

**Rahmenbedingungen für die  
Überprüfung des  
Versorgungsgrades der UMTS-  
Konzessions-/Frequenzinhaber**

März 2003

RTR

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>RECHTLICHE GRUNDLAGE.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN .....</b>	<b>7</b>
2.1	MEßANORDNUNGEN .....	7
2.2	TEST 1 – ÜBERPRÜFUNG DER QUALITÄT DES PRIMÄREN PILOTKANALS.....	7
2.3	TEST 2 – TESTANRUF.....	7
2.4	ZUR MESSUNG BENÖTIGTE GERÄTE/DATEN.....	8
<b>3</b>	<b>STATISTISCHE AUSWAHL DER MESSPUNKTE.....</b>	<b>9</b>
3.1	BEZEICHNUNGEN.....	9
3.2	DER VERSORGENSGRAD.....	10
3.3	DIE ZIELSETZUNG .....	10
3.4	DER STICHPROBENUMFANG.....	11
3.5	DER STICHPROBENPLAN .....	12
3.6	WEITERE VERBESSERUNG DES STICHPROBENPLANS .....	13
<b>4</b>	<b>BESTIMMUNG DES MESSZEITRAUMS.....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>BESTIMMUNG DER MESSORTE.....</b>	<b>14</b>
5.1	AUSWAHL ALTERNATIVER MESSPUNKTE .....	14
5.2	GENAUIGKEIT DER BESTIMMUNG DES MESSORTS .....	15
<b>6</b>	<b>VOM BETREIBER ZUR VERFÜGUNG ZU STELLENDE DATEN .....</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>REFERENZEN .....</b>	<b>18</b>

# 1 Rechtliche Grundlage

Mit Bescheid K 15/00-67 [1] der Telekom-Control-Kommission vom 20.11.2000 wurden die Frequenzbereiche 1900-1980 MHz, 2020-2025 MHz und 2110-2170 MHz für Mobilfunksysteme der 3. Generation (IMT-2000) vergeben. Folgende Unternehmen waren bei der durchgeführten Auktion erfolgreich:

Betreiber	System	Ausstattung
Connect Austria Gesellschaft für Telekommunikation GmbH	UMTS	2x10 MHz gepaart
Hutchison 3G Austria GmbH	UMTS	2x10 MHz gepaart 1x5 MHz ungepaart
TRA 3G Mobilfunk GmbH	UMTS	2x10 MHz gepaart
T-Mobile Austria GmbH	UMTS	2x10 MHz gepaart 1x10 MHz ungepaart
Mobilkom Austria AG & Co KG	UMTS	2x10 MHz gepaart 1x10 MHz ungepaart
3G Mobile Telecommunications GmbH	UMTS	2x10 MHz gepaart

Die Frequenzuteilung gilt für das gesamte österreichische Bundesgebiet und ist bis zum 31. Dezember 2020 befristet.

Für die Funkschnittstelle sind die Standards IMT-2000 CDMA direct spread (UTRA FDD) im gepaarten Frequenzbereich entsprechend der Empfehlung ITU-R M.1457 einzusetzen. Dabei sind die Vorgaben der Entscheidung ERC/DEC/(99)25 Annex 1 einzuhalten. Weiters sind die Unternehmen verpflichtet, Mobilfunkendgeräte an ihr UMTS/IMT-2000-Netz anzuschließen, welche dem jeweils eingesetzten 3G-Standard entsprechen und die grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 1999/5/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 1999 über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität erfüllen.

Eine der wesentlichsten Bestimmungen der Konzessionsurkunde ist die Versorgungspflicht. Jeder Betreiber ist verpflichtet einen gewissen Anteil der Bevölkerung, zu bestimmten Zeitpunkten, mindestens zu versorgen.

Die Konzessionsurkunden (Anlagen zum Bescheid K 15/00-67 der Telekom-Control-Kommission vom 20.11.2000) enthalten folgende Bestimmungen:

## § 8 Versorgungspflicht

1. Mit dem zugeteilten Frequenzspektrum ist ein Versorgungsgrad gemäß Abs 2 sicherzustellen. Der Versorgungsgrad ist definiert als der Anteil der versorgten ansässigen Bevölkerung an der gesamten ansässigen Bevölkerung.
2. UMTS/IMT-2000-Dienste sind mit folgendem Versorgungsgrad kommerziell anzubieten:
  - spätestens am 31. Dezember 2003 mit 25% Versorgungsgrad
  - spätestens am 31. Dezember 2005 mit 50% Versorgungsgrad

In den versorgten Gebieten ist ein Trägerdienst mit einer Datenrate von zumindest 144 kbit/s anzubieten.

Der in Abs 2 genannte Versorgungsgrad ist mittels selbst betriebenem Netz anzubieten. Ein selbst betriebenes Netz liegt dann vor, wenn folgende Netzelemente vom Konzessionsinhaber selbst betrieben werden:

- die wesentlichen Netzelemente im Bereich des Kernnetzes, das sind Switch, VLR, und HLR
- die wesentlichen Elemente des Funknetzes, das sind RNC und NodeB

Der Konzessionsinhaber ist zur Mitbenutzung von Antennentragemasten und Starkstromleitungsmasten gemäß § 7 Abs 2 bis 8 TKG berechtigt. Weiters ist der Konzessionär berechtigt, privatrechtliche Vereinbarungen über die gemeinsame Nutzung von Antennen sowie dazugehöriger Verkabelung mit anderen Konzessionsinhabern abzuschließen. Abbildung 1 zeigt den Aufbau eines Mobilfunknetzes.

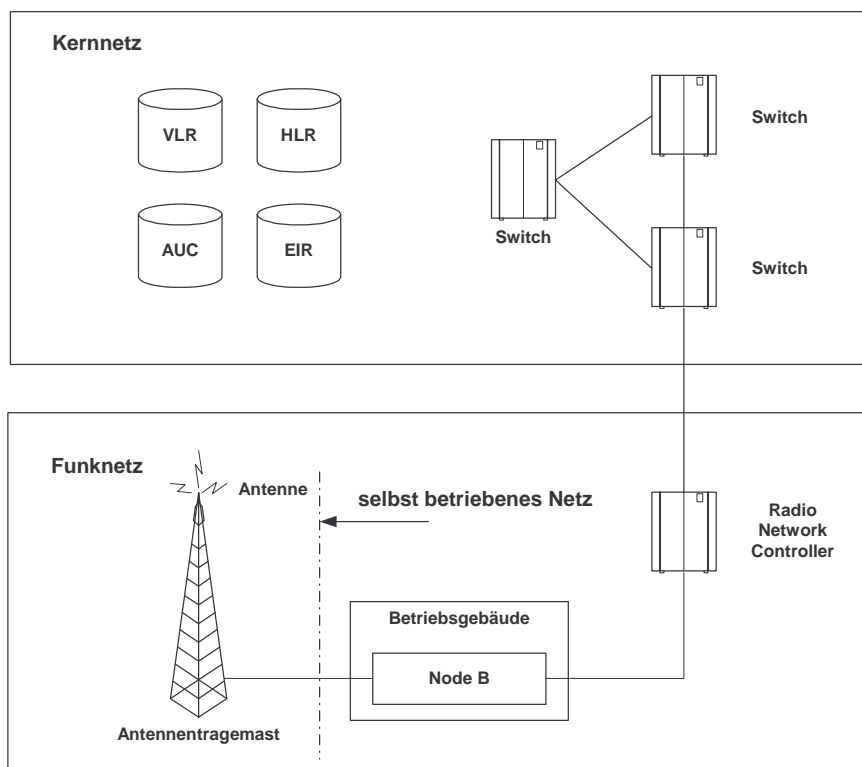


ABBILDUNG 1: AUFBAU MOBILFUNKNETZ

## § 9 Nachweis und Überprüfung des Versorgungsgrades

Die Ermittlung der Versorgungsbereiche erfolgt anhand von Simulationsrechnungen mit anerkannten Simulationswerkzeugen durch den Konzessionsinhaber. Zu Grunde gelegt werden die zum Stichtag in Betrieb befindlichen Basisstationen und deren technische Parameter. Als Eingangsparameter für die Simulationsrechnungen sind realistische, auf realen Messdaten beruhende Auslastungen der Funkzellen und Qualitätsparameter heranzuziehen. Die Simulationsrechnungen sollen eine Versorgung außerhalb von Gebäuden bei üblichen am Markt erhältlichen Endgeräten berücksichtigen.

Als Bevölkerungseinheiten (kleinstmögliche versorgte oder nicht versorgte Gebiete) gelten für Landeshauptstädte Zählsprenkel und sonst Ortschaften gemäß ÖSTAT. Ein Zählsprenkel gilt als versorgt, wenn der Flächenschwerpunkt des Zählsprenkels gemäß der oben angegebenen Kriterien als versorgt angegeben ist. Eine Ortschaft gilt als versorgt, wenn der Zentralpunkt der Ortschaft (Ortschaften liegen bereits als Punktdaten vor) gemäß der oben angegebenen Kriterien als versorgt angegeben ist. Die versorgte ansässige Bevölkerung Österreichs wird durch Aufsummieren der Bevölkerungen aller versorgten Zählsprenkel (Landeshauptstädte) und aller versorgten Ortschaften (Rest) errechnet. Der Versorgungsgrad errechnet sich als Quotient der versorgten ansässigen Bevölkerung und der Gesamtbevölkerung Österreichs.

Jeweils spätestens zwei Monate nach den in § 8 Abs 2 genannten Zeitpunkten sind vom Konzessionär folgende Unterlagen in elektronischer Form an die Telekom-Control-Kommission zu übermitteln, wobei sich die Daten auf den 31. Dezember des jeweiligen Vorjahres zu beziehen haben:

- Aufstellung aller Basisstationsstandorte, inkl. der geokodierten Daten (GIS-Format), Zellen und Frequenzkanäle
- Verkehrswerte und Auslastungen der Zellen
- Weitere wesentliche Eingangsparameter für die Simulationsrechnungen
- Kartendarstellung Österreichs mit Basisstations-Standorten und versorgten Gebieten – Best-Server-Plot (GIS-Format)
- Eine Liste mit versorgten Ortschaften bzw. Zählsprenkeln
- Daraus berechneter Versorgungsgrad

Die Übermittlung der Daten erfolgt auf Basis eines von der Telekom-Control-Kommission vorgegebenen Datenmodells.

Die Telekom-Control-Kommission wird die Versorgung durch Messungen überprüfen. Die Kosten für die Überprüfung sind vom Konzessionsinhaber zu tragen.

## **§ 10 National Roaming 3G-2G**

Inhaber einer Konzession für Mobilfunkdienste der dritten Generation, welche über keine Konzession zur Erbringung von Mobilfunkdiensten der zweiten Generation verfügen, sind berechtigt, ab Erreichen eines Versorgungsgrades von 20% der Bevölkerung, für maximal 4 Jahre Netzkapazitäten eines Konzessionsinhabers, der sowohl über eine Konzession zur Erbringung von Mobilfunkdiensten der zweiten Generation als auch über eine Konzession zur Erbringung von Mobilfunkdiensten der dritten Generation verfügt, zu nutzen. Die Überprüfung des Vorliegens dieser Voraussetzung erfolgt in einem Verfahren entsprechend § 9 der Konzessionsurkunde. Für die Nutzung ist ein angemessenes Entgelt zu vereinbaren. Im Streitfall entscheidet darüber die Telekom-Control-Kommission.

Die Dienste, die im Rahmen von national roaming genutzt werden können, umfassen GSM Bearer Services (inkl. GPRS), GSM Tele-Services und GSM Supplementary Services sofern sie der Roaming-Partner selbst seinen Kunden anbietet. Die Dienste sind vom Verpflichteten in der selben Qualität zur Verfügung zu stellen, in der er sie im eigenen Netz erbringt.

## **2 Durchführung der Messungen**

### **2.1 Meßanordnungen**

Gemäß Konzessionsurkunden [1] wird der Versorgungsgrad im Freien überprüft. An jedem ermittelten Messpunkt werden jeweils zwei Tests durchgeführt.

Ein Messpunkt gilt als versorgt, wenn Test 1 und Test 2 positiv durchgeführt wurden.

### **2.2 Test 1 – Überprüfung der Qualität des Primären Pilotkanals**

Es wird mit Hilfe eines WCDMA-Scanners das Vorhandensein und die Qualität des physikalischen Kanals Primary Common Pilot Channel (P-CPICH) gemessen. Ist dieser Kanal nicht oder nur in ungenügender Qualität vorhanden, kann ein UMTS Terminal keine Signalisierungsverbindung mit dem UTRAN aufbauen und in der Folge auch keine Trägerdienste etablieren.

Die Qualität des P-CPICH wird über das Verhältnis von Energie pro Chip und der gesamten Interferenz Leistungsdichte am Eingang des Empfängers,  $E_c/I_0$ , bestimmt. Diese Größe ( $E_c/I_0$ ) wird mittels WCDMA-Scanner ermittelt.

#### **2.2.1 Vorgabe der Mindestanforderung an den Physikalischen Pilot Kanal**

Es wird davon ausgegangen, dass der in der Konzessionsurkunde beschriebene Trägerdienst nur dann erbracht werden kann, wenn das Verhältnis  $E_c/I_0$  des P-CPICH mindestens - 17,41 dB beträgt.

Die Festlegung des geforderten Verhältnisses  $E_c/I_0$  erfolgte entsprechend Abschnitt 4.5 der Ascom-Studie [2].

#### **2.2.2 Anzahl der $E_c/I_0$ -Messungen**

Pro Messpunkt wird eine einzelne  $E_c/I_0$ -Messung durchgeführt.

#### **2.2.3 Meßdauer**

Die Messdauer beträgt 3 Minuten. Das Messergebnis der  $E_c/I_0$ -Messung ist der Mittelwert der einzelnen Messwerte (Samples).

### **2.3 Test 2 – Testanruf**

Zur Überprüfung der Verfügbarkeit des Uplinks wird ein Testanruf aufgebaut.

Es wird an jedem Messpunkt ein abgehendes (mobile originated) Telefongespräch über das UMTS-Netz des Konzessionärs (Testanruf) aufgebaut. Der Testanruf erfolgt an eine Festnetznummer der Regulierungsbehörde. Zeitpunkt und Ort der Messung werden dabei protokollarisch auf einem Anrufbeantworter festgehalten.

### **2.3.1 Anzahl der Testanrufe**

Es wird mindestens ein Testanruf durchgeführt. Ist dieser nicht erfolgreich, so wird der Versuch in Abständen von ca. 2 min wiederholt. Nach insgesamt maximal 3 Versuchen wird der Test beendet.

### **2.3.2 Vorgabe der Mindestanforderung für den Testanruf**

Der Test ist erfolgreich, wenn ein Testanruf durchgeführt werden kann (ja/nein).

### **2.4 Zur Messung benötigte Geräte/Daten.**

Zur Durchführung des Testanrufs hat der UMTS-Konzessionär eine ausreichende Anzahl (voraussichtlich 5 Stück) von gleichartigen UMTS-Telefonen und SIMs (Freischaltung für das UMTS-Netz des Konzessionärs) zur Verfügung zu stellen.

Die Geräte/SIMs sind so konfiguriert zu übergeben, dass das Einbuchen in andere Netze als das zu testende UMTS-Netz des Konzessionärs verhindert wird.

Der Konzessionär hat die genutzten Mittenfrequenzen als UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number (UARFCN) für Up- und Downlink entsprechend ETSI TS 125.101 [3] Absatz 5.4.3 bekannt zu geben.



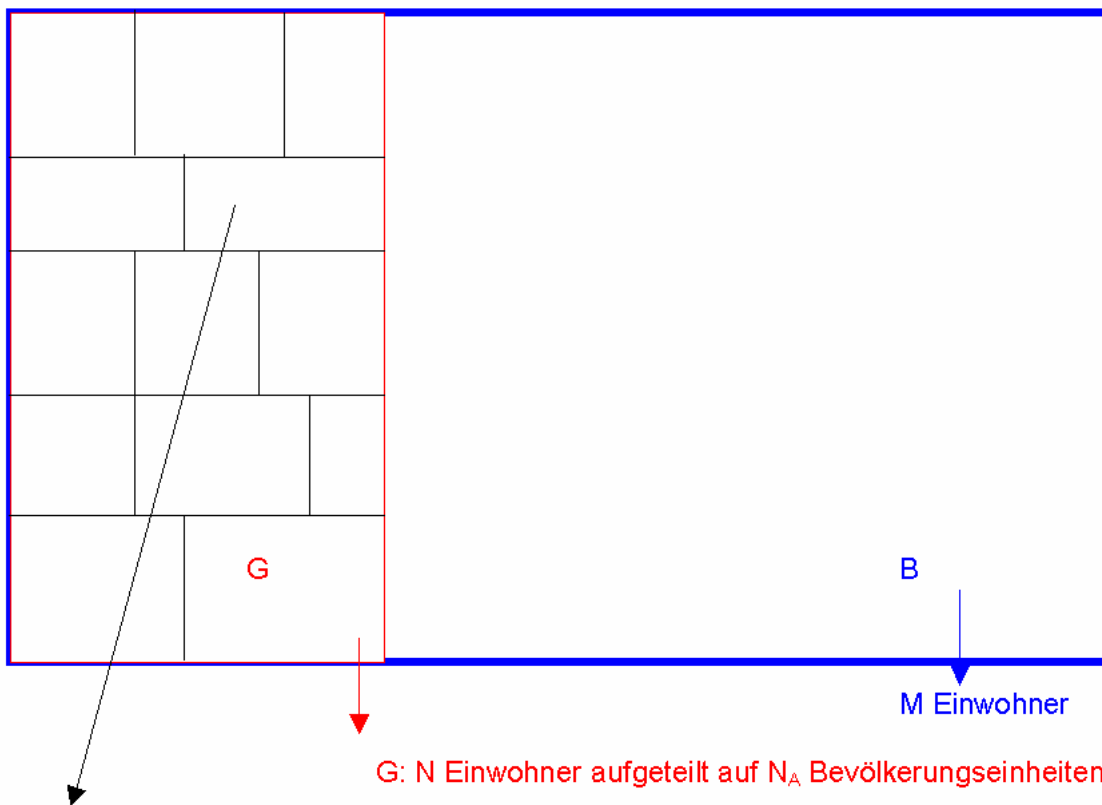
### 3 Statistische Auswahl der Messpunkte

Aus Gründen der Effizienz werden nicht alle als versorgt angegebene Messpunkte überprüft, sondern es wird eine Stichprobe auf Basis der folgenden Überlegungen gezogen.

#### 3.1 Bezeichnungen

Die Grundgesamtheit der österreichischen Wohnbevölkerung wird mit B bezeichnet. B hat den Umfang M, die Gesamtzahl der österreichischen Bevölkerung. Diese M Einwohner sind auf Bevölkerungseinheiten mit den Umfängen  $M_i$  ( $i=1,2,\dots,xx$ ) aufgeteilt. Die von den Betreibern für versorgt proklamierte Grundgesamtheit wird im Folgenden mit G bezeichnet und hat den Umfang N, die Anzahl der für versorgt proklamierten Einwohner (mit  $N = \sum_{i \in G} M_i \leq M$ ).

$N_A$  dieser Bevölkerungseinheiten befinden sich in G.



In der i-ten Bevölkerungseinheit von G:  $M_i$  Einwohner,  $\pi_i$  (Versorgt/nicht versorgt)

ABBILDUNG 2: DIE AUFTEILUNG DER M EINWOHNER ÖSTERREICHS FÜR DIE ERHEBUNG DES VERSORGUNGSGRADES

### 3.2 Der Versorgungsgrad

Der Versorgungsgrad  $\pi$  gibt den Anteil der tatsächlich versorgten Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung vom Umfang  $N$  an. Für jede Bevölkerungseinheit  $i$  ist  $\pi_i$  definiert durch:

$$\pi_i = \begin{cases} 1 & \dots \text{ wenn die } i\text{-te Bevölkerungseinheit versorgt ist} \\ 0 & \dots \text{ sonst} \end{cases} \quad (1)$$

$\pi_i$  gibt also an, ob die  $i$ -te Bevölkerungseinheit und mit ihr alle  $M_i$  Einwohner dieser Einheit versorgt sind.

Der Versorgungsgrad  $\pi$  ergibt sich somit aus:

$$\pi = \frac{\sum_{i \in B} M_i \cdot \pi_i}{M} \quad (2)$$

Der Index  $i \in B$  gibt an, dass die Summe im Zähler von (2) über alle Einheiten  $i$  zu berechnen ist, die Element von  $B$  sind (also über alle Bevölkerungseinheiten). Berücksichtigt man die Teilung von  $B$  in einen unversorgten Teil mit  $M - N$  Einwohnern und einen als versorgt proklamierten Teil  $G$  mit  $N$  Einwohnern (siehe Abbildung 1), dann ergibt sich  $\pi$  ferner durch:

$$\pi = \pi_G \cdot \frac{N}{M} \quad (3)$$

mit

$$\pi_G = \frac{\sum_{i \in G} M_i \cdot \pi_i}{N} \quad (4)$$

Der Index  $i \in G$  gibt nun an, dass die Summe im Zähler von (4) über alle Einheiten  $i$  zu berechnen ist, die Element von  $G$  sind (also über alle Bevölkerungseinheiten, die in der für versorgt proklamierte Grundgesamtheit enthalten sind).  $\pi_G$  ist der tatsächliche Versorgungsgrad in  $G$ . Der Quotient  $N/M$  in (3) gibt den Anteil der Einwohner von  $G$  an der Gesamtbevölkerung  $B$  an.

### 3.3 Die Zielsetzung

Es ist mit Hilfe einer Stichprobenerhebung zu überprüfen, ob der Versorgungsgrad  $\pi$  unter dem in den Versorgungsaufgaben der Konzessionsurkunde festgelegten Mindestversorgungsgrad von 20% (25%, 50%) liegt. Dieser Aufgabenstellung entspricht ein Signifikanztest mit den auf  $B$  bezogenen Hypothesen

$$H_0: \pi \geq 0,25 \text{ und } H_1: \pi < 0,25$$

bzw. völlig äquivalent dazu mit den auf  $G$  bezogenen Hypothesen

$$H_0: \pi_G \geq 0,25 \cdot \frac{M}{N} \text{ und } H_1: \pi_G < 0,25 \cdot \frac{M}{N}$$

Die Nullhypothese wird solange als gültig betrachtet bis massive Zweifel auf Basis der Stichprobenerhebung gegen sie sprechen.

In Anbetracht der Stichprobenziehung muss klar sein, dass die Überprüfungen der oben formulierten Hypothesen notwendigerweise mit gewissen – jedoch kontrollierbaren - Fehlerwahrscheinlichkeiten behaftet sind.

### 3.4 Der Stichprobenumfang

Um  $\pi$  schätzen zu können, muss in (3) zuerst  $\pi_G$  geschätzt werden. Um den dazu erforderlichen Stichprobenumfang grob abschätzen zu können, betrachten wir vorerst folgende nur zu diesem Zweck dienende Vorgangsweise: Die Einwohner von G sind die Erhebungseinheiten der Untersuchung. Man zieht eine uneingeschränkte („einfache“) Zufallsstichprobe aus G vom Umfang n und schätzt  $\pi_G$  mit

$$p_G^* = \frac{\sum_{i=1}^n \pi_i}{n} \quad (5)$$

Wird also eine Person i aus G ausgewählt, dann wird in der Bevölkerungseinheit i, zu der die Person gehört,  $\pi_i$  nach (1) gemessen. Bei einer uneingeschränkt zufälligen Ziehung der Erhebungseinheiten lässt sich der erforderliche Stichprobenumfang für den durchzuführenden Signifikanztest folgendermaßen bestimmen, wenn nicht nur der  $\alpha$ -, sondern auch der  $\beta$ -Fehler des Tests kontrolliert werden soll: Es sei

$$\pi_0 = 0,25 \cdot \frac{M}{N}$$

der Mindestversorgungsgrad  $\pi_G$  von G, so dass  $\pi \geq 0,25$  wird. Dafür ist es notwendig, den Anteil  $N/M$  zu kennen. Werden tatsächlich 25 % der Bevölkerung versorgt, dann möchte man dies nur mit einer Wahrscheinlichkeit von  $\alpha$  (zumeist 0,05) nicht erkennen. Ferner wird für die Bestimmung des erforderlichen Stichprobenumfanges noch ein zweiter Versorgungsgrad  $\pi_1$  in G benötigt (mit  $\pi_1 < \pi_0$ , also ist  $\pi_1 \in H_1$ ), den man mit einer Wahrscheinlichkeit von  $1-\beta$  (z.B.: 0,8) entdecken möchte, wenn er auftritt. Dazu ist es notwendig, zuerst einen Versorgungsgrad  $\pi$  in B festzulegen, der mit dieser Wahrscheinlichkeit entdeckt werden soll (z.B.: 0,2 = 20 %).  $\pi_1$  errechnet sich dann nach

$$\pi_1 = 0,2 \cdot \frac{M}{N}$$

Man errechnet einen diese Bedingungen erfüllenden Stichprobenumfang durch:

$$n_{\text{erf}} = \left( \frac{u_{1-\alpha} \cdot \sqrt{\pi_0 \cdot (1-\pi_0)} + u_{1-\beta} \cdot \sqrt{\pi_1 \cdot (1-\pi_1)}}{\pi_0 - \pi_1} \right)^2 \quad (6)$$

Legt man den Versorgungsgrad  $\pi$ , den man mit Wahrscheinlichkeit  $1-\beta$  entdecken wird, fest, so ergeben sich je nach Wahl von  $\pi$  natürlich unterschiedliche erforderliche Stichprobenumfänge (für  $M/N=0,3$ ,  $\pi_0$  und  $\pi_1$  (für verschiedene  $\pi$ ) wie oben,  $\alpha=0,05$ ,  $\beta=0,2$ ):

$\pi$	$n_{\text{erf}}$
0,20	37
0,21	57
0,22	98
0,23	212
0,24	812

### 3.5 Der Stichprobenplan

Die oben lediglich zur Herleitung eines erforderlichen Stichprobenumfanges angegebene Vorgangsweise der direkten Ziehung von Erhebungseinheiten (Einwohnern) ignoriert, dass man mit jeder Messung Informationen über alle  $M_i$  Einwohner der betreffenden Bevölkerungseinheit erhält. Damit lässt sich eine andere, durch die Erfassung sämtlicher Informationen, die durch die Messungen vorliegen und (durch das Ziehen der Bevölkerungseinheiten ohne Zurücklegen) genauere Schätzung von  $\pi$  (3) bzw.  $\pi_G$  (4) als durch  $p_G^*$  (5) vornehmen, ohne dass dadurch ein erhöhter Messaufwand entsteht.

Dazu ist zwischen den Auswahlseinheiten, das sind die Bevölkerungseinheiten, und den eigentlich interessierenden Erhebungseinheiten, das sind die Einwohner, zu unterscheiden.  $G$  bestehe aus  $N_A$  Auswahlseinheiten, von denen nun  $n_A$  uneingeschränkt zufällig und ohne Zurücklegen gezogen werden sollen. Der damit errechnete Schätzer für  $\pi_G$  ist:

$$p_G = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} M_i \cdot \pi_i}{\sum_{i=1}^{n_A} M_i} \quad (7)$$

Der Gesamtversorgungsgrad  $\pi$  wird dann geschätzt durch:

$$p = p_G \cdot \frac{N}{M} \quad (8)$$

Für den Schätzer  $p_G$  (7) für  $\pi_G$  zieht man uneingeschränkt zufällig und ohne Zurücklegen aus  $G$  eine Anzahl von  $n_A$  der  $N_A$  Bevölkerungseinheiten mit gleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten.

Der Schätzer  $p_G$  entsteht dann, in dem man den Quotienten aus der Zahl der versorgten Einwohner der Stichprobe und der gesamten Einwohnerzahl der Stichprobe bildet. Dieser ist dann noch mit dem Quotienten  $N/M$  zu multiplizieren, um den Gesamtversorgungsgrad  $\pi$  in  $B$  zu schätzen.

Die Varianz (=Streuung, Genauigkeit) dieses Schätzers  $p$  nach (8) ist dann aus den Stichprobenergebnissen zu schätzen durch:<sup>1</sup>

$$\text{Var}(p) = \left(\frac{N}{M}\right)^2 \cdot \frac{1}{\bar{M}^2} \cdot \left(\frac{1}{n_A} - \frac{1}{N_A}\right) \cdot \frac{1}{n_A - 1} \cdot \sum_{i=1}^{n_A} M_i^2 \cdot (\pi_i - p_G)^2 \quad (9)$$

Darin ist  $\bar{M}$  die durchschnittliche Einwohnerzahl der in die Stichprobe gelangten  $n_A$  Bevölkerungseinheiten.

### 3.6 Weitere Verbesserung des Stichprobenplans

Auf Basis der von den Betreibern vorgelegten Daten kann es sinnvoll sein, den in 5) beschriebenen Stichprobenplan um eine Aufteilung in  $K$  Schichten zu ergänzen. Ein (möglicherweise allerdings nur geringer) Genauigkeitsgewinn ließe sich konkret durch eine Schichtung in  $G$ , mit  $G = G_1 + G_2 + \dots + G_K$  Bevölkerungseinheiten nach ihrer Größe geordnet, erzielen, so dass innerhalb der Schichten die Größen der Bevölkerungseinheiten natürlich geringer streuen als in  $G$ . Dafür gilt es, die Anzahl  $K$  der Schichten sinnvoll zu bestimmen (z.B.:  $K = 5$ ) und die Aufteilung auf die Schichten vorzunehmen. Der Effekt dieser Vorgangsweise wäre zweierlei:

- Innerhalb jeder Schicht werden größenproportionale und gleiche Auswahlwahrscheinlichkeiten einander ähnlich (möglicher kleiner Genauigkeitsgewinn).
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen Schichtgröße und Versorgungsgrad, dann ist bei proportionaler Aufteilung von  $n_A$  auf die Schichten ein weiterer (möglicherweise nur sehr geringer) Genauigkeitsgewinn der Schätzung nach (7) erzielbar.

Der zusätzliche Berechnungsaufwand hält sich in diesem Fall in Grenzen. Es müssten nur die Formeln (7) – (9) in jeder Schicht zur Anwendung kommen und über alle Schichten aufsummiert werden. Der tatsächliche Nutzen dieser Erwägungen ist im vorhinein nicht einzuschätzen.

---

<sup>1</sup> Hinsichtlich des Sampling Designs hat man bei dieser Definition des Versorgungsgrades ein einstufiges Klumpenverfahren (single-stage cluster sampling; siehe etwa: Särndal et al., 1992, Model Assisted Survey Sampling, S. 126ff) vorliegen, da man zwischen Auswahl- und Erhebungseinheiten trennen muss. Die Auswahlseinheiten sind die Bevölkerungseinheiten. Die Erhebungseinheiten sind jedoch die Einwohner, von denen ja der Anteil der „Versorgten“ überprüft werden soll. Diese sind in „Klumpen“, das sind genau die Bevölkerungseinheiten, zusammengefasst.

## 4 Bestimmung des Messzeitraums

Grundsätzlich werden die Messungen Montag bis Freitag ausgenommen Feiertage durchgeführt.

Aus den übermittelten Aufzeichnungen der Systemlast wird eine Tages-Systemlastkurve ermittelt.

Die Messungen werden innerhalb des Zeitraums 06h00-20h00 durchgeführt, ausgenommen sind jene 3 Stunden in denen die höchste und jene 3 Stunden in denen die niedrigste Systemlast herrscht.

## 5 Bestimmung der Messorte

Zur Bestimmung des Versorgungsgrades gelten als kleinstmögliche versorgte oder nicht versorgte Gebiete folgende Bevölkerungseinheiten:

- Zählsprengel in den Landeshauptstädten
- Ortschaften in allen sonstigen Gebieten außerhalb der Landeshauptstädte

Die Messungen zur Bestimmung des Versorgungsgrades werden an statischen Messorten durchgeführt. In den Zählsprengeln ist der Messort durch den Flächenschwerpunkt gegeben, in den Ortschaften durch den jeweiligen Zentralpunkt der Ortschaft. Die genauen Punktdaten sowohl der geometrischen Flächenschwerpunkte der Zählsprengel als auch der Ortszentren liegen der Telekom-Control-Kommission vor und werden dem Konzessionsinhaber mitgeteilt. Der geometrische Schwerpunkt des Zählsprengels wird auch dann als Messort herangezogen, wenn dieser außerhalb des Zählsprengels liegt.

### 5.1 Auswahl alternativer Messpunkte

Falls die als Messpunkte definierten Flächenschwerpunkte, bzw. Ortszentren nicht zugänglich sind, muss auf alternative Messpunkte ausgewichen werden. Ein Ort gilt als für die Messung zugänglich, wenn er

- mit dem Fahrzeug, in dem die Messausrüstung installiert ist, angefahren werden kann. Dies schließt prinzipiell auch Bereiche ein, die für den öffentlichen Verkehr nicht freigegeben sind, wie z.B. Fußgängerzonen oder Fabrikgelände<sup>2</sup>
- die Möglichkeit bietet, dass das Fahrzeug mit der Messausrüstung für die Dauer der Messung dort verweilen kann. Dadurch sind Orte wie Autobahnen oder Straßenkreuzungen ausgeschlossen.
- innerhalb des Landes Österreich liegt. Da der geometrische Flächenschwerpunkt außerhalb des Zählsprengels liegen kann, ist es auch möglich, dass er außerhalb des Landes liegt.

Für die Bestimmung alternativer Messpunkte gilt folgendes Verfahren:

---

<sup>2</sup> Nur unter Zustimmung der zuständigen Behörden, bzw. Eigentümer

Falls der vorbestimmte Messpunkt  $Z$ , nicht zugänglich ist, wird um diesen ein Bereich  $B$  definiert, der durch den Umfang eines Kreises mit Radius  $R$  um  $Z$  begrenzt wird. Dieser Radius wird so lange erweitert, bis am Umfang ein möglicher Messpunkt gefunden ist.

Das festgelegte Verfahren ist in Abbildung 3 anhand eines Beispiels dargestellt. Die schraffierte Fläche bezeichnet unzugängliche Gebiete. Der vorbestimmte Messpunkt  $Z$  liegt in einem solchen unzugänglichen Gebiet. Daher wird ausgehend vom ursprünglichem Messpunkt der Bereich  $B$  solange erweitert (Radius  $R$ ) bis ein möglicher Messpunkt gefunden wird.

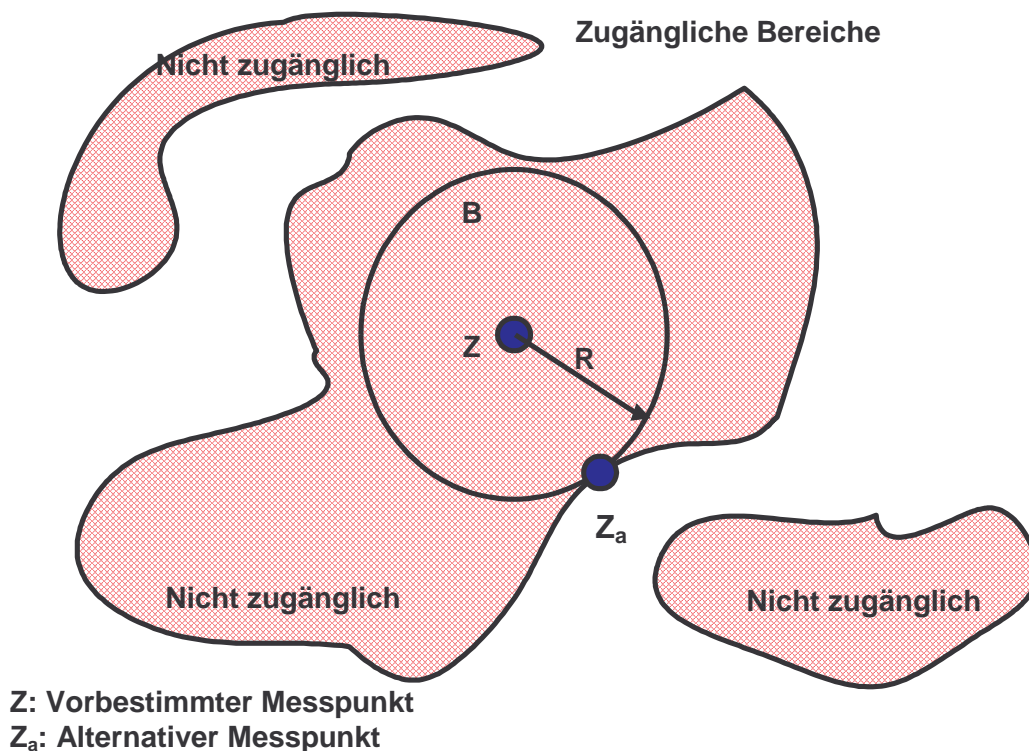


ABBILDUNG 3: ITERATIVES ERWEITERN DES MESSBEREICHES IM FALL UNZUGÄNGLICHER MESSORTE

## 5.2 Genauigkeit der Bestimmung des Messorts

Grundsätzlich wird bei der Messung der Messpunkt (bzw. alternative Messpunkt) mit GPS bestimmt. Dadurch ergibt sich – abhängig von Abschattungen und Position der Satelliten, dass der tatsächliche Messpunkt vom geplanten Messpunkt abweichen kann. Sollte eine Bestimmung des Messpunktes mit GPS nicht möglich sein (z.B. Abschattung, Abschaltung des zivilen Modus), so wird der Messpunkt nur mit Karten bestimmt.

## 6 Vom Betreiber zur Verfügung zu stellende Daten

Den Berechnungen sind die Daten der Volkszählung 2001 zu Grunde zu legen.

Für den Fall, dass dem Konzessionär ArcView-Shapes nicht zur Verfügung stehen, sind die Daten in einem GIS-Format zu übermitteln welches den Import der Shapes in ArcView inkl. der angeführten Attribute ermöglicht.

Für die Überprüfung des Versorgungsgrades sind vom Konzessionär folgende Unterlagen in elektronischer Form (zB. CD-ROM) an die Telekom-Control-Kommission zu übermitteln:

### **ArcView-Shape (WGS84) der Node-B-Standorte mit folgenden Attributen:**

- eindeutige Bezeichnung des Node-B (Id)
- Anzahl der Zellen/genutzten Kanäle
- pro Zelle und Kanal:
  - Sendekanal (UARFCN) des Downlink (entsprechend ETSI TS 125.101 [3] Absatz 5.4.3)
  - Empfangskanal (UARFCN) des Uplink (entsprechend ETSI TS 125.101 [3] Absatz 5.4.3)
  - Datensatz im Format für den Datenaustausch der Berliner Vereinbarung [4], Anlage 2, mobiler Landfunkdienst. Dieser Datensatz beinhaltet zumindest folgende Felder:
    - Sendefrequenz (Kennziffer 1A)
    - Name der Funkstelle (Kennziffer 4A)
    - Ortshöhe über Meer (Kennziffer 4Z)
    - Maximal abgestrahlte Leistung (Kennziffer 8B1)
    - Typ der Bezugsantenne (Kennziffer 8B2)
    - Azimut der Hauptstrahlrichtung (Kennziffer 9A)
    - Erhebungswinkel der Hauptstrahlrichtung (Kennziffer 9B)
    - Polarisation (Kennziffer 9D)
    - Antennengewinn (Kennziffer 9G)
    - Antennentyp horizontal (Kennziffer 9XH)
    - Antennentyp vertikal (Kennziffer 9XV)
    - Antennenhöhe über Grund (Kennziffer 9Y)



- Verkehrswerte der Zelle:
  - über 1 Stunde akkumulierte Downlink Bitrate aller aktiven Radio Träger in der Hauptverkehrsstunde
  - Zeit der Hauptverkehrsstunde

### **ArcView-Shape (WGS84) der versorgten Gebiete**

### **Tabellen (CSV) der versorgten Ortschaften/Zählsprengel**

Pro Ortschaft/Zählsprengel sind folgende Attribute anzuführen:

- eindeutige Bezeichnung der Ortschaft bzw. des Zählsprengels (Zählsprengel-ID, Orts-ID)
- Name der Ortschaft bzw. des Zählsprengels
- Anzahl der Einwohner der Ortschaft bzw. des Zählsprengels
- Kennung Ortschaft bzw. Zählsprengel

### **Tabelle (CSV) der Systemlast des Gesamtnetzes**

gemessen an 5 aufeinanderfolgenden Tagen (Montag-Freitag ausgenommen Feiertage) im Tagesverlauf in 1h-Schritten:

- Datum
- Beginn des Messzeitraums (0h,1h,2h..)
- über 1 Stunde akkumulierte Downlink Bitrate aller aktiven Radio Träger

Darüber hinaus sind die wesentlichen Eingangsparameter für die Simulationsrechnungen darzustellen. Der berechnete Versorgungsgrad ist anzugeben.

## 7 Referenzen

- [1] Bescheid K 15/00-67 der Telekom-Control-Kommission vom 20.11.2000 (Konzessionsbescheid UMTS), <http://www.rtr.at>
- [2] Studie zur Überprüfung des Versorgungsgrades der UMTS-Konzessionäre, Ascom Dez. 2002
- [3] ETSI TS 125.101: " Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); UE Radio transmission and reception (FDD)", <http://www.etsi.org>
- [4] "Vereinbarung über die Koordination von Frequenzen zwischen 29,7 MHz und 39,5 GHz für den festen Funkdienst und für den mobilen Landfunkdienst (Berliner Vereinbarung), Berlin, 14. September 2001; <http://ba.bmwi.bund.de/deutsch/index.htm>