMAX-zertifizierte Geräte dürften in der 2. Hälfte 2005 auf dem Markt erscheinen. Die heute verfügbaren Geräten basieren auf dem Standard IEEE 802.16a. Sie werden auch als Pre-WiMAX-Geräte beworben und sollten später, sofern nötig, mittels Softwareupdate voll WiMAX-kompatibel gemacht werden können.

2.2.3.3 High Performance Metropolitan Area Network (HiperMAN)

Im Jahr 2002 entstand auch im European Telecommunications Standards Institute (ETSI) die Idee des drahtlosen stadtweiten Netzwerks. Die Arbeiten starteten als „Fixed wireless Access below 11 GHz“. Als Kurzname prägte sich der Begriff HiperMAN (High Performance Metropolitan Area Network) ein. Von besonderem Interesse war der ISM-Frequenzbereich 5725 – 5875 MHz. Diesen Bereich sollte man für funkkonzessionsfreie Dienste verwenden können, während für die anderen Frequenzbereiche Konzessionen notwendig sind. Über eine Verwendung des ISM-Frequenzbereichs wurde jedoch noch nicht abschliessend entschieden. In einer Gruppe des Europäischen Komitees für elektronische Kommunikation (ECC Spectrum Engeneering, project team 38: Compatibility between the broadband FWA systems and other radio services) laufen deshalb entsprechende Abklärungen. In der Schweiz stellt sich das zusätzliche Problem, dass der Frequenzbereich 5725 – 5850 MHz dem Militär zugeteilt ist.

2.3 Mobile drahtlose Breitbandzugänge

2.3.1 Global System for Mobile communication (GSM)

2.3.1.1 General Packet Radio Service (GPRS)

Das auf der GSM-Technologie aufbauende GPRS (General Packet Radio Service) ist in der Schweiz heute flächendeckend (99,7% der Bevölkerung) verfügbar. Es bietet Datenübertragungsraten von 30 – 40 kbit/s und kann damit nicht als Breitbandzugang bezeichnet werden.

2.3.1.2 Enhanced Data rates for GSM Evolution (EDGE)

Das ebenfalls unter GSM laufende EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) soll in der Schweiz im Verlaufe des Jahres 2005 flächendeckend eingeführt werden. Es bietet Datenübertragungsraten von 150 – 200 kbit/s.

2.3.2 Universal Mobile Telephone System (UMTS)

In der Schweiz wurden vier Konzessionen für UMTS vergeben. Drei Netze befinden sich im Aufbau und haben die in der Konzession geforderte Flächendeckung erreicht. UMTS bietet heute eine Datenübertragungsrate von 200 – 350 kbit/s. Die Weiterentwicklung von UMTS mit HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) und HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) wird zukünftig theoretische Datenraten von rund 14,4 MBit/s im Downlink und 5.8 MBit/s im Uplink ermöglichen.

2.3.3 IEEE 802.16e

Unter dieser Bezeichnung läuft die Weiterentwicklung des fixen Standards IEEE 802.16 für mobile Anwendungen. Diese Erweiterung unterstützt Mobilbetrieb bis zu normalen Fahr-

zeuggeschwindigkeiten sowie Handover zwischen Sektoren und Basisstationen. Für das Handover sind momentan bis zu 150 msec. Unterbruch mit 1 % Paketverlust bei einer gesamten Umschaltzeit von bis zu 1 sec. geplant.

Der Betrieb ist nur in konzessionierten Bändern im Frequenzbereich 2 – 11 GHz vorgesehen. Mit der Publikation des Standards wird gemäss Fahrplan per 31. März 2005 gerechnet.

2.3.4 IEEE 802.20

Am 11. Dezember 2002 wurde von der IEEE 802 die neue Arbeitsgruppe 20 gegründet. Sie befasst sich mit der Luftschnittstelle des mobilen drahtlosen Breitbandzugangs.

Diese Luftschnittstelle befindet sich in Konkurrenz zum Standard IEEE 802.16e, der ebenfalls breitbandige Mobildienste ermöglichen soll.

Die entsprechenden Arbeiten sind jedoch noch nicht weit fortgeschritten. Bis jetzt wurden erst die System Requirements [3] und der Terminplan verabschiedet.

2.4 Frequenzsituation für den drahtlosen Breitbandanschluss

Folgende Frequenzbäder sind für den drahtlosen Breitbandanschluss in der Schweiz vorgesehen:

2.4.1 2.5 – 2.69 GHz UMTS Extension Band

Dieses Band ist in Europa als IMT-2000/UMTS-Erweiterungsband vorgesehen. Dazu befindet sich vom Europäischen Komitee für elektronische Kommunikation die “ECC-Decision XX of March 2005 on harmonised utilisation of spectrum for IMT-2000/UMTS systems operating within the band 2500 - 2690 MHz” in der öffentlichen Konsultation.

Die amerikanische Federal Communications Commission (FCC) hat am 10. Juni 2004 das Frequenzband 2495 – 2690 MHz für BWA (Broadband Wireless Access) freigegeben [5]. Vorgesehen ist ein einfacher Kanalplan mit Blöcken zu 6 MHz und 16.5 MHz.

Die Schweiz wird die ECC-Decision voraussichtlich unterschreiben und das Band für IMT-2000/UMTS reservieren. Sollte sich wider Erwarten zu einem späteren Zeitpunkt herausstellen, dass es dafür nicht gebraucht wird, so kann eine Neuzuteilung im Einklang mit unseren europäischen Nachbarländern erfolgen.

Aus diesem Grunde fällt das UMTS Extension Band in der Schweiz für BWA nicht in Betracht.

2.4.2 3.41 – 3.6 GHz und 3.6 – 3.8 GHz FWA Band

Der Frequenzbereich **3.41 – 3.6 GHz** wurde in der Schweiz mittels Auktion an zwei WLL-Betreiber vergeben. Ein Betreiber hat seine Konzession (28 MHz je für up- und downlink FDD) an das BAKOM zurückgegeben. In diesem Bereich stehen also noch 2 x 56 MHz (fragmentiert) zur Verfügung. Das 3.41 – 3.6 GHz Band ist in einem WiMAX-Profil berücksichtigt.

Der Frequenzbereich **3.6 – 3.8 GHz** steht in der Schweiz ebenfalls für Point-to-Multipoint-Anwendungen zur Verfügung. Darin werden die Versuchskonzessionen für den FWA/BWA untergebracht. Das Komitee für elektronische Kommunikation hat für dieses Band die Empfehlung ERC/REC 12-08 erlassen, in der die Kanalraster festgelegt werden.

Im Frequenzbereich 3.6 – 3.8 GHz können, je nach maximaler Kanalbandbreite und allfälligen Guardbändern zwei bis drei weitere Konzessionen untergebracht werden. Allerdings stehen in unseren Nachbarländern in diesem Bereich zum Teil andere Anwendungen, wie z.B. konventioneller Richtfunk, in Betrieb. Aus diesem Grunde dürften sich Koordinationsprobleme ergeben, die noch nicht gelöst sind. Dies wurde auch in ECC SE19 festgestellt. Es existiert ein neuer Auftrag, der die Länderkoordination zwischen Point-Multipoint- und Point-

Multipoint-/Point-Point-Anlagen untersuchen soll. Die Arbeiten begannen im Dezember 2004. Die Verabschiedung des Schlussberichts dürfte im Jahr 2006 erfolgen.

Ausserdem muss in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, dass es sich bei diesem Bereich um die letzte Frequenzreserve handelt. Wird sie vergeben, so besteht keine Möglichkeit mehr, kurzfristig gleichwertige Frequenzen verfügbar zu machen. Es ist bereits heute damit zu rechnen, dass in zwei bis vier Jahren erneut Frequenzen nachgefragt werden, und zwar dann, wenn tragbare Endgeräte (Laptop's) mit eingebautem Datenfunk gemäss IEEE802.16e erhältlich sind. Diese Anwendung entspricht eher den Anwenderbedürfnissen hoch versorgter Länder wie der Schweiz.

2.4.3 5.15 – 5.35 GHz und 5.47 – 5.725 GHz WLAN Band

Dieses Band für drahtlose lokale Netzwerke ist in zwei Teilbänder aufgeteilt.

Der untere Frequenzbereich **5.15 – 5.35 GHz** beinhaltet 8 Kanäle zu 20 MHz mit einer maximalen Sendeleistung von 200 mW eirp nur für Anwendungen innerhalb eines Gebäudes. Dieser Bereich ist für WMAN's nicht interessant.

Der obere Frequenzbereich **5.47 – 5.725 GHz** beinhaltet 11 Kanäle zu 20 MHz mit einer Sendeleistung von maximal 1 W eirp und kann auch im Freien eingesetzt werden.

Beide Frequenzbereiche sind für den WLAN-Standard gemäss IEEE 802.11h, Hiperlan/2 und ähnliche vorgesehen. Es ist jedoch denkbar, dass Anlagen gemäss IEEE 802.16 – insbesondere die Variante für 5.8 GHz – leicht modifiziert werden, damit sie in Europa den in Revision befindlichen harmonisierten Standard EN 301893 einhalten können. Es handelt sich dabei um eine Anpassung der Sendeleistungssteuerung und um die Erweiterung des Frequenzbereichs. Dynamic Frequency Selection ist immer obligatorisch. Es besteht bereits das Anliegen, ein 10 MHz-Raster für WiMAX-Anlagen zuzulassen.

Diese Frequenzbereiche wurden am 1. Februar 2005 für WAS (Wireless Access System) inklusive R-LANs freigegeben.

2.4.4 5.725 – 5.875 GHz ISM Band

Dieses Band ist in der Schweiz zum grössten Teil (5.725 – 5.850 GHz) ein Militärband. Die Sendeleistung ist im ganzen Band auf 25 mW eirp beschränkt.

Im Frequenzbereich 5.850 – 5.925 GHz besteht eine Konzession für temporäre Richtfunkverbindungen.

Trotzdem ist dieses Band für die BWA-Industrie von grossem Interesse, da darin im Rahmen beschränkter Leistung konzessionsfrei gearbeitet werden kann. Aus diesem Grunde befasst sich die Gruppe SE38 des ECC mit der Kompatibilität zwischen BWA und anderen Applikationen, die in diesem Band betrieben werden. Es sind dies vor allem:

- Radaranwendungen
- RTTT-Anwendungen (Road Transport and Traffic Telematics; LSVA)
- Satellitendienste

Resultate aus dieser Arbeitsgruppe sind jedoch nicht vor Anfang 2005 zu erwarten.

Unter der Annahme, dass eine Koexistenz mit den bestehenden Diensten in diesem Band möglich ist und dieses vom Militär freigegeben wird, könnten sich BWA-Anwendungen darin ausbreiten. Umgekehrt könnte man jedoch relativ einfach in das ebenfalls konzessionsfreie obere WLAN-Band (5.47 – 5.725 GHz) ausweichen. Der einzige Unterschied ist die Sendeleistung von maximal 1 W eirp. Dafür steht das Band aber seit dem 1. Februar 2005 zur Verfügung.

Als möglicher Nachteil in diesen Bändern muss TDD angesehen werden, das bei unkoordiniertem Einsatz gegenseitige Störungen verursachen kann. Um grössere Reichweiten zu erzielen, müssen die Zentralstationen hoch angebracht werden. Zusätzlich werden noch weite-

re Kanäle gebraucht, wenn man für grössere Kapazitäten Sektorantennen einsetzen will. Die vorhandenen Kanäle werden so in dichtbesiedelten Agglomerationen schnell belegt sein.

2.4.5 24.5 – 26.5 GHz FWA Band

Im 26 GHz-Band stehen total 21 Kanäle zu je 28 MHz für Frequenz-Duplex up- und downlink für Punkt zu Multipunkt-Anwendungen zur Verfügung. Davon wurden 18 Kanäle im Jahr 2000 versteigert. Total wurden drei nationale und 31 regionale Konzessionen vergeben. Der Erfolg der WLL-Betreiber blieb aus. Die Gründe, die dazu geführt haben, sind an dieser Stelle nicht weiter zu untersuchen. Teilweise werden die Frequenzen im Rahmen der WLL-Konzessionen zur Anspeisung von Mobil-Basisstationen mittels Punkt zu Mehrpunktanlagen verwendet. Heute ist das Interesse an diesem Frequenzbereich jedoch gering, vermutlich weil es kein WiMAX Profil dafür gibt und die Kommunikationsfähigkeit nur mit Sichtverbindung garantiert ist.

2.4.6 40.5 – 43.5 GHz MWS Band

Dieses Band ist für Multimedia Wireless Systems vorgesehen. Der Standard IEEE 802.16 deckt auch diesen Bereich ab. Das European Telecommunications Standards Institute (ETSI) hat für diesen Bereich den HiperACCESS-Standard geschaffen. Beide Standards sind ähnlich, aber nicht gleich.

Als Leitfaden dient die ECC-Empfehlung REC 01/04, „RECOMMENDED GUIDELINES FOR THE ACCOMMODATION AND ASSIGNMENT OF MULTIMEDIA WIRELESS SYSTEMS (MWS) IN THE FREQUENCY BAND 40.5 – 43.5 GHz".

Momentan wird dieser Frequenzbereich in einigen Gebieten der Schweiz durch Mikrowellen Videoverteilsysteme belegt.

2.4.7 Unterschiede konzessionierte / konzessionsfreie Bänder

Die Unterschiede zwischen konzessionierten und konzessionsfreien Bändern lassen sich qualitativ wie folgt zusammenfassen:

	konzessioniert	**Bewertung**		**konzessionsfrei**	**Bewertung**
Frequenzbereich	3.41-3.8 GHz	++		5.47-5.725 GHz [5.725-5.875 GHz]	− [−]
Sendeleistung	35 dBW eirp	+++		1…[6] dBW eirp	−
Duplexart	FDD	++		TDD	−
Guardband	[vorhanden]	+++		nicht vorhanden	−−
Reichweite		+++			−−
Konzessionskosten	Nach Verordnung	−−−		keine	+++
Mobilität	Fixed Service Band	−		RLAN resp. ISM-Band	++
NIS-Verordnung	grundsätzlich 1) & 2)	−−		normalerweise nur 1)	++

Es müssen alle Sendeleistungen an einem Standort zusammengezählt werden (Details siehe NISV)
1) Bei < 10W eirp gelten nur die Immissionsgrenzwerte (entsprechend ICNIRP)
2) Bei > 10W eirp gelten zusätzlich die Anlagegrenzwerte

Bemerkungen zur Tabelle:

- Die Sendeleistung kann in konzessionierten Bändern viel höher sein als in konzessionsfreien; damit ergibt sich auch eine grössere Reichweite.
- In konzessionierten Bändern wird Frequenzduplex verwendet. Damit ergeben sich weniger Störungen, da alle Teilnehmer im gleichen Halbband senden. Im Gegensatz dazu wird in den konzessionsfreien Bändern das Zeitduplexverfahren eingesetzt, d.h. alle Stationen senden im gleichen Band. Dadurch und aufgrund der nicht vorhandenen Guardkanäle ist das Störpotenzial grösser.

- Die konzessionierten Bänder sind heute für fixe Dienste vorgesehen. Es bestehen bilaterale Abkommen, um die Dienste in den entsprechenden Nachbarländern zu schützen. Die Zulassung einer nomadischen Nutzung wird in internationalen Gremien geprüft. In konzessionsfreien Bändern können hingegen bereits heute mobile Dienste angeboten werden.
- Die Basisstationen in konzessionierten Bändern dürften immer dem Anlagegrenzwert unterstehen, da ihre Sendeleistung voraussichtlich >10 W eirp betragen wird. Da die Basisstationen in konzessionsfreien Bändern eine maximale Sendeleistung von 1 [4] W eirp haben, unterstehen sie dem Anlagegrenzwert erst ab 10 [3] Sendern an einem Standort. Darunter müssen sie den Immissionsgrenzwert einhalten.

Daraus kann Folgendes abgeleitet werden:

Ein Dienst mit garantierter Qualität lässt sich nur in konzessionierten Bändern erbringen. Dies sieht auch das WiMAX-Forum so. Zuerst mag es in den vorerst leeren konzessionsfreien Bändern ebenfalls gut funktionieren. Da hier aber Dienstanbieterinnen und Private im gleichen Band unkoordiniert arbeiten, besteht eine erhebliche Gefahr gegenseitiger Störungen mit entsprechenden Qualitätseinbussen. Dies vor allem dann, wenn man die Antennen zwecks guter Abdeckung möglichst hoch montiert.

2.5 NISV und Raumplanung

2.5.1 NISV

Ortsfeste Funkanlagen unterstehen grundsätzlich der Verordnung über den Schutz vor Nichtionisierender Strahlung (NISV)[1]. Sämtliche Funkanlagen müssen an allen Orten wo sich Menschen aufhalten können (= Orten mit kurzfristigem Aufenthalt, OKA) den Immissionsgrenzwert einhalten. Dieser Grenzwert entspricht dem Wert der ICNIRP (Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung) und wird auch von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlen.

Um dem im Umweltschutzgesetz verankerten Vorsorgeprinzip zu entsprechen, wurde in der Schweiz für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN) ein 10-mal tieferer Grenzwert festgelegt. Dieser wird Anlagegrenzwert genannt und betrifft alle ortsfesten Funkanlagen mit Sendeleistungen von 6 W ERP (entspricht 10 W EIRP) oder höher. Befinden sich mehrere Anlagen an einem Standort, ist die Summe aller Sendeleistungen massgebend.

Für die Bewilligung der Standorte und der NISV-Konformität sind die Kantons- bzw. Gemeindebehörden zuständig. Durch den Betreiber ist ein Baugesuch mit Standortdatenblatt und den NIS Berechnungen einzureichen. Der genaue Ablauf des Bewilligungsverfahrens ist in der „Vollzugshilfe für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen“ detailliert beschrieben. Dieses Dokument kann beim Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) gratis bezogen werden[2].

2.5.2 Raumplanung

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass WiMAX-Basisstationen eine Sendeleistung von mehr als 10W EIRP haben werden und deshalb unter die NISV fallen. Um den Endkunden die geplanten hohen Datenraten mit entsprechenden Kapazitäten anbieten zu können, werden ähnliche Netzstrukturen, wie sie die heutigen Mobilfunknetze aufweisen, notwendig sein. Dies bedeutet, dass eine grössere Anzahl WiMAX-Basisstationen aufgebaut werden muss. Betreffend Raumplanung werden deshalb dieselben Auflagen, wie sie für Mobilfunknetze gelten, zur Anwendung kommen. Dies betrifft insbesondere die Konzessionsverpflichtung zur

[1] SR 814.710

[2] http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_nis/vorschriften/vollzugshilfen/mobilfunk/index.html

gemeinsamen Nutzung von Antennenstandorten anderer Konzessionärinnen, sofern genügend Kapazität vorhanden ist und technische, rechtliche sowie wirtschaftliche Gründe einer solchen Standortmitbenutzung nicht entgegenstehen. Zudem haben die BWA-Betreiber die von einer entsprechenden Arbeitsgruppe (bestehend aus Vertretern des Bundes und der Kantone sowie des Schweizerischen Städte- und Gemeindeverbandes unter Mitwirkung der Mobilfunkbetreiber) erarbeiteten „Empfehlungen für die Koordination der Planungs- und Baubewilligungsverfahren für Basisstationen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse (Antennenanlagen)“[3] einzuhalten. Diese Empfehlungen enthalten insbesondere Angaben zur Berücksichtigung der Erfordernisse des Natur- und Landschaftsschutzes, Merksätze zur Problematik von Mobilfunkantennen und Raumplanung und verschiedene Merkblätter.

2.6 Verfügbarkeit der Endgeräte

Wegen der Liberalisierung im Bereich der Fernmeldeanlagen durch die Einführung der europäischen R&TTE-Richtlinie beschränken sich die vom Regulator definierten Anforderungen auf das Wesentliche und zielen darauf ab, unter anderem folgende Aspekte zu garantieren:

- gefahrlose Verwendung durch den Nutzer (elektrische Sicherheit und Gesundheit)
- störungsfreie Nutzung des Frequenzspektrums (elektromagnetische Verträglichkeit und effiziente Spektrumsnutzung).

Die harmonisierten Normen, die von den europäischen Normungsinstituten (CEN/CENELEC/ETSI) ausgearbeitet wurden, widerspiegeln diese grundlegenden Anforderungen.

Die Erfüllung der Grundanforderungen garantiert nicht die Interoperabilität zwischen den Geräten. Aus diesem Grund hat das WiMAX-Forum einen Zertifizierungsprozess entwickelt, dessen Ziel die Gewährleistung der Interoperabilität zwischen Geräten verschiedener Hersteller ist. Diese freiwillige Zertifizierung (sie ist aus regulatorischer Sicht nicht obligatorisch) stellt für die Hersteller ein Verkaufsargument und für die Nutzer eine Garantie dar.

Die derzeit verfügbaren Profile des WiMAX-Forums sind:

Freq Band (MHz)	Duplexing	Channelisation (MHz)
3400 - 3600	TDD	3.5
		7.0
	FDD	3.5
		7.0
5725 - 5850	TDD	10

Profiles are for PMP systems only and are for 256 OFDM

Entspricht ein Gerät dem amerikanischen Standard IEEE802.16, muss es noch zertifiziert werden, damit es die Etikette «WiMAX compatible» tragen darf.

Gemäss dem WiMAX-Forum können dank dieser Profile, die seit Ende 2004 verfügbar sind, ab dem dritten Quartal 2005 kompatible Produkte angeboten werden.

[3] http://www.bakom.ch/de/funk/antennenkoordination/index.html

Die Hersteller konzentrieren sich zurzeit auf die Entwicklung von Geräten für fixe Verbindungen (Punkt-zu-Punkt- und Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen), welche eine hohe Übertragungsraten auf der letzten Meile ermöglichen.

«Nomadische» Lösungen[4], wie sie ein kleiner Teil der Hersteller ankündigt, sind später zu erwarten.

Damit Produkte entstehen können, müssen vor allem die entsprechenden elektronischen Bestandteile verfügbar sein. Deshalb gehören auch einige Siliziumhersteller dem WiMAX-Forum an: INTEL[5], Fujitsu[6] und ATMEL[7]. INTEL und Fujitsu bieten bereits «elektronische Chips» an, während ATMEL bislang nur die Teilnahme am Programm angekündigt hat. Gemäss INTEL wird es integrierte Schaltkreise für die nomadische Nutzung nicht vor 2006 geben.

Da die Entwicklung der elektronischen Komponenten stark vorangetrieben wird, können diese miniaturisiert werden. Mittelfristig können sie so direkt in komplexere Geräte eingebaut werden (GSM- und UMTS-Mobiltelefone, PDA, Laptops usw.), damit sie mit einer WiMAX-Schnittstelle ebenso wie z. B. mit Bluetooth ausgestattet werden können.

Die im WiMAX-Forum aktiven Hersteller haben verschiedene Strategien und Frequenzbänder gewählt. Es erstaunt nicht, dass die Hersteller, die bereits über Geräte verfügen, aus den USA stammen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass WiMAX auf der amerikanischen Norm IEEE 802.16 basiert. Allerdings handelt es sich dabei um Vorversionen von WiMAX-zertifizierten Geräten.

Zudem produzieren zahlreiche Hersteller bereits heute proprietäre Lösungen in unterschiedlichen Frequenzbändern (zwischen 3,4 und 3,6 GHz). Bei diesen ist die Kombination von Geräten verschiedener Hersteller im gleichen Netz nicht möglich. Zu den oben genannten Herstellern gehören auch Hersteller von Richtfunkausrüstungen. Dies bedeutet, dass proprietäre Netze rascher zum Einsatz kommen können.

[4] Die ITU (Internationale Fernmeldeunion) definiert die «nomadische Mobilität (Roaming)» wie folgt: Fähigkeit eines Nutzers/Endgeräts, bei Fortbewegung den Netzwerkzugangspunkt zu ändern, während die Verbindung vollständig unterbrochen und wieder gestartet wird bzw. diskontinuierliche Standortwechsel stattfinden.

[5] http://www.intel.com/netcomms/technologies/wimax/

[6] http://www.fujitsu.com/us/services/edevices/microelectronics/broadbandwireless/

[7] http://www.atmel.com/dyn/resources/press/wimax9_15.html

3 Marktanalyse

3.1 Einleitung

Die Nutzung der Breitbandtechnologien hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Das Angebot an Alternativen für den Internetzugang wird zahlreicher. Eines der meistgenannten Themen in diesem Zusammenhang ist der neue Standard IEEE 802.16-2004 (WiMAX). Es stellt sich nun die Frage nach dem Einsatz dieser Technologie in der Schweiz.

Im Folgenden wird versucht, das Marktpotential und die Erfolgschancen von IEEE 802.16-2004 (WiMAX) für die Fernmeldeanbieter unter Berücksichtigung anderer drahtloser und drahtgebundener Anschlusstechnologien abzuschätzen. Diese Ausführungen stehen unter dem Vorbehalt, dass sie vor der umfassenden Konsultation der interessierten Kreise erfolgen. Im Rahmen der Konsultation könnten zusätzliche Aspekte und Einschätzungen dazu kommen.

Im ersten Teil werden die allgemeinen Trends auf dem Breitbandmarkt beleuchtet. Im zweiten Teil erfolgt eine Analyse des möglichen Marktpotentials und der damit verbundenen Erfolgschancen von Produkten und Dienstleistungen, die auf dem Standard IEEE 802.16-2004 (WiMAX) basieren. Berücksichtigt werden dabei das Nutzenpotential und die für den Erfolg dieser Technologie relevanten Marktsegmente sowie allfällige Konkurrenz- und Branchenstrukturen auf dem Breitbandmarkt. Im dritten Teil werden Beispiele der Implementierung von Pre-WiMAX Produkten aufgeführt.

3.2 Breitbandmarkt

3.2.1. Globale Trends

Der Anteil des Breitbandmarktes am gesamten Telekommunikationsmarkt ist zur Zeit noch relativ klein. Die Nachfrage nach breitbandigen Internet-Zugängen nimmt allerdings kontinuierlich und mit grossem Tempo zu. Die Entwicklung der Technologie schreitet voran und das Preisniveau für den Breitbandzugang sinkt. Es entstehen fortlaufend neue und verbesserte Angebote für die Breitbandinternetnutzer.

Von den verschiedenen Alternativen des Breitbandzugangs haben sich zwei am Massenmarkt für private Haushalte und am Markt für Geschäftskunden durchgesetzt: ADSL- und CATV-Internet. ADSL stellt in europäischen und asiatischen Ländern die erfolgreichste Breitbandtechnologie dar, in Nord- und Lateinamerika hingegen wird vorwiegend Kabelinternet eingesetzt.

Für die nicht mit ADSL oder Kabelmodem versorgten Regionen bestehen meist nur relativ teure Alternativen für den Internetzugang, so insbesondere per Satellit. Allenfalls kann der drahtlose Breitbandinternetzugang durch WLAN-Hotspots gewährleistet werden. Die drahtgebundene Anschlussalternative FTTH (Fiber to the home) bleibt wegen der hohen Kosten zurzeit noch ein Privileg von Geschäftskunden mit hohem Kommunikationsaufkommen. Auch die PLC-Technologie hat bisher nur ein beschränktes Einsatzgebiet.

Die Breitbandpenetration steigt mit jedem Jahr. Die höchsten Wachstumsraten sind in den sich rasch entwickelnden asiatischen Ländern zu beobachten. Die Gründe dafür liegen im vergleichsweise frühen Zeitpunkt der Markteinführung von Breitbanddiensten, in der Förderung durch staatlichen Instanzen und in der hohen Bevölkerungsdichte in den Städten. Hinter den asiatischen „Musterländern“ folgen die Vereinigten Staaten und Europa. Innerhalb Europas gehört die Schweiz bezüglich Breitbandpenetration zur Spitzengruppe.

Die Fragestellung der Weiterentwicklung des Breitbandmarktes hat neben technischen Aspekten wesentliche gesellschafts- und wirtschaftspolitische Komponenten, da ein sich gut

entwickelnder Breitbandmarkt einen wichtigen Erfolgsfaktor für die Entwicklung der Wissens- und Informationsgesellschaft darstellt.

3.2.2. BWA-Markt: Misserfolg der ersten Generation

Vor der Konzessionsvergabe in der Schweiz im Jahr 2000 wurden z.T. äusserst optimistische Prognosen bezüglich Marktchancen der WLL-Technologie verbreitet. Neun Firmen bezahlten dem Bund damals insgesamt 582 Mio. Franken für 34 im Rahmen einer Auktion vergebene WLL-Konzessionen[8].

Aus Kostengründen stand damals das Geschäftskundensegment im Zentrum der WLL-Anbieter. Trotz dieser Konzentration auf Kunden mit grossem Kommunikationsaufkommen zeigte sich jedoch bald, dass auf der damals vorherrschenden WLL-Technologie basierende Dienstleistungen nicht gewinnbringend eingesetzt werden konnten. Einige der involvierten Unternehmen haben denn auch wirtschaftliche Probleme mit ihrem WLL-Portfolio bekommen und mussten sich aus dem Markt zurückziehen. Die verbliebenen WLL-Konzessionärinnen haben schliesslich nur die minimalen technischen Konzessionsanforderungen erfüllt, sind jedoch – abgesehen von einer Ausnahme – ebenfalls nicht mit kommerziellen Angeboten in den Markt eingetreten. Allein im Jahr 2003 kam es zur Übertragung einer WLL-Konzession, zu zwei freiwilligen Konzessionsrückgaben und zu einem Konzessionsentzug wegen fehlender Einhaltung der minimalen Betriebspflicht[9].

WLL hat in der Schweiz keine aktuelle und keine erkennbare künftige Marktrelevanz. Diese Tendenz kann auch in anderen Ländern beobachtet werden.

3.2.3. WiMAX – zweite BWA-Generation?

Inzwischen ist eine neue Technologie in greifbare Nähe gerückt. Diese Technologie ist aufgrund ihrer Reichweite oder Datenrate geeignet für den stationären drahtlosen Breitbandzugang zum Internet. WiMAX verspricht Interoperabilität zwischen Geräten verschiedener Hersteller. Es wird dabei ins Feld geführt, dass WiMAX möglicherweise das Potential besitzt, sich zusätzlich zu den anderen schon vorhandenen Breitbandtechnologien auf dem Markt positionieren zu lassen und zumindest eine Nische zu besetzen.

Für bestimmte Länder – insbesondere wenn leitergebundene Breitbandtechnologien weitgehend fehlen – wird jeweils angeführt, dass WiMAX eine hervorragende Lösung zur Ermöglichung der Breitbandversorgung sein kann. Ob diese Technologie aber (bei ausschliesslich fixer Nutzung) in der Schweiz Erfolg haben kann, ist wohl nicht garantiert, zumal die landesweite Breitbandabdeckung durch bestehende Infrastrukturen bereits gut ist. Schweizer Breitbandanbieter werden BWA (WiMAX) zudem kaum vor 2006 einsetzen können. Weiter ist fraglich, ob allfällige neue Anbieter zahlreich in den Breitbandmarkt eintreten werden, da dieser die erste Wachstumsphase vermutlich bereits hinter sich haben wird, wenn WiMAX breit verfügbar ist und allfällige Konzessionen erteilt sein werden.

[8] Tätigkeitsbericht 2003 der ComCom S. 24

[9] Tätigkeitsbericht 2003 der ComCom S. 24

3.3 Marktpotential und Erfolgschancen von BWA (WiMAX)

3.3.1 Definition des Marktes

Der Begriff „Breitbandmarkt“ umfasst das Angebot und die Nachfrage von Breitbandprodukten, deren Erbringung durch eine Vielzahl von unterschiedlichen drahtlosen und drahtgebundenen Technologien erfolgen kann. Er ist somit breiter gefasst als der Begriff „BWA-Markt“, da dieser eher aus einer technologisch orientierten Sicht zu verstehen ist. Gerade bei der Einführungen von neuen Technologien kann es jedoch sinnvoll sein, den Betrachtungsgegenstand spezifisch etwas einzuengen und den Markt schwergewichtig mit Blick auf bestimmte technische Lösungsmöglichkeiten zu untersuchen. Dabei darf der Blick auf den Gesamtmarkt und auf mögliche technische Alternativen oder Ergänzungen nicht verloren gehen.

In diesem Sinne verstehen wir unter BWA (WiMAX)-Markt vorliegend alle Produkte und Dienstleistungen, die auf dem Standard IEEE 802.16-2004 basieren. Dies beinhaltet einerseits alle möglichen Angebote der Fernmeldedienstanbieterinnen, andererseits aber auch die Nachfrage nach BWA (WiMAX) Breitbandinternet-Zugängen.

3.3.2 Markt- und Marktsegmentierungs-Strategien

Bei der Definition von Strategien zur Vermarktung von BWA-Diensten werden die Anbieterinnen Rücksicht auf ihre spezifische Ausgangslage nehmen. So könnte ein BWA-Netzaufbau für eine TV-Kabelnetzbetreiberin eine gute Alternative sein, um die Versorgung in den Gebieten sicherzustellen, wo ihr Kabelnetz nicht vorhanden oder nicht ausgebaut ist. Eine Fernmeldedienstanbieterin mit eigenem flächendeckendem Netz könnte hingegen ein WiMAX-Angebot als gezielte Erweiterung ihres Technologieportfolios mit spezifischen Kostenvorteilen einsetzen. Bei Anbieterinnen, die ihre Tätigkeit bislang vor allem im Marktsegment schmalbandiger Fernmeldedienstleistungen entfalteten, würde der Einsatz der BWA-Technologie wohl zu einer Neuausrichtung hinsichtlich Strategie und Marketing führen, dies möglicherweise verbunden mit einer Ausrichtung auf neu anzusprechende Kundengruppen. Dabei ginge es darum, Marktsegmente auszuwählen, in denen das Nutzenpotential mit den technologischen Eigenschaften von BWA (WiMAX) möglichst gut übereinstimmt.

Die aussichtsreichsten Marktsegmente sind:

- Grosse Geschäftskunden

  Die Netzaufbau- und Gerätkosten einer neuen Technologie sind am Anfang immer hoch. Die grossen Unternehmen spüren aber die hohen Ausgaben für die Breitbandzugangsdienstleistungen am wenigsten. Das Wichtigste für diese Kunden ist die Qualität der Dienstleistung und die Möglichkeit, von den grösseren Übertragungsraten zu profitieren. Deshalb kann eine sinnvolle Strategie darin bestehen, den Kern der Kundschaft aus den grossen Unternehmen zu rekrutieren.

- Mietleitungen

  BWA (WiMAX) stellt eine günstige Alternative für Mietleitungen zu WLAN-Hotspots dar. Eine mögliche profitable Markterschliessungsstrategie könnte somit darin bestehen, im Backbone-Bereich aktiv zu werden.

- Privatkunden, SOHO und KMU

  Erst etwa zwei Jahre nach der erfolgreichen BWA (WiMAX)-Implementierung in den zwei oben genannten Segmenten wird es nach gängigen Einschätzungen möglicherweise sinnvoll sein, den BWA (WiMAX)-Breitbandzugang als eine preiswerte Alternative für das Privatkundenmarktsegment anzubieten. Dabei wäre es denkbar, gezielt Privathaushalte anzuwerben, die in der Reichweite von Basisstationen liegen, die für die Geschäftskunden aufgebaut wurden.

Es ist für den Erfolg einer Erschliessungsstrategie wichtig, zunächst den Zielmarkt (Massen- oder Nischenmarkt) festzulegen. Dabei gilt es, den komparativen Wettbewerbsvorteil gegenüber den konkurrierenden Diensten und Technologien herauszuarbeiten. Üblicherweise werden vier mögliche Kernstrategien angeführt:

Mögliche Marktstrategien der Betreiber

Massenmarkt	(1) Kostenführerschaft	(2) Produktedifferenzierung
Nischenmarkt	(3) Kostenfokus	(4) Produktedifferenzierungsfokus
	Tiefe Kosten/Preise	Produktedifferenzierung

Die Marktstrategie für die Geschäftskunden ist hierbei eindeutig im Feld (4) „Produktedifferenzierungsfokus“, für den Mietleitungsbereich im Feld (3) „Kostenfokus“ und für die Privatkunden im Feld (1) „Kostenführerschaft“ zu positionieren. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die Angebote für die Geschäftskunden gemäss dem jeweiligen Breitbandbedarf differenzieren werden, der Wettbewerb im Bereich der Mietleitungen und der Privatkunden hingegen wird eher über den Preis spielen.

3.3.3 Konkurrenz- und Branchenstruktur-Analyse

3.3.3.1 Wichtigste Mitbewerber und potenzielle neue Konkurrenten

Zur Belebung des Wettbewerbs gilt grundsätzlich, dass Konzessionen möglichst ohne zahlenmässige Einschränkung vergeben werden sollten. Da jedoch vorliegend Funkkonzessionen zur Nutzung einer beschränkten Ressource (geeignete Frequenzen) vergeben werden sollen, stellt sich die Frage nach einer zahlenmässigen Begrenzung der Konzessionen. Wegen dieser gegebenen Frequenzknappheit wird die Anzahl der Firmen auf dem zukünftigen BWA (WiMAX)-Markt relativ klein sein. So verfügt die Firma Priority Wireless bereits heute über eine Konzession für die Nutzung des Frequenzbandes von 3.4 GHz. Es besteht die Möglichkeit, Konzessionen für 3.4-3.6 GHz zu erteilen. Die entsprechenden Frequenzen haben den Vorteil, dass sie mit dem Ausland koordiniert und abgestimmt sind. Die entsprechenden Netzausrüstungselemente dürften dabei in grossen Mengen und relativ kostengünstig einzukaufen sein, da die Herstellerfirmen von Ausrüstungen mit genügend grossen Volumina im Frequenzband 3.4 - 3.6 GHz rechnen können. Zusätzlich können zwei bis drei Konzessionen für den Bereich 3.6 - 3.8 GHz ins Auge gefasst werden, allerdings verbunden mit dem Nachteil, dass die entsprechenden Frequenzen nur in der Schweiz und eventuell in wenigen anderen Ländern für BWA eingesetzt werden können, und Netzausrüstungen damit spezifisch für die Schweiz und zu höheren Kosten erstanden werden müssten (proprietäre Lösungen).

Die konzessionsfreien Frequenzen von 5.725 – 5.875 GHz können ebenfalls für BWA verwendet werden. Die Anzahl der Anbieter pro Gebiet kann aber die Dienstequalität beeinflussen. Je mehr Anbieter diesen Frequenzbereich nutzen, desto mehr funktechnische Störungen müssen erwartet werden. Dies bedeutet, dass es für die betroffenen Anbieter schwierig sein wird, den Kunden immer eine gute Dienstequalität zu bieten.

In der Praxis wird sich somit wohl ein Qualitätsunterschied zwischen BWA-Diensten auf konzessionierten Frequenzbändern und BWA-Diensten auf konzessionsfreien Bändern ergeben. Da die Schweiz auch in Zukunft eine hohe Versorgungsdichte mit qualitativ guten leitergebundenen Breitbandtechnologien haben wird, ist davon auszugehen, dass es für drahtlose Breitbandtechnologien unter qualitätsspezifischen Aspekten nicht einfach sein wird, den Markt umfassend zu erschliessen. Sollten dabei noch Dienste im konzessionsfreien Frequenzbereich angeboten werden, bei denen es zu Störungen kommen kann, erscheint die

Marktakzeptanz umso mehr in Frage gestellt, es sei denn, der Preisunterschied würde allfällige Qualitätseinbussen genügend kompensieren.

3.3.3.2. Bedrohung durch Substitute

Als Substitute für BWA (WiMAX) sind andere drahtlose und drahtgebundene Zugangstechnikalternativen zu nennen.

Drahtlose Alternativen:

- WLL

  Die WLL-Anbieter können wegen der hohen Netzaufbaukosten keine attraktive Breitbandzugangsalternative zu den bestehenden Massenmarkttechniken wie ADSL oder TV-Kabel bieten. Im Vergleich zu WLL kann WiMAX auch als günstigere Technologie angesehen werden, da sie durch die Interoperabilität der Geräte preiswerter angeboten werden kann.

- WLAN

  Die öffentlichen WLAN-Hotspots werden heute von den Mobilfunkanbietern sowie auch von anderen Unternehmen wie Flughäfen, Hotels oder Restaurants zur Kundengewinnung aufgebaut. Die Angebote sind deshalb „halbkommerziell" und müssen häufig nicht kostendeckend sein. WLAN ist zudem von der Reichweite her begrenzt und nur punktuell verfügbar. Die grössten Anbieter in der Schweiz sind Monzoon, Swisscom Mobile und tpn The Public Network. BWA (WiMAX) wird keine Konkurrenz zu WLAN in seiner Marktnische sein, doch BWA kann komplementär als Ersatz von Mietleitungen zwischen WLAN-Hotspots dienen.

- Mobilfunk (GSM, UMTS)

  Die Datenübertragungsgeschwindigkeit von GSM-Netzen kann theoretisch bis zu 100 kBit/s erreichen, dies liegt aber nicht im breitbandigen Bereich. GPRS ermöglicht einen permanenten Internetzugang für Mobilgeräte. Mit der EDGE-Technik kann man die Bandbreiten auf bis zu 128-384 kBit/s erhöhen. Die auf Basis der GSM-Netze angebotenen Datendienste werden zur Zeit aber nicht besonders intensiv genutzt, was daran zu erkennen ist, dass die Sprachkommunikation immer noch den überwiegenden Teil des Mobilmarktes bildet.

  Der mobile Breitbandzugang mit Übertragungsraten von bis zu 14 MBit/s wird in Zukunft durch die UMTS-Technik ermöglicht. Allerdings sind für die ersten Jahre des UMTS-Betriebs nur Durchsatzraten bis maximal 384 kBit/s angekündigt. Es sei auch erwähnt, dass die Preise für UMTS-Dienstleistungen im Vergleich beispielsweise zu den ADSL-Preisen voraussichtlich hoch sein werden. Darüber hinaus hat sich der Ausbau der UMTS-Netze gegenüber der ursprünglichen Planung stark verzögert.

- Satellit

  Der breitbandige Internetzugang über Satellit wird heute in der Schweiz nur durch eine Firma, CATV Satellitentechnik, angeboten. Die Ausgaben für die volle Ausrüstung sowie auch die Abonnementpreise sind aber sehr hoch. Die Satelliten-Angebote bilden lediglich einen kleinen Nischenmarkt. Aus diesem Grund stellt die Satellitentechnik keine ernsthafte Konkurrenz für die 802.16-Technologie dar. Beide können als komplementär angesehen werden.

- Terrestrische Rundfunknetze

  In letzter Zeit spricht man auch vom grundsätzlich möglichen Einsatz von Hybridnetzen (T-DAB/ DVB-T) für ein integriertes Angebot interaktiver Breitbanddienste. Die künftige Realisierung eines konkreten Projektes ist jedoch ungewiss. Momentan laufen DVB-H-Versuche. Es ist aber noch zu früh, um die Erfolgschancen dieser Technikalternative beurteilen und die möglichen Vorteile gegenüber WiMAX einschätzen zu können.

Drahtgebundene Alternativen:

- ADSL

Die ADSL-Technologie beherrscht heute den Markt der breitbandigen Versorgung der Privathaushalte und KMU. Sie stellt in der Schweiz seit Mitte 2002 die meistverbreitete Breitbandtechnologie dar und ist heute gemäss Swisscom in praktisch allen Haushalten verfügbar. Der jährliche Zuwachs an ADSL-Anschlüssen ist beeindruckend. Im Jahre 2003 beispielsweise betrug der Anschlusszuwachs etwa 250%. Ende 2004 waren 802'000 Anschlüsse in der Schweiz registriert. Diese sind alle von Swisscom bereitgestellt und werden von ihr selbst oder über Wiederverkäufer vertrieben. Das Preisniveau ist zwischen 2000 und 2004 schrittweise gefallen. Die Breitbandanbieter könnten BWA (WiMAX) als Ergänzung des Produkte-Portfolio implementieren. Die für ADSL-Anschlüsse nötige Infrastruktur ist fast überall vorhanden, das BWA-Netz müsste jedoch neu aufgebaut werden. Dies würde hohe Investitionen bedingen.

- CATV

Von 1998 bis Mitte 2002 führten die Anbieter von Kabelinternet den Breitbandmarkt an. Heute hat ADSL den CATV-Internetzugang (480'000 Anschlüssen per Ende 2004) deutlich überholt. Die beiden Technologien decken jedoch praktisch den gesamten Breitbandmarkt der Schweiz ab. Alle CATV-Netzbetreiber verfügen grundsätzlich über Gebietsmonopole bei der Verbreitung von Rundfunkprogrammen. Dabei bieten sie in der Regel keine Wholesaledienste für den Internetzugang an, die sie – analog zu Swisscom – weiteren Diensteanbietern zur Verfügung stellen würden. Der Versorgungsgrad von CATV ist niedriger als bei ADSL. Es gibt Lücken, die potenziell durch BWA abgedeckt werden könnten (ohne Berücksichtigung der ADSL-Abdeckung), weil die weitere Kabelverlegung teuerer zu stehen kommt, als der BWA-Netzaufbau. An Orten, wo die TV-Kabelinfrastruktur für den Internetzugang vorhanden ist, wird BWA (WiMAX) jedoch zumindest in absehbarer Frist keine grosse Konkurrenz zu CATV-Internet werden und die CATV-Anschlüsse nicht zu ersetzen vermögen.

- PLC

In der Schweiz bietet nur Sunrise in Zusammenarbeit mit EEF (Entreprises Electriques Fribourgeoises) den Internet-Zugang via Stromkabel an. Das Angebot gilt lediglich für Fribourg und umfasst Durchsatzraten von 384 kBit/s in beide Richtungen. Die Breitbandtechnologie PLC hat sich in der Schweiz bislang nur marginal etabliert.

- Glasfaserkabel

Glasfaserkabel sind zur Zeit noch eine teure Alternative zur Erschliessung von Privathaushalten und werden bislang nur von grossen Unternehmen und der öffentlichen Hand (Banken, Forschungsinstitute, Universitäten, etc.) in Anspruch genommen. Diese Zugangstechnik ist denn auch besonders geeignet für Kunden mit grossem Bandbreitenbedarf. BWA (WiMAX) kann zwar auch in diesem Kundensegment verwendet werden, ist aber weniger effizient in der Sicherstellung der Datendurchsatzraten. Der Aufbau von BWA-Stationen ist jedoch viel billiger als die Verlegung von Glasfaserleitungen.

3.3.3.2 Einschätzung der Position der Endkunden

Der Endkunde kann in einem gewissen Mass bereits heute zwischen unterschiedlichen Angeboten wählen. Das vorhandene ADSL- und Kabelinternet-Angebot ist zurzeit für viele Privathaushalte und KMU attraktiv genug, wenn auch im Vergleich zum Ausland die Bandbreiten zum gleichen Preis höher sein könnten. Beide Technologien sind bekannt, gut eingeführt und zumindest eine der beiden Technologien ist an fast allen Orten der Schweiz verfügbar. Für rund 50% der Kunden gilt zudem, dass sie zwischen den beiden leitergebundenen Anschlusstechnologien auswählen können. Dies kann dazu führen, dass es seitens der Kunden

vor allem in den gut erschlossenen Gebieten keine nennenswerte Nachfrage nach weiteren Breitbandalternativen gibt. Ein BWA-Angebot müsste sich deshalb unter Ausnutzung von Kostenvorteilen oder durch das Angebot von neuen Diensten und Nutzungsmöglichkeiten etablieren.

3.3.3.3 Einschätzung der Situation der Systemhersteller

Das WiMAX-Forum wurde zur Unterstützung des Standards 802.16 geschaffen. Dessen Mitglieder sind sowohl Fernmeldedienstanbieter als auch Hersteller von Anlagen, Geräten und Chips. Das bedeutet, dass die Lieferanten selbst interessiert sind, die nötigen Ausrüstungen zur Verfügung zu stellen. Das kann sicherlich ein Vorteil für eine rasche Technologie-Implementierung sein.

Durch die Entwicklung eines weltweit einheitlichen Standards für drahtlose High-Speed-Internetzugänge sollten – wie auch in anderen Bereichen der Wirtschaft – die "Economies of Scale" ihre Wirkung entfalten. Verschiedene Anbieter konkurrieren auf Basis eines einheitlichen Standards miteinander, was letztendlich, im Vergleich zu proprietären Lösungen, zu deutlich niedrigeren Hardware-Kosten führen sollte. Auch die versprochene Interoperabilität begünstigt die Verbreitung von BWA.

3.3.3.4 Externe Faktoren

Die demografischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sorgen kaum für zusätzliche Impulse bei der Entwicklung der Breitbandanschlüsse in den privaten Haushalten. Die Wirtschaftsentwicklung wird in den kommenden fünf Jahren kaum mit hohem Tempo vorangehen. Ungeachtet dessen steigen jedoch das Interesse und der Bedarf an stationären Breitbandanschlüssen kontinuierlich.

Bei der BWA-Implementierung sind auch die Anliegen von Umwelt und Raumplanung zu berücksichtigen. Es muss meist abgewogen werden zwischen wenigen Antennen mit höherer Strahlung und vielen Antennen mit geringerer Strahlung und damit geringerer Leistung. Es gilt auch im Auge zu behalten, dass der Aufbau von BWA-Netzen neben GSM- und UMTS-Netzen zu zusätzlichem Widerstand der Bevölkerung wegen der befürchteten schädlichen Auswirkungen von nichtionisierenden Strahlen führen könnte. Dieser Faktor kann auch einen Einfluss auf die Kundenakzeptanz der Technologie ausüben.

3.3.4 SWOT-Analyse[10]

Für die Ausarbeitung einer strategischen Option im Bereich WiMAX-Implementierung muss sich der Anbieter sowohl seiner Stärken und Schwächen als auch seiner Chancen und Gefahren bewusst sein. Die nachfolgende SWOT-Analyse ist generisch für alle potenziellen Anbieter.

Stärken

- Technisches Potenzial (Reichweite oder Kapazität);
- Interoperabilität;
- Standardisierung;
- Keine „Miete“ für die letzte Meile.

Schwächen

- Investitionen für Netzaufbau (keine Infrastruktur für WiMAX vorhanden);

[10] Eine SWOT Analyse umfaßt eine Stärken-Schwächen-Analyse (Strength-Weakness) und eine Chancen-Risiko-Analyse (Opportunities-Threats). Die Stärken und Schwächen beziehen sich auf die gegenwärtige Situation bzw. auf die Charakteristika der Technologie. Bei den Chancen und Risiken betrachtet man den "Markt" in der Zukunft. Die SWOT-Analyse ist eine schnelle Methode, die Ausgangslage eines Unternehmens mit dem neuen Produkt zu bestimmen.

- Nischentechnologie.

Chancen

- Technologievorsprung;
- Neue Geschäftsnischen;
- Positionierung im Markt als günstige Technologie für Mietleitungsersatz;
- Schnellere Entwicklung des Breitbandmarktes;
- Kombinationsmöglichkeit mit innovativen Dienstleistungen;
- Bedarf der Kunden an Breitbandzugang mit grösseren Durchsatzraten;
- Deutliche QoS-Angebote;
- Schnell sinkende Kosten durch Standardisierung;
- Unterstützung durch Anlagen- und Ausrüstungshersteller.

Gefahren

- Ungewissheit neuer Technologie und deren Marktakzeptanz;
- Ungenügende Penetration;
- Andere Technologien werden den Marktanteil beschränken;
- Technologische Risiken;
- Angst der Bevölkerung vor nichtionisierenden Strahlen, das zukünftige ARPU (Average Revenue Per User)-Niveau kann tief sein;
- Ungeprüfte Geschäfts- und Preisstrategien;
- WiMAX-Lösungen für Breitbanddienste sind noch nicht erarbeitet;
- Mögliche hohe Konzessions- und Netzaufbau-Kosten können ROI (Return On Investments) der WiMAX-Einführung fraglich machen.

3.3.5 Erfolgsfaktoren für Fernmeldedienstanbieter

Die Erfolgsfaktoren für Fernmeldedienstanbieter bei der WiMAX-Implementierung sind sehr eng mit den Nutzenpotentialen dieser neuen Technologie verbunden. Die folgenden Faktoren sind dabei vermutlich die wichtigsten:

- Konzentration auf dem Marktsegment der grossen Geschäftskunden (Heavy Users – Early Adopters) und auf dem Nischenmarkt von Mietleitungen;
- Reichhaltiges Angebot an unterschiedlichen und hohen Bandbreiten im Access, differenziert nach Down- und Upstream-Kanal, sowie auch unterschiedliche und zugesicherte Qualitätsklassen je Service für die Endkunden (grosse Unternehmen), interessante Preismodelle;
- Partnerschaft mit Herstellern (als Folge der Unterstützung der Technologie bei WiMAX-Forum);
- Profitieren von Standardisierung, keine Exotenlösungen;
- Brand-Management.

3.3.6 Kosten und Investitionen

Die anfallenden Kosten können grundsätzlich in vier Kategorien unterteilt werden:

- Konzessionskosten

Es ist zu prüfen, welche Art der Konzessionserteilung am besten für die BWA-Implementierung geeignet ist. Diese Frage wird im juristischen Teil des vorliegenden Berichts behandelt.

- Netz- und IT-Kosten

Die Technologie ist neu, deshalb ist es noch schwierig, mit grosser Sicherheit die genauen Netzaufbaukosten vorauszusagen. Die ersten Schätzungen des WiMAX-Forum zeigen, dass die Kosten für eine Basisstation etwa € 10'000 bis € 20'000 betragen werden. Nach Angaben von Arthur D. Little sollen die Kosten niedriger sein, nämlich rund € 7'500[11]. Allgemein sind die Kosten für einen flächendeckenden WiMAX-Netzaufbau mit denjenigen des ADSL-Netzaufbaus vergleichbar. Die Einrichtung von Mietleitungen kann jedoch mittels WiMAX vergleichsweise günstiger realisiert werden.

- Betriebskosten

Die Betriebskosten umfassen den jährlichen Aufwand für die Bereitstellung, Bedienung und Aufrechterhaltung des Netzes, und zwar die Besoldung des Personals, Anschluss der Basisstationen zum Backbone, Strombezugskosten und Sonstiges. Der Erfolg des Geschäftes hängt auch von der Höhe dieser Ausgaben ab.

- Marketing Kosten

Die Kosten für Marketing (Customer Acquisition, Customer Retention, Billing, Customer Care und Service Packaging) sind individuell je nach Anbieter.

3.4 Internationale Trends und Beispiele

Schon vierzig Telekommunikationsanbieter führen laut Intel eigene Pilotprojekte und Test-Implementationen durch. Dabei handelt es sich u.a. um BT (Grossbritannien), Iberbanda (Spanien), MVS Net (Mexiko), Ncotec (Brasilien), PCCW (Hongkong), Reliance Infocomm (Indien), AOL (Canada), Verizon (US, Oregon) und UK Broadband (Grossbritannien).

Grossbritannien

British Telecom will zusammen mit Intel in Nordirland einen Feldtest durchzuführen. Dazu wird eine proprietäre Ausrüstung von Alvarion verwendet[12].

UK Broadband Ltd., eine Tochterfirma des Hongkonger Telekommunikationskonzern PCCW, hat im Mai 2004 ihr Angebot Netvigator für drahtlose Breitbandzugänge gestartet. Der neue Dienst basiert auf dem Standard IEEE 802.16. Das Telekommunikationsunternehmen hat es sich zum Ziel gesetzt, mit dem neuen Breitbandangebot 10 Prozent des britischen Breitbandmarktes zu beherrschen. Die Firma hat im letzten Jahr 13 von 15 Lizenzen für drahtlose Breitbanddienste erworben.

Zurzeit verfügt das neue Netz über etwa 30 Basisstationen, die 300'000 Haushalte im Thames Valley mit einer drahtlosen Netzanbindung versorgen können. Die Investitionskosten belaufen sich bis jetzt auf 40 Millionen Dollar. Die Flatrate kostet für einen Zugang mit 512 kBit/s Up- und Downstream 18 Pfund (etwa 42 Franken). Eine 1 MBit/s-Anbindung ist für 28 Pfund (etwa 65 Franken) zu haben. Die Mindestvertragslaufzeit beträgt 12 Monate[13].

Frankreich

In Frankreich plant die France Telecom ebenfalls einen Test. In der Stadt Loudenville soll Alvarions Wireless DSL-Technologie dazu genutzt werden, den Haushalten dort drahtlose Breitband-Internet-Dienste anzubieten. Auch dieses Equipment soll später auf WiMAX umgestellt werden[14].

[11] http://www.adlittle.de

[12] http://www.zdnet.de/mobile/tkomm

[13] http://www.teltarif.ch Kommerzielles Wimax-Angebot in Grossbritannien gestartet (7.05.2004)

[14] http://www.zdnet.de/mobile/tkomm

Der französische Telekommunikationsbetreiber Altitude Telecom verfügt schon über eine Lizenz für WIMAX und erschliesst in Frankreich laufend neue Regionen (Vendee und Orne sowie einige Ballungsräume). Rund 20 Basisstationen reichen nach Angaben von FIZIT (Französisches Informationszentrum für Industrie und Technik) aus, um das gesamte Gebiet der Vendee abzudecken. Einige hundert Endkunden surfen bereits mit BWA (WiMAX) im Internet. Ab Juni 2005 soll das Pre-WiMAX-Netz funktionieren und es dem Betreiber ermöglichen, Privat-, und Geschäftskunden einen Internetzugang mit einer Bandbreite von bis zu 10 Megabit pro Sekunde anzubieten. Langfristig möchte Altitude Telecom rund 30 % der französischen Regionen (Departments) mit WiMAX erschliessen[15].

USA

Auch im US-Bundesstaat Georgia soll im Rahmen einer Zusammenarbeit mit Intel ein breit angelegter Wimax-Feldtest durchgeführt werden. Stellt sich der erwartete Erfolg ein, will das Unternehmen diese Tests als Proof-of-Concept heranziehen[16].

Schweden

In der schwedischen Kommune Skelleleftea senden seit Anfang September 2004 zwei WiMAX-Antennen über eine Entfernung von 25 Kilometern in nord-südlicher Richtung, und theoretisch sei es laut dem am WiMAX-Test beteiligten Unternehmen MobileCity möglich, mit der Technik bis zu 1000 Haushalte abzudecken.

Deutschland

In Deutschland läuft derzeit ein Pilotprojekt „W-DSL by WiMAX“ in der nordrhein-westfälischen Stadt Selm. DSL war bislang in der Region nicht möglich, weil die in Selm verlegten Glasfaserleitungen mit der DSL–Technologie nicht kompatibel waren. Ursprünglich war vorgesehen, mit dem Projekt erst nach Vorliegen von mindestens 500 W-DSL Anträgen zu beginnen. Die erwünschte Zahl der Anmeldungen wurde nicht erreicht, trotzdem wurde das Projekt mit einem zunächst teilweisen Netzausbau gestartet. 11 Funkzellen sind seitdem in Betrieb genommen worden. Die anfänglichen Schwerpunkte des Netzausbaus lagen, wie geplant, in der Erschliessung des Industriegebiets sowie in dem Anschluss der Schulen.

Es wurden für den Pilotprojekt 3 Abonnementtypen vorgeschlagen:

für Privatkunden

- W-DSL 1000 (Bandbreite in kBit/s 1024/256, inkl. 4 GB) für 39.90 Euro/Mt.

- W-DSL 2000 (Bandbreite in kBit/s 2048/512, inkl. 8 GB) für 49.90 Euro/Mt.

für Geschäftskunden

- W-DSL 3000 (Bandbreite in kBit/s 3072/3072, inkl. 8 GB) für 95.00 Euro/Mt[17]

Es wurden einmalige Gebühren von 34.90 Euro (30.07 Euro für W-DSL 3000) verlangt sowie zwei Typen von Gerätepaketen für 199.- und 153.- Euro angeboten.

Im nordrhein-westfälischen Ort Schloss Holte-Stukenbrock bei Bielefeld wollte die lokale Telefongesellschaft BITel Gesellschaft für Telekommunikation (eine Tochter der Stadtwerke Bielefeld/ Stadtwerke Gütersloh) ein solches WiMAX-Netz aufbauen[18]. Nach mehrmonatigen Vorbereitungen und Informationsveranstaltungen wurde jedoch die für

[15] http://www.dsl-news.de Französischer Betreiber Altitude Telecom setzt auf WIMAX (19.04.2004)

[16] http://www.zdnet.de/mobile/tkomm

[17] http://www.helinet.de/selmcom.html Preisangaben inkl. MwSt. für Privatkunden, exkl. MwSt. für Geschäftskunden.

[18] http://www.media.nrw.de Kein WiMAX in Schloß Holte-Stukenbrock (13.09.2004)

einen WiMAX-Test notwendige Zahl von mindestens 500 Interessenten zum Stichtag Ende August 2004 nicht erreicht. Das Projekt musste abgebrochen werden[19].

Der Einsatz von WiMAX-Netzen scheint hauptsächlich in Ländern interessant zu sein, wo grossflächige Städte wegen einer geringen Dichte in der Telefonversorgung noch nicht so engmaschig verkabelt sind wie in Europa, also in Ländern wie China, Indien oder der Türkei. In China wollen denn auch China Netcom, China Unicom, China Telecom und China Mobile WiMAX-basierende Lösungen einsetzen[20].

Es sei bemerkt, dass der Erfolg von BWA von Land zu Land ganz verschieden eingeschätzt wird. Es ist daher stets die konkrete Marktsituation zu betrachten, damit realistische Prognosen über den Erfolg von WiMAX-Anwendungen vorgenommen werden können.

[19] http://www.media.nrw.de Kein WiMAX in Schloß Holte-Stukenbrock (13.09.2004)

[20] http://futurezone.orf.at WiMax zuerst in China, Russland, Indien (20.09.2004)

4 Voraussetzungen für die BWA-Konzessionsvergabe

4.1 Nationaler Frequenzzuweisungsplan

Künftige BWA-Dienstleistungen müssen mit dem nationalen Frequenzzuweisungsplan (NaFZ), der sich auf internationale und europäische Abkommen zur Verwendung des Funkfrequenzspektrums stützt, im Einklang stehen.

4.1.1 Mobil- oder Fixnetzdienste

Der NaFZ unterscheidet zwischen Mobil- und Fixnetzdiensten. Eine Konzessionsvergabe unter Zuteilung von WLL-Frequenzbereichen, die ausschliesslich an eine fixe Nutzung gebunden werden, dürfte sich nicht als sehr zukunftsträchtig erweisen, nachdem BWA im bereits hart umkämpften Breitbandmarkt wohl nur dann eine Marktchance hat, wenn eine nomadische und (in künftigen BWA-Standards bereits geplante) mobile Nutzung möglich ist. Hierzu bedarf es der Koordination mit unseren Nachbarstaaten.

4.1.2 Konzessionspflicht oder Ausnahme von der Konzessionspflicht

Der gleichzeitige Marktauftritt von Anbieterinnen, die BWA-Dienstleistungen unter Verwendung konzessions(gebühren)freier Frequenzbereiche anbieten, und solchen, die dazu konzessions(gebühren)pflichtiges Spektrum nutzen, kann allenfalls zu Marktverzerrungen führen.

4.1.3 Versuchskonzessionen und WLL-Frequenzen

Nachdem es sich bei den für BWA vermutlich in Frage kommenden Frequenzen gewissermassen um eine letzte Reserve handelt, sollte man sich überlegen, ob vor einer definitiven Konzessionserteilung nicht noch andere Möglichkeiten ausgeschöpft werden könnten. In diesem Sinne sind auch die Erfahrungen mit den Versuchskonzessionen, mit denen das wirkliche Potential einer neuen Technologie unter realen Bedingungen vorerst einmal getestet werden kann, von Interesse.

Daneben darf auch darauf hingewiesen werden, dass die bestehenden WLL-Konzessionen auch für BWA eingesetzt werden können.

4.2 Konzessionsvergabeverfahren

4.2.1 Kriterienwettbewerb vs. Auktion

Im Hinblick auf die WLL-Konzessionserteilung im Jahre 2000 standen bezüglich der Wahl zwischen Kriterienwettbewerb oder Auktion folgende Zielgedanken im Vordergrund:

- Durch die Konzessionsvergabe sollte der wirksame Wettbewerb im lokalen Anschlussnetz (Local Loop) gefördert werden. Konzessionsvergaben, die zu einer Stimulierung des Wettbewerbs im Local Loop führen, waren daher besonders wünschenswert.
- Mit der Konzessionsvergabe müssen keine spezifisch regionalpolitischen Ziele und keine besonderen Ziele bezüglich der Übertragungsqualität verfolgt werden. Regionalpolitische Anliegen werden durch die Regulierung der Grundversorgung berücksichtigt. Die primäre Ausrichtung auf regionalpolitische Anliegen könnte eine marktgerechte Entwicklung beeinträchtigen und auf diese Weise zu strukturellen Problemen führen. Was die Dienstequalität betrifft, so hätten diesbezügliche Vorschriften die Attraktivität der Konzession verringern, eine zusätzliche Markteintrittsbarriere darstellen und das Entstehen von Wettbewerb deutlich behindern können. Die Qualität der Übertragung sollte durch die Marktnachfrage geregelt werden.
- Ein einfaches, rasches und transparentes Verfahren war anzustreben.

Diese drei Zielgedanken haben grundsätzlich auch im Hinblick auf die allfällige Erteilung von BWA-Konzessionen für den Entscheid zwischen Auktion oder Kriterienwettbewerb Gültigkeit.

Was die Wettbewerbssituation im Breitbandanschlussbereich betrifft, zu deren Verbesserung WLL beitragen hätte können, so hat sich diese bis heute nicht grundsätzlich geändert. ULL als Regulierungsinstrument zur Förderung des Wettbewerbs im Anschlussbereich ist nicht durchgesetzt, die Verwendung der Stromnetze als alternative Telekominfrastruktur hat sich nicht etabliert und GSM-Mobilfunk kann das Festnetzanschlussnetz aufgrund hoher Preise und mangelnder Breitbandkapazität nicht substituieren. Einzig mit der Aufrüstung der Kabelnetze auf „Zweiwegtauglichkeit“ (und damit breitbandigen Internetzugang und Telefonie) ist dem traditionellen Swisscom-Anschlussnetz eine gewisse Konkurrenz erwachsen. Obwohl aufgrund der Existenz von Retail-Breitbanddienstleistungen verschiedenster Anbieterinnen teilweise bereits von Wettbewerb auf diesem Markt gesprochen wird, sind diese Retail-Dienstleistungen vom Swisscom-Wholesale-Angebot und damit von Swisscom-Anschlussnetz abhängig. Die WEKO hat diesbezüglich in einer Verfügung vom 15. Dezember 2003 denn auch festgestellt, dass Swisscom auf dem Wholesale-Markt für Breitbanddienste über eine marktbeherrschende Stellung verfüge.

Auch bezüglich regionalpolitischer Ziele, Übertragungsqualität und Bedürfnis nach einfachem, raschem und transparentem Verfahren hat sich gegenüber der Situation zur Zeit der WLL-Konzessionserteilung grundsätzlich nichts geändert.

Bei WLL fiel der Entscheid schliesslich insbesondere aus folgenden Gründen für eine Auktion aus:

- Der Konzessionspreis richtet sich nach der Nachfrage. Deren Marktwert wird während des Auktionsverfahrens ermittelt und muss nicht von Behörden geschätzt werden.
- Die Auswahl der Konzessionärin wird letztlich vom Markt getroffen.
- Die Konzessionsbehörde trägt keine Mitverantwortung für den wirtschaftlichen Erfolg oder Misserfolg der Konzessionärinnen.
- Es ist schwierig, geeignete und wissenschaftlich begründeten Auswahlkriterien für einen Kriterienwettbewerb zu finden.

Als weiteres Argument für eine Auktion könnte man heute noch ins Feld führen, dass auch komplizierte Auktionen mit gleichzeitiger Versteigerung verschiedener Frequenzbereiche sowie nationaler und regionaler Konzessionen in der Zwischenzeit vom BAKOM „erprobt“ wurden und kein Neuland mehr darstellen.

4.2.2 Sicherstellung wirksamen Wettbewerbs

Gemäss Art. 23 Abs. 4 FMG darf die Erteilung einer Funkkonzession wirksamen Wettbewerb weder beseitigen noch erheblich beeinträchtigen. Eine solche Beeinträchtigung könnte sich z.B. dann ergeben, wenn zwei gleichartige Funkkonzessionen an dasselbe Unternehmen oder an zwei Unternehmen, die von derselben Eigentümerin beherrscht oder beeinflusst werden, erteilt würden.

Im Rahmen der WLL-Konzessionierung, bei der 48 Konzessionen zur Versteigerung gelangten, versuchte man die Beeinträchtigung wirksamen Wettbewerbs bei der Konzessionsvergabe durch folgende Bedingungen sicherzustellen:

- eine Firma durfte nur eine nationale Konzession erwerben;
- eine Firma durfte im Maximum eine regionale Konzession in der gleichen Region erwerben;
- eine Firma, die bereits eine nationale Konzession im 26 GHz Band ersteigert hatte, durfte nur noch eine regionale Konzession in der gleichen Region mit höchstens einer Bandbreite von 28 MHz erwerben.

Die Swisscom durfte unter diesen Bedingung ebenfalls an der Versteigerung teilnehmen, da genügend Konzessionen für Wettbewerber zur Verfügung standen. Das Sekretariat der Wettbewerbskommission war mit dieser Sicht einverstanden.

Bei BWA ist davon auszugehen, dass sich diese Technologie allenfalls zusätzlich zu anderen bereits vorhandenen Technologien auf dem hart umkämpften Breitbandmarkt positionieren und wenigstens eine Nische besetzen kann. Um zu verhindern, dass bestehende Breitbandanbieterinnen BWA-Frequenzen strategisch erwerben bzw. auch diese noch freie Marktnische besetzen, könnte man sich überlegen, bereits etablierte Breitbandanbieterinnen von einer Teilnahme am Konzessionsverfahren auszuschliessen. Einen analogen Ausschluss hat die Wettbewerbskommission im Hinblick auf die Vergabe zusätzlicher GSM 1800 Frequenzen in ihrem Gutachten vom 2. Mai 2003 ebenfalls geprüft und dazu u.a. festgehalten, dass durch den Ausschluss der bestehenden Betreiber sichergestellt werde, dass nur andere Betreiber in den Mobilfunkmarkt eintreten könnten. So werde unterbunden, dass beispielsweise ein bestehender Betreiber die Frequenzen strategisch erwerbe, um zu verhindern, dass ein vierter Anbieter in den Markt eintrete. Gleichzeitig werde aber der Wettbewerb um die frei gewordenen Frequenzen verringert, da sich möglicherweise weniger Interessenten für die Konzession bewerben würden. Dies wirke sich bei einer allfälligen Auktion negativ auf die Auktionseinnahmen für den Staat aus. Aus wettbewerbsrechtlicher Sicht sei der Ausschluss der vorhandenen Betreiber jedenfalls unproblematisch, wenn dadurch ein vierter Betreiber mit einem innovativen Projekt in den Markt eintreten könne.

4.2.3 Zuschlagspreis bei einer Auktion

Gemäss Art. 12 Abs. 3 FDV ist der Zuschlagspreis unmittelbar nach der Konzessionserteilung in einem Mal zu entrichten. Eine Rückerstattung bei Einschränkung, Suspension, Widerruf oder Entzug der Konzession sowie bei vorzeitigem Verzicht darauf ist nicht möglich.

Um die Schwelle des Markteintritts nicht allzu hoch zu halten, wird eine Änderung der Zahlungsmodalitäten geprüft:

Der Zuschlagspreis könnte in einen Grundpreis und einen Aufpreis aufgeteilt werden. Der Grundpreis entspricht den ordentlichen Konzessionsgebühren (gemäss Verordnung über Gebühren im Fernmeldebereich [GFV; SR 784.106]), der Aufpreis dem darüber hinaus gehenden Angebot der Interessentin. Nach erfolgtem Zuschlag wäre der Aufpreis in einem Mal zu entrichten, der jährliche Anteil des Grundpreises hingegen würde jedes Jahr in Rechnung gestellt. Die entsprechende Regelung müsste im Rahmen einer Verordnungsänderung durch den Bundesrat erlassen werden.

4.2.4 Entzug der Konzession

Das Funkfrequenzspektrum als beschränktes natürliches Gut ist sorgsam einzusetzen. Diesem Grundsatz wird z.B. die gegenwärtige Situation im WLL-Bereich nur bedingt gerecht, liegen doch die diesbezüglich zugeteilten Frequenzen aufgrund der bescheidenen Aktivitäten der Konzessionärinnen grösstenteils brach. Die in den WLL-Konzessionen festgehaltene Betriebspflicht ist minimal angelegt. Sie verlangt nur, dass der kommerzielle Betrieb innerhalb eines Jahres nach Konzessionserteilung mindestens mit einer Basisstation aufzunehmen und aufrechtzuerhalten sei. Für die Aufsicht gilt Art.58 FMG.

Um ein Brachliegen des Funkfrequenzspektrums künftig verhindern zu können, könnte die Betriebspflicht deshalb strenger und die Bedingungen für einen Konzessionsentzug direkt in der Konzession festgehalten werden.

5 Einschätzungen des BAKOM

5.1 Schlussfolgerungen zur Technologie

BWA besitzt das Potenzial für eine konkurrenzfähige Funkinfrastruktur zum Erbringen von Fernmeldediensten unter Verwendung von stationären oder mobilen Endgeräten. Die Technologie ist optimal auf das Internet-Protokoll abgestimmt und die Reichweiten sind deutlich höher als bei WLAN, auch wenn man trotz der heutigen Prophezeiungen keine Wunder erwarten darf. Noch fehlende Funktionen, wie sie in die heutigen Mobilfunknetze bereits integriert sind, werden voraussichtlich nach Bedarf noch entwickelt und eingeführt.

Von den drei WiMAX-Profilen befindet sich dasjenige von 3.4 bis 3.6 GHz in einem Band für fixe Dienste. Mobile Anwendungen werden - wenn überhaupt - hier nicht gleich Einzug finden. Man darf nicht vergessen, dass in diesem Bereich zwischenstaatliche Abkommen (Präferenzfrequenz-Abkommen, Frequenzkoordination) abgeschlossen wurden, um die fixen Dienste in den entsprechenden Nachbarländern zu schützen. Wird die Anwendung nun mobil, so ist eine technische Koordination mit dem Ausland nicht mehr möglich.

Im NaFZ sind in Frequenzbereich 3.41 – 3.8 GHz nur feste Funk- und feste Satellitenfunkdienste erwähnt. Im Radioreglement besteht hingegen auch die Möglichkeit des mobilen Dienstes als secondary service zu betreiben. Die European Table of Frequency Allocations sieht Mobil im Frequenzbereich 3.4 – 3.6 GHz vor. Es ist vorgesehen, den NAFZ so zu ändern, dass mobile Dienste möglich werden.

Ein weiterer Punkt, der gerne übersehen wird, sind die physikalischen Grenzen der Frequenzen. Bei Sichtverbindung (line of sight) zwischen Zentralstation und Teilnehmerstation kann mit den zwei Polarisationsebenen horizontal und vertikal gearbeitet werden. Die zur Verfügung stehenden Frequenzen können also sozusagen doppelt genutzt werden. Ohne Sichtverbindung arbeitet man mit Reflektionen. Dadurch ändert sich aber auch die Polarisationsebene; es ist deshalb nicht möglich, mit den zwei Polarisationsebenen zu arbeiten. Man hat also nur die Hälfte der Möglichkeiten gegenüber Sichtverbindung, was eine weniger effiziente Nutzung des Funkspektrums zur Folge hat.

Im Weiteren ergeben sich Einschränkungen im Einsatz von BWA durch die NIS-Verordnung. Die Zentralstationen unterstehen in konzessionierten Frequenzbändern grundsätzlich dem Verfahren mit dem Anlagengrenzwert nach NISV, die Teilnehmerstationen einem vereinfachten Verfahren mit Ausfüllen eines Antennenblatts.

Zusammenfassend kann festgehalten werden:

- BWA (WiMAX) wird voraussichtlich als feste Funkverbindung eine ergänzende Technologie der übrigen Breitbandtechnologien sein.
- BWA (WiMAX) könnte jedoch durch den Einsatz von nomadischen und mobilen Terminals Erfolg haben. Hierbei ist allerdings anzumerken, dass gegenüber Mobilfunksystemen auf UMTS-Basis deutliche Schwächen im Hinblick auf Security Management, Mobility Management und QoS bestehen.
- Für das 26 GHz Band bestand bisher keine Nachfrage.
- Für das 40 GHz Band bestand ebenfalls keine Nachfrage, obwohl hier noch total 3 GHz Bandbreite zur Verfügung stehen würden.

5.2 Schlussfolgerungen zur Marktsituation

Das Erscheinen des neuen BWA-Standards hat weltweit eine breite Resonanz hervorgerufen. In einigen Ländern werden momentan Feldtests durchgeführt. Das WiMAX-Forum fördert die weitere Entwicklung der Technologie und einige Hersteller haben bereits sog. „Pre-WiMAX“ Anlagen und Geräte bereitgestellt.

Der neue Standard stellt dabei eine zusätzliche Alternative zur Sicherstellung des breitbandigen Internetzugangs für Privathaushalte und Geschäftskunden dar. Für einige Länder mit schlechter oder veralteter Telekommunikationsinfrastruktur dürfte sich damit eine gute weitere Möglichkeit der Einrichtung einer Breitbandversorgung ergeben. Für Länder mit einer guten Festnetzinfrastruktur und verbreiteten ADSL- und Kabelmodemdiensten dürfte WiMAX eine Alternative für die Erschliessung von abgelegenen Regionen ohne bereits vorhandene Versorgung darstellen.

In der Schweiz lässt sich beobachten, dass ADSL und TV-Kabel zusammen bereits einen sehr hohen Versorgungsgrad der Bevölkerung erzielen. Diese beiden Technikalternativen stellen dabei die wichtigsten Konkurrenten für BWA (WiMAX) auf dem Marktsegment der Versorgung von Privathaushalten und KMU sowie der grösseren Geschäftskunden dar. Die Angebote wurden während der letzten Jahre punkto Bandbreite und Preise verbessert. Neue BWA-Produkte müssen sich dieser Ausgangslage anpassen und entsprechende Marktnischen suchen, in denen sich die spezifischen Kosten- und Kapazitätsvorteile von WiMAX positiv ausnutzen lassen.

So scheint die BWA-Technologie im Bereich des Mietleitungsmarktes mittelfristig eine kostengünstige und realistische Alternative zu den herkömmlichen Mietleitungen zu eröffnen. Diesbezüglich können beispielsweise die WLAN und die WiMAX-Technologie komplementäre Bezüge zueinander entwickeln.

Einige Firmen haben bereits grosses Interesse an der Implementierung von BWA gezeigt. Obwohl für eine wirksame Konkurrenz auf dem BWA-Markt das Vorhandensein mehrerer Mitbewerber zu bevorzugen wäre, gibt es wegen Frequenzressourcenknappheit voraussichtlich keine Möglichkeit, allen Interessenten eine entsprechende Konzession zu erteilen. Die Produkte in unlizenzierten Frequenzbereichen stellen kaum eine gleichwertige Alternative dar, da die Qualität mit Blick auf mögliche Störungen geringer sein wird. Nur in Randregionen kann die Nutzung des nicht konzessionierten Spektrums sinnvoll sein, wenn eine einzige Firma in einer bestimmten Region tätig ist. Das fördert die Versorgung von schwach bevölkerten Orten wo das Kundschaftspotential nur gering ist.

Die Ungewissheit der Durchsetzung von neuer Technologie ist aller Innovation inhärent. Für die Schweiz gibt es besonders viele Fragezeichen, da die Kunden ihren Anbietern häufig recht treu sind und die Wechselbereitschaft nicht sehr hoch ist, wenn die Preisdifferenz nicht massiv ausfällt. Ausserdem sind ADSL und TV-Kabelmodems bereits gut eingeführt. Beide Alternativen geniessen das Vertrauen von Kunden in hohem Masse. Ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Einführung von BWA-Angeboten dürfte daher das vermehrte Bedürfnis von Kunden nach Breitbandnutzungen in portablen Geräten (oder gar mobil) sein, weil eine solche Lösung nur mittels breitbandiger Funktechnologien sichergestellt werden kann.

5.3 Vorbereitungen für eine allfällige Konzessionsvergabe BWA

Die ComCom hat das BAKOM beauftragt, die nötigen Vorbereitungen und Abklärungen für eine Ausschreibung von BWA-Konzessionen in der zweiten Jahreshälfte 2005 zu treffen. Dazu gehört eine öffentliche Konsultation der interessierten Kreise insbesondere über die Einschätzung der Technologie, den Bedarf an Frequenzen, die Ausgestaltung der Konzessionen und das Konzessionierungsverfahren. Die Ergebnisse der Konsultation werden ausgewertet und der ComCom zum Entscheid über das weitere Vorgehen bis im Sommer 2005 vorgelegt. Parallel dazu werden eine Änderung des NaFZ, der Zahlungsmodalitäten bei Auktionen sowie die Verwaltungs- und Konzessionsgebühren für BWA geprüft. Im Weiteren sind dann die Vorbereitungen für die Ausschreibung zu treffen (Konzessionsgegenstand, Ausgestaltung der Konzessionen, Ausschreibungsverfahren, etc.).

Anhang A.1 Abkürzungen

BWA	Broadband Wireless Access
CATV	Cable Television
ECC	European Communications Committee
ECC DEC	European Communications Committee Decision
ECC REC	European Communications Committee Recommendation
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
Eirp	equivalent isotropically radiated power
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communications Commission (USA)
FDD	Frequency Division Multiplexing
FWA	Fixed Wireless Access
FBWA	Fixed Broadband Wireless Access
GPRS	General Packet Radio Service
HiperMAN	High Performance Metropolitan Area Network
HUMAN	High-Speed Unlicensed Metropolitan Area Network
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protokoll
ISM	Industrial, Scientific and Medical
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
MVDS	Microwave Video Distribution System
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MWS	Multimedia Wireless Systems
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
RTTT	Road Transport and Traffic Telematics
TDD	Time Division Duplex
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
WAS	Wireless Access System
WiBro	Wireless Broadband
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network
WLL	Wireless Local Loop
xDSL	x Digital Subscriber Line

Anhang A.2 Referenzen

[1] http://ieee802.org/16/docs/02/80216-02_48r4.pdf.
[2] http://grouper.ieee.org/groups/802/16/tge/contrib/C80216e-04_236.pdf
[3] http://grouper.ieee.org/groups/802/20/P_Docs/IEEE%20802.20%20PD-06r1.doc
[4] 3G Mobile, Volume 6, number 16; 18. August 2004
[5] http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-248267A1.pdf