



Abschätzung Datenrate AG GAN 2.0

Anmerkungen zu der Betrachtungstabelle

20200921_Datenmix pro User_V0.2.xlsx

Aut. 3 Abschlussbericht



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Betrachtungsgegenstand	3
1.1. Datenmix ohne Echtheit-Übertragung	3
1.2. Datenmix inkl. Echtheit-Übertragung	4
1.3. Prozentuale Betrachtung	6



1. Betrachtungsgegenstand

Im Zuge der AG GAN 2.0 wurde die BDBOS von Bund und Ländern gebeten, eine Herleitung einer Minimal-Datenrate pro Zelle in einem zukünftigen Breitbandnetz zu erstellen.

Betrachtet wurden verschiedene Ansätze zur Ermittlung von notwendigen bzw. empfohlenen Datenraten in einem zukünftigen Breitbandnetz.

Die verwendeten Daten sind reine Grobschätzwerte. Die Modelle können jedoch später verwendet werden, wenn belastbare Daten vorliegen.

Es wurden drei Modelle erarbeitet, die zur Abschätzung herangezogen werden könnten:

- „Datenmix“ von Anwendungen und Benutzerprofilen **ohne** Echtzeit-Übertragung,
- „Datenmix“ von Anwendungen und Benutzerprofilen **inkl.** Echtzeit-Übertragung,
- Prozentuale Betrachtung im Verhältnis zu kommerziellen Anbietern

1.1. Datenmix ohne Echtzeit-Übertragung

Die verwendete Betrachtungstabelle besteht aus zwei Bereichen:

1. Schätzung von Datenmengen und Häufigkeit der Benutzung einer Anwendung (*Datenmix*)
2. Abschätzung von Mindestdatenraten bezogen auf Zellgröße bzw. Anzahl von Nutzern innerhalb einer Zelle.

Bei der Schätzung von Datenmengen wurde die Kategorisierung von Anwendungen aus dem Bericht des 36. VwR Top 7a zugrunde gelegt. Sowohl die Datenmengen (Mbit) als auch die Anzahl pro Stunde wurden geschätzt. Basis für Datenmengen waren u. a. Werte aus WhatsApp -> Netzwerknutzung, E-Mail-Postfächer im dienstlichen Gebrauch und Internetrecherchen. Die Anzahl pro Stunde wurde ausschließlich grob geschätzt. Die verwendete Nutzungswahrscheinlichkeit gibt die statistische Nutzungshäufigkeit einer Anwendung eines Nutzers an. Dieser Faktor ist jedoch nur bei Echtzeitanwendungen berücksichtigt worden.

Als Betrachtungszeitraum wurde, wie in der Nachrichtentechnik üblich, auf die Hauptverkehrsstunde referenziert. Die erfassten Werte wurden anschließend normiert. Das Ergebnis ist in der Zelle „*resultierende durchschnittliche Datenrate Pro User*“ zu finden.



Zur weiteren räumlichen Betrachtung wurden Kenngrößen gem. dem Bericht „Breitband-Betrachtung im BOS-Digitalfunk“ verwendet. Diese Betrachtung verwendete Zellradien und Nutzer in Abhängigkeit von geografischen Gegebenheiten.

Die Betrachtung wurde dahingehend ergänzt, dass eine sog. „Gleichzeitigkeit“ eingeführt wurde. Diese ist ein Maß dafür, wieviel Prozent der Nutzer den „Datenmix“ gleichzeitig verwenden. Die geschätzte Datenrate ergibt sich dann aus der Multiplikation der „gleichzeitigen Nutzer“ mit der „resultierende durchschnittliche Datenrate Pro User“.

Abschließend wurde eine Zellen-Auslastungsreserve berücksichtigt.

Die nach diesem Modell geschätzte minimale Datenrate für Up- und Downlink pro Zelle an der Zellgrenze beträgt ca. 0,5 Mbit/s.

1.2. Datenmix inkl. Echtzeit-Übertragung

Diese Abschätzung beruht auf den gleichen Parametern wie die Schätzung ohne Echtzeit Anwendungen. Da bei Echtzeit Anwendungen wie z. B. Video-Übertragungen jedoch eine permanente, kontinuierliche Übertragung notwendig ist, wurde die Schätzung der Datenmenge auf diesen Sachverhalt angepasst.

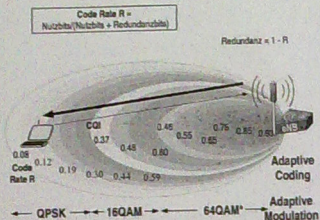
Die verwendete Nutzungshäufigkeit wurde hier reduziert, da davon ausgegangen wurde, dass nicht alle Nutzer gleichzeitig in einer Zelle ein z. B. Video-Streaming durchführen.

Die nach diesem Modell geschätzte minimale Datenrate für Up- und Downlink pro Zelle an der Zellgrenze beträgt ca. 6,6 Mbit/s.

Bei beiden Betrachtungen ist darauf hinzuweisen, dass die tatsächlich benötigte Datenrate der Zelle durch auftretende Dämpfungen, adaptive Modulationsverfahren und Bitfehlerraten sehr viel höher liegen muss. Als Erklärung soll hier die folgende Darstellung dienen:



Adaptive Modulation & Kodierung



Bei rein mathematischer Betrachtungen bedarf es bei einer benötigten Datenrate für Up- und Downlink von 0,5Mbit/s am Zellenrand (QPSK; R-Faktor=0,12; ohne MIMO) eine Bandbreite von ca. 5 MHz.

Bei einer benötigten Datenrate für Up- und Downlink von 6,6 Mbit/s am Zellenrand wäre eine Bandbreite von ca. 60 MHz nötig.



1.3. Prozentuale Betrachtung

Diese Betrachtung basiert auf der Annahme, dass das Nutzerverhalten in einem BOS Breitbandnetz ähnlich dem Verhalten von Nutzern in einem kommerziellen Breitbandnetz ist.

Ebenso wird angenommen, dass der steigende Datenratenbedarf bei kommerziellen Nutzern in der Zukunft proportional auch bei den BOS Nutzern auftreten wird.

Als Basis dienen die derzeitigen Werte der kommerziellen Netzbetreiber:

Gesamtanzahl der Nutzer aller kommerziellen Netzbetreiber:	60 Mio Nutzer ¹
Aufsummierte DL Bandbreite aller kommerziellen Netzbetreiber: (700MHz – 3,4 GHz):	425 MHz ²
Aufsummierte UL Bandbreite aller kommerziellen Netzbetreiber: (700MHz – 3,4 GHz):	425 MHz ²

Nach Kalkulation ergeben sich somit ca. 7 Hz pro Nutzer. Laut einer Studie der IABG³ ist bei BOS Nutzern der UL wesentlich höher als der DL. Es wird im Folgenden nur der UL betrachtet.

Es wird angenommen, dass ein zukünftiges BOS Breitbandnetz ca. 1,5 Mio. Nutzer haben wird. Speziell durch verstärkten Einsatz von „Internet of Life Saving Things (IoLST)“ wie Bodycams oder Bio- und Positionssensoren sowie durch verstärkten Einsatz von Live Video Streams, Bilder, Drohnen und mobilen Kameras, gehen Schätzungen von einem Anstieg der Endgeräte auf ca. 4 Mio. aus.

Da jedoch bei den kommerziellen Nutzern nur ca. 10% der Nutzer die vereinbarte Datenrate erhalten, ist hier ein erheblicher Sicherheitsfaktor zu berücksichtigen (vgl. <https://breitbandmessung.de/>). Es wird hier ein Sicherheitsfaktor von 30% angenommen.

¹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/238933/umfrage/anzahl-der-smartphonennutzer-in-deutschland-seit-2010/#?stt=Die%20Anzahl%20der%20Smartphone%20Nutzer,2019%20auf%20rund%2058%20Millionen>.

² Frequenzspektrum der kommerziellen Betreiber in den Bereichen 700MHz bis 3,5GHz

³ Studie zum mittel- und langfristigen Kapazitätsbedarf der BOS in der drahtlosen Kommunikation, Abschlussbericht Version 1.7, IABG mbH 2010



Diese Entwicklung hätte nach dem Schätzungsmodell einen UL-Bandbreitenbedarf von ca. 37 MHz zur Folge. Dies entspricht der o. g. Studie der IABG. Demzufolge wäre ein Downlink von ca. 20 MHz und ein Uplink von ca. 40 MHz als Referenz anzunehmen.

Bei der Verwendung des Modells der prozentualen Schätzung folgt die zugeordnete Bandbreite der BOS entsprechend der Steigerung der Bandbreite der kommerziellen Anbieter.

Datenmix pro Nutzer

Zelleinheit (x)

3600

Anwendungszusatz (siehe Bericht 36, Vorr. TOP7a)	Datenmenge (Mbit)	Anzahl/ Stunde	Nutzungswahrscheinlichkeit	durch. Datenrate (Mbit / Stunde)
Vorgangsbearbeitung und -Erfassung	1	2	100%	2
Recherche	0,01	1	100%	0,01
Übertragung von Telemetriedaten	0,001	5	100%	0,005
Übertragung von Geodaten, Verkehrs- und Routinghilfen	0,001	10	100%	0,01
Wissensgraf	0,01	10	100%	0,1
Email o. Anhang	0,1	10	100%	1
Email mit Anhang	2	10	100%	20
Alarmierungs-App	0,001	20	100%	0,02
Administrative Anwendungen	0,5	2	100%	1

Kodierung (Mbits)	Dauer / Stunde (kth)	Nutzungswahrscheinlichkeit	durch. Datenrate (Mbit / Stunde)
Echtzeit Anwendungen	2	600	0
Video-Streaming	0,02	600	0
Direkt/ Sprache			

Gesamtdatenrate pro User pro Zelleinheit

24,1 Mbit / Stunde

resultierende durchschnittliche Datenrate Pro User

0,807 Mbits

Zonen gem. Bericht "Breitband-Betrachtung im BOS-Digitalfunk"	Zellradius (km)	Sektoren	Sektorfläche (km ²)	Nutzer / km ²	Nutzer / Sektor	Gleichzeitigkeit	gleichzeitige Nutzer	benötigte Sektorleistungen (Mbits)	Auslastungsreserve	empfohlene minimale Sektorleistungen (Mbits)
Zone 1: Großstädte ab 500K EM	1,5	3	2,38	25	59	60%	36	0,24	30%	0,21
Zone 2: Städte ab 100K EM	2,5	3	12,83	10	129	50%	65	0,44	30%	0,57
Zone 3: ländliche Gebiete (DAB)	5	2	39,27	5	197	40%	79	0,53	30%	0,88
Zone 4: alle anderen Flächen	7,5	2	88,36	2	177	30%	54	0,36	30%	0,47
Zone 5: alle anderen Flächen (Hb)	6	1	113,10	2	227	20%	46	0,21	30%	0,40
									Mittelwert	0,48

Entwurf

Beispieldaten geschätzt

Betrachtung ohne Echtzeit Anwendungen

Datenmix pro Nutzer

Zeiteinheit (s) 3600

Anwendungsszenario (aus Bericht 36, VwR TOP7a)	Datenmenge (Mbit)	Anzahl/ Stunde	Nutzungswahrscheinlichkeit	durchn. Datenrate (Mbit / Stunde)
Vorgangsbearbeitung und -Erfassung	1	2	100%	2
Recherche	0,01	1	100%	0,01
Übertragung von Telemetriedaten	0,001	5	100%	0,005
Übertragung von Geodaten, Verkehrs- und Routinginfos	0,001	10	100%	0,01
Messenger	0,01	10	100%	0,1
Email o. Anhang	0,1	10	100%	1
Email mit Anhang	2	10	100%	20
Alarmierungs-App	0,001	20	100%	0,02
Administrative Anwendungen	0,5	2	100%	1

Kodierung (Mbit/s)	Dauer / Stunde (s/h)	Nutzungswahrscheinlichkeit	durchn. Datenrate (Mbit / Stunde)
2	600	25%	300
0,02	600	30%	3,6

Gesamtdatenrate pro User pro Zeiteinheit 327,7 Mbit / Stunde

resultierende durchschnittliche Datenrate Pro User 0,091 Mbit/s

Entwurf

Beispieldaten geschätzt

Zonen gem. Bericht "Breitband-Betrachtung im BOS-Digitalfunk"	Zellradius (km)	Sektoren	Sektorfläche (km ²)	Nutzer / km ²	Nutzer / Sektor	Gleichzeitigkeit	gleichzeitige Nutzer	benötigte Sektordatenrate (Mbit/s)	Auslastungsreserve	empfohlene minimale Sektordatenrate (Mbit/s)
Zone 1 Großstädte ab 500K EW	1,5	3	2,36	25	59	60%	36	3,28	30%	4,26
Zone 2 Städte ab 200K EW	3,5	3	12,83	10	129	50%	65	5,92	30%	7,69
Zone 3 Verkehrswege (BAB)	5	2	39,27	5	197	40%	79	7,19	30%	9,35
Zone 4 alle anderen Flächen	7,5	2	88,36	2	177	30%	54	4,92	30%	6,39
Zone 5 alle anderen Flächen (hilly)	6	1	113,10	2	227	20%	46	4,19	30%	5,44
									Mittelwert	6,63

Entwurf

Mobile Nutzer Deutschland		60.000.000	
Totale DL-Bandbreite der kommerziellen Anbieter (Summe der Bandbreite der		425.000.000 Hz	425 MHz
DL der kommerziellen entspricht UL der BOS/Bw		425.000.000 Hz 7 Hz	425 MHz pro Nutzer

BOS / Bw Nutzer	ca.	1.500.000	Nutzer heute
bei 1,5 Mio Nutzer * 7 Hz		10625000 Hz	
Benötigte durchschnittliche UL-Bandbreite		11 MHz	
Sicherheit für Großschadenslagen und Bandbreitengarantie		30%	
Benötigte minimale geschätzte UL-Bandbreite	ca.	14 MHz	
% der kommerziellen Bandbreite	ca.	3%	

(Vgl.hierzu auch: <https://breitbandmessung.de/>)
nur ca. 10% der Nutzer erhalten 50% oder mehr als die zugesagte Bandbreite

Zukünftige Betrachtung

Anstieg der Nutzer (UE) auf 4 Mio		4.000.000	Verschiedene Ursachen wie IoT und Echtzeit-Anwendungen
bei 4 Mio Nutzer * 7 Hz		28333333,3 Hz	
Benötigte durchschnittliche UL-Bandbreite		28 MHz	
Sicherheit für Großschadenslagen und Bandbreitengarantie		30%	(Vgl.hierzu auch: https://breitbandmessung.de/) nur ca. 10% der Nutzer erhalten 50% oder mehr als die zugesagte Bandbreite
Benötigte minimale geschätzte UL-Bandbreite	ca.	37 MHz	
% der kommerziellen Bandbreite	ca.	9%	