



Jahresbericht 2017/18

Inhalt

Einleitung

1	Management Summary	6
1.1	Ziele der Breitbandmessung	6
1.2	Wesentliche Ergebnisse.....	9
1.3	Methoden der Breitbandmessung	15
1.4	Überblick über den Jahresbericht.....	17

Material und Methoden

2	Messkonzept	18
2.1	Überblick Messkonzept.....	18
2.2	Messsystem.....	20
2.2.1	Messclient Festnetz	20
2.2.2	Messclient Mobilfunk.....	23
2.2.3	Daten-Referenz-System	27
2.3	Messverfahren	28
2.3.1	Datenübertragungsrate.....	28
2.3.2	Laufzeit.....	30
3	Datenauswertung.....	31
3.1	Stichprobenerhebung.....	31
3.2	Validierung	34
3.3	Statistisches Monitoring	42
3.3.1	Stationäre Anschlüsse.....	42
3.3.2	Mobile Anschlüsse	44
3.4	Statistische Auswertung der Daten	45
4	Darstellung der Messergebnisse	47
4.1	Darstellungsparameter.....	47
4.2	Darstellungsformen	49
4.3	Darstellungsvoraussetzung	53

Ergebnisse

5	Datengrundlage	54
5.1	Validierung	54
5.1.1	Stationäre Breitbandanschlüsse	54
5.1.2	Mobile Breitbandanschlüsse	56
5.2	Statistisches Monitoring	58
5.2.1	Struktur der Stichprobe	58
5.2.2	Stationäre Breitbandanschlüsse	58
5.3	Kundenzufriedenheit.....	64
5.3.1	Stationäre Breitbandanschlüsse	64
5.3.2	Mobile Breitbandanschlüsse	68
6	Stationäre Breitbandanschlüsse	72
6.1	Datenübertragungsrate Download	72
6.1.1	Bandbreiteklasse.....	74
6.1.2	Anbieter.....	78
6.1.3	Geografischer Bereich.....	89
6.1.4	Bundesländer.....	91
6.1.5	Tageszeitlicher Verlauf.....	96
6.1.6	Quartalsverlauf	99
6.1.7	Kundenzufriedenheit.....	101
6.2	Datenübertragungsrate Upload	103
6.2.1	Bandbreiteklasse.....	104
6.2.2	Anbieter.....	107
6.3	Laufzeit.....	114
6.3.1	Bandbreiteklasse.....	115
6.3.2	Anbieter.....	118
7	Mobile Breitbandanschlüsse.....	120
7.1	Datenübertragungsrate Download	120
7.1.1	Bandbreiteklasse.....	121
7.1.2	Anbieter.....	125
7.1.3	Geografischer Bereich.....	135
7.1.4	Bundesländer.....	137
7.1.5	Tageszeitlicher Verlauf.....	139
7.1.6	Quartalsverlauf	141
7.1.7	Kundenzufriedenheit.....	142

7.2	Datenübertragungsrate Upload	144
7.2.1	Bandbreiteklasse	145
7.2.2	Anbieter	148
7.3	Laufzeit	153
7.3.1	Bandbreiteklasse	154
7.3.2	Anbieter	156
8	Jahresvergleich stationäre Breitbandanschlüsse	158
8.1	Datenübertragungsrate Download	158
8.1.1	Bandbreiteklasse	161
8.1.2	Anbieter	163
8.1.3	Geografischer Bereich	167
8.1.4	Tageszeitlicher Verlauf	168
8.2	Datenübertragungsrate Upload	169
8.2.1	Bandbreiteklasse	170
8.2.2	Anbieter	172
8.3	Laufzeit	176
8.3.1	Bandbreiteklasse	177
8.3.2	Anbieter	179
9	Jahresvergleich mobile Breitbandanschlüsse	181
9.1	Datenübertragungsrate Download	181
9.1.1	Bandbreiteklasse	184
9.1.2	Anbieter	187
9.1.3	Geografischer Bereich	191
9.1.4	Tageszeitlicher Verlauf	193
9.2	Datenübertragungsrate Upload	194
9.2.1	Bandbreiteklasse	196
9.2.2	Anbieter	198
9.3	Laufzeit	202
9.3.1	Bandbreiteklasse	203
9.3.2	Anbieter	204

Anhang

10	Anbieterbezeichnungen.....	205
10.1	Stationäre Breitbandanschlüsse	205
10.2	Mobile Breitbandanschlüsse	208
11	Glossar	209
12	Weitere Dokumente	214
12.1	Technische Spezifikation	214
12.2	Allgemeinverständliche Beschreibung	214
13	Abbildungsverzeichnis	215
14	Tabellenverzeichnis	221
15	Statistiksoftware	223
16	Impressum.....	223

Einleitung

1 Management Summary

1.1 Ziele der Breitbandmessung

Endkunden können mit Hilfe der Breitbandmessung der Bundesnetzagentur schnell und einfach die Geschwindigkeit ihres Internetzugangs ermitteln und dadurch die Leistungsfähigkeit ihres stationären und/oder mobilen Breitbandanschlusses bestimmen.

Ein Test ist anbieter- und technologieunabhängig möglich und kann kostenlos für stationäre Anschlüsse unter

➔ <https://breitbandmessung.de> durchgeführt werden. Für mobile Anschlüsse steht die kostenfreie Breitbandmessung/Funkloch-App zur Verfügung. Bei der eigentlichen Messung (Messverfahren) ist der technische Ablauf in beiden Fällen identisch.

Die individuellen Messergebnisse sind im Rahmen der Messungen elektronisch speicherbar. Endkunden haben dadurch die Möglichkeit, verschiedene Messungen durchzuführen und diese miteinander zu vergleichen. Hiervon machen viele Endkunden Gebrauch und nutzen die Breitbandmessung öfter und über einen längeren Zeitraum, um die Qualität ihres Breitbandanschlusses zu überprüfen. Im vorliegenden Jahresbericht werden die Ergebnisse der Breitbandmessungen für das Jahr 2017/2018 aggregiert dargestellt.

Für die Überprüfung der vertraglich vereinbarten Download-Datenübertragungsraten im Festnetz steht seit dem 2. Mai 2018 eine Desktop-App zur Verfügung. Diese ermöglicht den Nachweis einer nicht vertragskonformen Leistung gegenüber dem TK-Anbieter. Die Ergebnisse dieses Tools sind nicht Bestandteil des Jahresberichtes.

Die mobile Version der Breitbandmessung (Breitbandmessung/Funkloch-App) ermöglicht darüber hinaus seit dem 30.10.2018 die Erfassung von Netzverfügbarkeiten. Mit dieser

zusätzlichen Funktionalität können Nutzer dokumentieren, ob sie sich in einem 2G-, 3G- oder 4G-Bereich bewegen oder ob keine Funkverbindung vorliegt (Funkloch). Es ist geplant, die gemeldeten Messpunkte aggregiert in Form einer Karte zu veröffentlichen. Die gemeldeten Messpunkte sind nicht Bestandteil dieses Jahresberichtes.

Der Jahresbericht ist wie die beiden vorherigen Berichte auf <https://breitbandmessung.de/ergebnisse> abrufbar. Hier ist zudem eine interaktive Ergebnisdarstellung der Jahresberichte implementiert. Der Nutzer kann nach Auswahl verschiedener Filterkriterien und Darstellungsoptionen die Ergebnisse als aufbereitete Grafiken und Tabellen einsehen. Das abrufbare Angebot an Grafiken geht teilweise über das hinaus, was im Rahmen dieses Berichtes dargelegt wird.

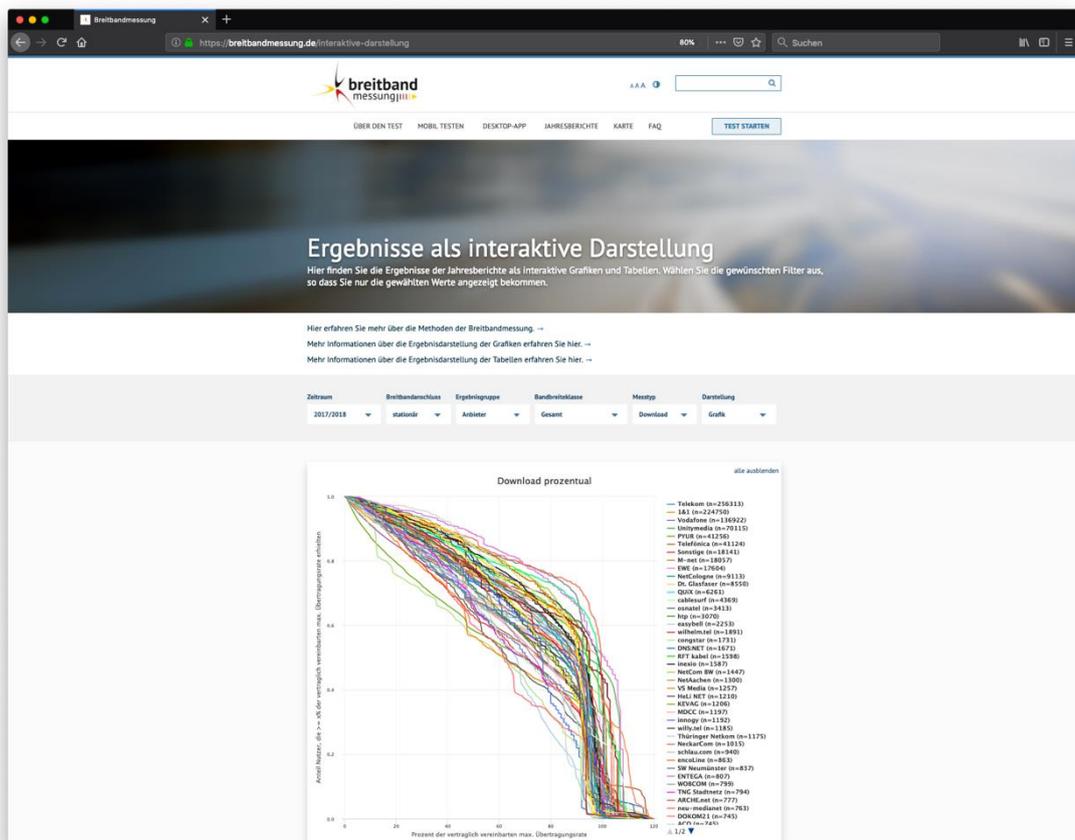


Abbildung 1.1: Interaktive Ergebnisdarstellung der Jahresberichte

Neben den Ergebnissen des Jahresberichtes wird auf <https://breitbandmessung.de/kartenansicht> eine browserbasierte Kartenfunktion bereitgestellt. In der Karte werden validierte Ergebnisse regional aufgegliedert und nach bestimmten Kriterien sortiert – z. B. nach Anbieter und/oder Bandbreiteklasse – abgebildet. Die Messergebnisse werden je nach Zoomstufe entweder als NUTS-3 Regionen (Kreise und kreisfreie Städte)¹ oder bei höheren Auflösungen in unterschiedlich großen Rastern (10 km und 2,5 km) dargestellt. Der Nutzer kann dabei auch den Betrachtungszeitraum der dargestellten Messungen festlegen und die aggregierten Messergebnisse der Kartendarstellung herunterladen.

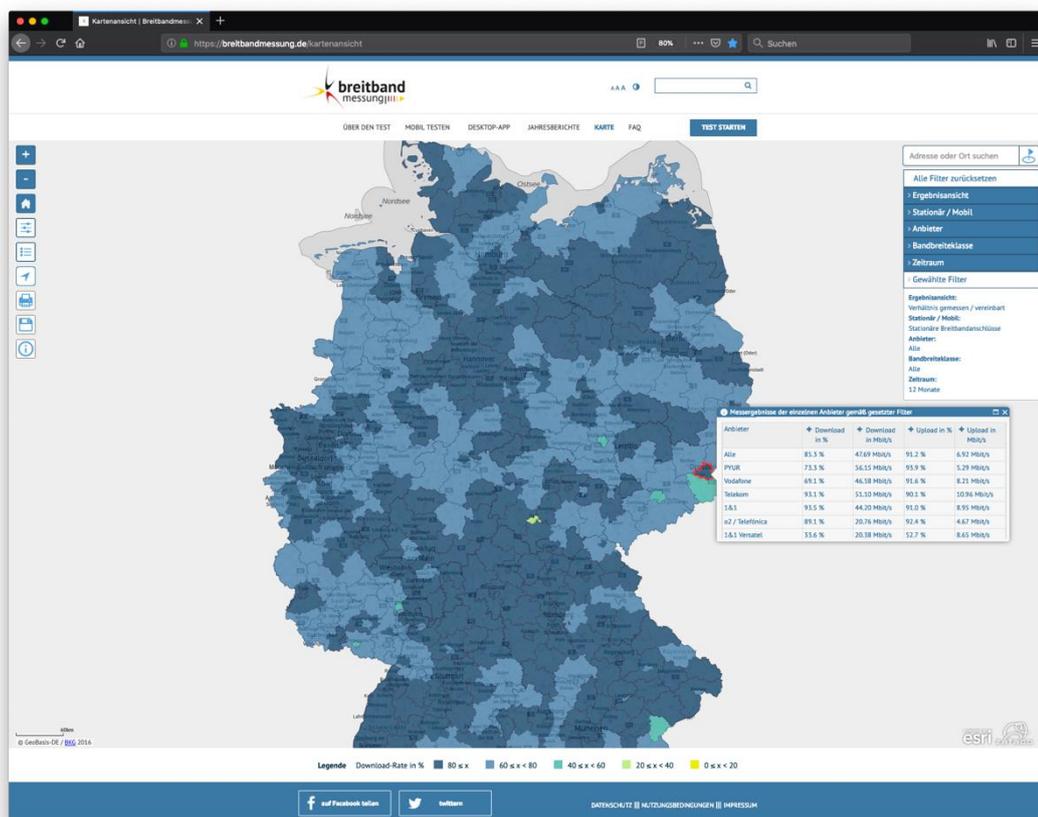


Abbildung 1.2: Kartendarstellung aggregierter Ergebnisse auf NUTS-3-Ebene

¹ NUTS (Nomenclature des unités territoriales statistiques) bezeichnet eine hierarchische Systematik zur eindeutigen Identifizierung und Klassifizierung der räumlichen Bezugseinheiten der amtlichen Statistik in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union. In Deutschland entsprechen die NUTS-3 Regionen der Kreisebene (Kreise und kreisfreie Städte).

1.2 Wesentliche Ergebnisse

In diesem Bericht werden die Ergebnisse der Breitbandmessung des dritten Betriebsjahres zusammenfassend dargestellt. Im Vergleich zu den vorangegangenen Jahresberichten wurde der Umfang der dargestellten Grafiken in einigen Unterkapiteln beim Upload und der Laufzeit sowie bei den Anbieterdarstellungen reduziert.

Die Reduzierung bei den Anbieterdarstellungen ist auf die nochmals gestiegene Zahl von im Jahresbericht zu berücksichtigenden Anbietern zurückzuführen. Für stationäre Breitbandanschlüsse beträgt die Anzahl der darzustellenden Anbieter für das Berichtsjahr bis zu 59, für mobile Breitbandanschlüsse bis zu 30 Anbieter. In den Kapiteln, in denen die Ergebnisse der einzelnen Anbieter dargestellt werden, wurde mit Blick auf die Verteilungsfunktionen eine Beschränkung auf die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen vorgenommen; sowohl bei den stationären als auch den mobilen Breitbandanschlüssen umfassen diese den weit überwiegenden Teil der gesamten validen Messungen.

Weitergehende Informationen und Darstellungen – insbesondere für alle Anbieter – können der interaktiven Ergebnisdarstellung unter <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden.

Im Mobilfunk wurde eine zusätzliche Bandbreiteklasse (500 Mbit/s) eingeführt. Diese trägt der Tatsache Rechnung, dass 500 Mbit/s-Verträge bei mobilen Anschlüssen aufgrund der Tarifstruktur einzelner Anbieter im vorliegenden Berichtsjahr deutlich an Bedeutung gewonnen haben.

Die im Jahresbericht betrachteten Messungen wurden vom 01.10.2017 bis zum 30.09.2018 durchgeführt. Insgesamt wurden für stationäre Breitbandanschlüsse 900.579 und für mobile Breitbandanschlüsse 384.999 valide Messungen berücksichtigt. Die Zahl an validen Messungen hat sich gegenüber dem vorangegangenen Zeitraum noch einmal deutlich erhöht (2016/2017: stationär 437.192; mobil 245.143).

Stationäre Breitbandanschlüsse

Über alle Bandbreiteklassen und Anbieter hinweg erhielten im Download 71,3 % der Nutzer mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate; bei 12,8 % der Nutzer wurde diese voll erreicht oder überschritten. Gegenüber dem Vorjahreszeitraum sind die Werte annähernd gleichgeblieben (2016/2017: 71,6 % der Nutzer erhielten mindestens die Hälfte, 12 % mindestens die volle vereinbarte maximale Datenübertragungsrate). Auch im aktuellen Berichtsjahr haben Endkunden insofern oftmals nicht die vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate erhalten.

Die Ergebnisse fielen in den einzelnen Bandbreiteklassen wieder unterschiedlich aus. Die Spanne reichte bezogen auf mindestens 100 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in den einzelnen Bandbreiteklassen von 4,1 % bis 24,8 % der Endkunden. Wie im Vorjahreszeitraum wurde der niedrigste Wert in der – bezogen auf die Messungen – überwiegend von ADSL-Anschlüssen geprägten Bandbreiteklasse 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) erzielt. Der höchste Wert wurde in der Bandbreiteklasse 4 (25 Mbit/s bis kleiner gleich 50 Mbit/s) beobachtet. Knapp dahinter lag mit 24 % die Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner gleich 500 Mbit/s).

Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate betragen 56,1 % bis 82,4 %, 51,5 % bis 77,5 %, 43,7 % bis 73,6 %, 28,2 % bis 68,3 % und 15 % bis 61,5 %. Dabei war die Reihung der Bandbreiteklassen an den entsprechenden Schwellwerten unterschiedlich. Die Werte haben sich mit Blick auf den Vorjahreszeitraum in den einzelnen Bandbreiteklassen nur geringfügig und sowohl zu niedrigeren als auch zu höheren Werten verändert.

Auch zwischen den Anbietern gab es mit Blick auf das Erreichen oder Überschreiten von 100 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate Unterschiede. Bezogen auf die Anbieter reichte die Spanne von 0 % bis 50,7 % der Endkunden. Im Vergleich

zum Vorjahreszeitraum hat sich die Spanne um mehr als 13 Prozentpunkte vergrößert. Allerdings ist anzumerken, dass sich die Zahl der betrachteten Anbieter aufgrund der gestiegenen Anzahl an Messungen deutlich erhöht hat.

Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten betragen 55,6 % bis 88,5 %, 50,7 % bis 83,4 %, 37,3 % bis 78,8 %, 26,8 % bis 76 % und 12,8 % bis 72,3 %. Bei den 59 dargestellten Anbietern erreichte demnach die Hälfte der Nutzer mindestens 60 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten. Bei einem Großteil der Anbieter erreichte mindestens ein Viertel der Kunden 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten. Im Vergleich zu den Vorjahreswerten bleibt festzustellen, dass die Spannen teilweise unverändert sind, einige Spannen sind auch geringfügig größer geworden.

Im Vergleich der Ergebnisse zwischen den Bundesländern zeigt sich, dass Stadtstaaten in bestimmten Bandbreitklassen bessere Ergebnisse vorweisen. Die Unterschiede zwischen den Bundesländern sind in den Bandbreitklassen 3 (18 Mbit/s bis kleiner 25 Mbit/s), 4 (25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s) und 7 (200 Mbit/s bis kleiner gleich 500 Mbit/s) am größten.

Im Tagesverlauf zeigten sich abermals Unterschiede zwischen den Bandbreitklassen. Insbesondere in der höchsten Bandbreitklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) fiel die absolute Leistung – wie bereits im Vorjahreszeitraum – in der abendlichen Peak-Zeit (18-24 Uhr) stark ab. Diese Bandbreitklasse wird durch Produkte der Kabelnetzbetreiber geprägt.

Die meisten Kunden waren mit der Leistung des Anbieters zufrieden (Noten 1 bis 3). Dabei ist der Anteil zufriedener Kunden mit 62 % leicht rückläufig (2016/2017: 64,2 %). Die Kundenzufriedenheit wird im Vorfeld der Messung abgefragt. Wie bereits im Vorjahreszeitraum hat sich gezeigt, dass zufriedene Endkunden einen besseren Verhältniswert der tatsächlichen gemessenen Datenüber-

tragungsrate im Vergleich zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erzielten.

Im Upload lag das generelle Niveau des prozentualen Verhältnisses von ermittelter zu vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate wieder über dem entsprechenden Niveau im Download.

Bezüglich der Laufzeit erreichten 87,6 % der Nutzer über alle Bandbreitklassen und Anbieter hinweg 40 ms oder weniger. Der Anteil hat sich gegenüber dem Vorjahreszeitraum erhöht (2016/2017: 83,7 %). Erneut wurden in höheren Bandbreitklassen geringere Laufzeiten gemessen. Bandbreitklasse 6 (100 Mbit/s bis kleiner gleich 200 Mbit/s) wies die kürzesten Zeiten auf. Geringe Laufzeiten sind insbesondere im Bereich der Video-Telefonie und der Online-Spiele von entscheidender Bedeutung.

Mobile Breitbandanschlüsse

Das generelle Niveau lag bei mobilen Breitbandanschlüssen auch im aktuellen Berichtszeitraum deutlich unter dem von stationären Breitbandanschlüssen.

Über alle Bandbreitklassen und Anbieter hinweg erhielten im Download 16,1 % der Nutzer mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate; bei 1,5 % der Nutzer wurde diese voll erreicht oder überschritten. Gegenüber dem Vorjahreszeitraum sind insgesamt geringere prozentuale Datenübertragungsraten gemessen worden (2016/2017: 18,6 % der Nutzer erhielten mindestens die Hälfte, 1,6 % die volle vereinbarte geschätzte maximale Datenübertragungsrate und mehr). Zu beachten ist, dass in diesem Berichtszeitraum die Bandbreitklasse 8 (500 Mbit/s) in die Analyse einbezogen wurde.

Die Spanne bezogen auf mindestens 100 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate reichte in den Bandbreitklassen von 0 % bis 9,7 % der Endkunden. Der Anteil der Endkunden, der die vertraglich vereinbarte geschätzte maximale

Datenübertragungsrate erreichte, ist dabei von der niedrigsten zur höchsten Bandbreiteklasse tendenziell abfallend.

Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate betragen 0 % bis 46,1 %, 0 % bis 38,1 %, 0 % bis 33,3 %, 0 % bis 28,5 % und 0 % bis 23,1 %. Dabei wurden in höheren Bandbreiteklassen tendenziell niedrigere Prozentwerte erreicht. Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum haben sich die Werte zum Teil erneut deutlich verschlechtert. Zwar nehmen die gemessenen Datenübertragungsraten zu, allerdings nicht im gleichen Maße wie die vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten, sodass hieraus ein reduzierter Verhältniswert resultiert.

Auch hinsichtlich der Anbieter zeigen sich Unterschiede. Die Spanne bezogen auf das Erreichen von mindestens 100 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate reichte hier von 0 % bis 3,3 % der Endkunden. Im Vorjahresvergleich hat sich die Wertespanne deutlich verkleinert (2016/2017: 0,4 % bis 8,3 %). Wie im Festnetz ist auch im Mobilfunk die Zahl der einzeln betrachteten Anbieter im aktuellen Berichtszeitraum, hier allerdings nur leicht, gestiegen. Die gemessenen Datenübertragungsraten nehmen für viele Anbieter zu, allerdings nicht im gleichen Maße wie die vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten, sodass hieraus in vielen Fällen ein reduzierter Verhältniswert resultiert.

Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate betragen 0,9 % bis 51,7 %, 0,3 % bis 44,4 %, 0 % bis 38,2 %, 0 % bis 32 % und 0 % bis 24,4 %. Die Reihung der Anbieter an den entsprechenden Schwellwerten war unterschiedlich. Wie bereits im Vorjahr ist bei zwei Drittel aller betrachteten Anbietern beobachtet worden, dass die Hälfte der Nutzer (entspricht dem Median) mindestens 20 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten.

Die Ergebnisse unterscheiden sich zwischen den Bundesländern – im Vergleich zur Betrachtung der stationären Breitbandanschlüsse – weniger deutlich, auch gesondert betrachtet nach Bandbreiteklassen ergibt sich ein homogeneres Bild mit einigen Ausnahmen in den Bandbreiteklassen 1, 2 und 6.

Die Endkunden bewerteten die Anbieter erneut weit überwiegend mit Noten von 1 bis 3 (74,7 %). Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum ist der Anteil jedoch rückläufig (2016/2017: 76,6 %). Die Kundenzufriedenheit wird im Vorfeld der Messung abgefragt. Der im Rahmen der Breitbandmessung ermittelte Verhältniswert lag bezogen auf die Ergebnisse im Mobilfunk wieder auf einem geringen Niveau. Dies legt weiterhin den Schluss nahe, dass die Nutzer bei mobilen Breitbandanschlüssen eher die Mobilität und die zur Verfügung stehende Performance bewerten als das Erreichen der in Aussicht gestellten Datenübertragungsrate.

Im Upload lag das prozentuale Verhältnis von ermittelter zu vertraglich vereinbarter geschätzter maximaler Datenübertragungsrate auf einem ähnlichen Niveau wie im Download. Hier hat sich das prozentuale Verhältnis im Vorjahresvergleich geringfügig verschlechtert. Der Anteil der Nutzer die mindestens 50 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten hat sich von 18,3 % (2016/2017) auf 18,1 % für den aktuellen Berichtszeitraum verringert.

Generell wurden bei mobilen Breitbandanschlüssen deutlich höhere Laufzeiten als bei stationären Breitbandanschlüssen ermittelt. Die Laufzeiten haben sich aber im Jahresvergleich verringert. Eine Laufzeit von 40 ms oder weniger wurde im aktuellen Berichtszeitraum von 4,2 % der Nutzer bei mobilen Breitbandanschlüssen erreicht (3,1 % 2016/2017). Laufzeiten von 100 ms oder weniger wurden von 82,4 % der Nutzer gemessen, gegenüber 75,2 % in 2016/2017.

1.3 Methoden der Breitbandmessung

Die Teilnahme von Endnutzern an der Breitbandmessung ist eigen-initiiert und damit nicht zufällig.

Die Ergebnisse der Breitbandmessung hängen davon ab, welchen Tarif der Nutzer mit dem Anbieter vereinbart hat. Insofern können auf der Grundlage der Breitbandmessung keine Aussagen zur Versorgungssituation oder Verfügbarkeit von breitbandigen Internetzugangsdiensten getroffen werden.

Die Breitbandmessung basiert u. a. auf Endkundenangaben, z. B. zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate und hinsichtlich der Testumgebung (Anbindung und weitere Einflussfaktoren), deren technische Überprüfbarkeit nur in Teilen möglich ist.

Im Rahmen der Breitbandmessung werden die Tarifinformationen der Anbieter mittels Auswahlmenü vorgefiltert. Dabei wird auf die seitens der TK-Unternehmen gemeldeten Tarifdaten zurückgegriffen. Die individuelle Tarifauswahl erfolgt dann auf Grundlage der vorgenommenen Vorfilterung durch den Nutzer. Eine fehlerhafte Tarifauswahl kann nicht ausgeschlossen werden. Dies kann auch Auswirkungen auf die Zuordnung von Messungen zu den einzelnen Bandbreitklassen haben.

Die Auswertung der Messdaten für den Jahresbericht bezieht sich auf valide Daten. Vor der Auswertung werden alle erfassten Messdaten einer Validierung unterzogen und nicht valide Messungen verworfen. So wurden bei stationären Breitbandanschlüssen Messungen, die laut Kundenangabe über WLAN oder unter Vorliegen weiterer potenzieller Einflussfaktoren erfolgten (insbesondere Messungen mit parallelem Datenverkehr), nicht berücksichtigt.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Endkunden ihre Testumgebung unzutreffend eingeschätzt haben. Es ist daher davon auszugehen, dass die im Bericht wiedergegebenen Ergebnisse der Endkundenmessungen regelmäßig ungünstiger sind, als sie bei einer optimalen Testumgebung konstatiert würden.

Bei Messungen über die Breitbandmessung/Funkloch-App konnten WLAN-Messungen technisch erkannt werden und wurden nicht berücksichtigt.

Mehrfachmessungen wurden bei stationären Breitbandanschlüssen auf die jeweils letzte Messung je Anschluss und Quartal beschränkt. Im Mobilfunkumfeld sind Mehrfachmessungen nicht relevant, da eine minimale örtliche Änderung bereits zu einem gänzlich anderen Messergebnis führt.

Messwerte mit einer ermittelten prozentualen Datenübertragungsrate jenseits von 120 % wurden von der Analyse ausgeschlossen, da diese Werte größtenteils auf Fehleingaben der Nutzer oder fehlerhaften Tariftmeldungen hinsichtlich der vertraglich zugesicherten Bandbreite beruhen dürften. Mögliche Ausreißer nach unten wurden nicht gefiltert.

Eine Darstellung als definierte Gruppe erfolgt, wenn eine Mindestzahl von 400 validen Messungen vorliegt. Dies trifft z. B. auf eine namentliche Nennung von Anbietern zu. Andernfalls werden die Messwerte einer Gruppe „Sonstige“ zugeordnet.

In diesem Bericht wird aus Gründen der Übersichtlichkeit eine Fokussierung auf die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen pro Analysegruppe vorgenommen. Die Darstellung aller Anbieter mit mehr als 400 validen Messungen ist unter [➔ https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung](https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung) abrufbar.

1.4 Überblick über den Jahresbericht

In Kapitel 2 des Berichts wird das Messkonzept beschrieben. Anschließend wird in Kapitel 3 das Konzept zur Datenauswertung dargelegt. Dies beinhaltet Erläuterungen zur Stichprobengewinnung, zu den einzelnen Validierungsschritten und zum durchgeführten statistischen Monitoring. Die Darstellung der Messergebnisse wird in Kapitel 4 erläutert. Kapitel 5 enthält die Ergebnisse der Validierung und des statistischen Monitorings sowie zur Kundenzufriedenheit.

Die Ergebnisse der Messungen stationärer Anschlüsse, die Ergebnisse für die mobilen Breitbandanschlüsse sowie der jeweilige Vergleich mit den Vorjahreszeiträumen folgen in den Kapiteln 6, 7, 8 und 9.

In Kapitel 10 werden die im Rahmen der Breitbandmessung verwendeten Anbieterbezeichnungen aufgeführt. Die Kapitel 11 bis 14 enthalten das Glossar, Hinweise zu weiteren Dokumenten sowie ein Abbildungs- und Tabellenverzeichnis. Kapitel 15 und 16 beinhalten die verwendete Statistiksoftware sowie das Impressum.

Material und Methoden

2 Messkonzept

Mit der Breitbandmessung können Endkunden schnell und einfach die Geschwindigkeit ihres Internetzugangs messen und dadurch die Leistungsfähigkeit ihres stationären und/oder mobilen Breitbandanschlusses ermitteln. Eine Messung ist anbieter- und technologieunabhängig möglich.

Die Breitbandmessung erlaubt es, die tatsächliche Datenübertragungsrate des Breitbandanschlusses mit der vertraglich vereinbarten Datenübertragungsrate zu vergleichen.

Für eine detaillierte Beschreibung des Messkonzeptes wird auf folgende Dokumente verwiesen, die separat vorliegen und unter [↗ https://breitbandmessung.de/ueber-den-test](https://breitbandmessung.de/ueber-den-test) abrufbar sind:

- Das Dokument „Technische Spezifikation“ stellt ausführlich den technischen Aufbau und die technischen Abläufe von Messsystem und Messverfahren dar.
- Im Dokument „Beschreibung – Die Breitbandmessung aus Sicht des Endkunden“ sind die Bedienung und der Ablauf aus Endkundensicht Schritt für Schritt erläutert.

2.1 Überblick Messkonzept

Das der Breitbandmessung zugrunde liegende Messkonzept besteht aus einem Messsystem und einem Messverfahren. Dabei bezeichnet das Messsystem die Kombination aus Messstelle (Messclient) und Gegenmessstelle (Daten-Referenz-System) und das Messverfahren den technischen Messprozess.

Die Messung stationärer breitbandiger Internetzugangsdienste erfolgt browserbasiert auf der Webseite

[↗ https://breitbandmessung.de](https://breitbandmessung.de).

Die Endkundenmessung wird durch einen HTML5 Messclient mit WebSockets im Browser des Endkunden-PC durchgeführt. Da mit WebSockets eine sog. native Webtechnologie zum Einsatz kommt, erfolgt die Messung ohne zusätzliches Add-On.

Ein App-basierter Messclient erlaubt die Messung mobiler breitbandiger Internetzugangsdienste durch Endkunden mittels Smartphones oder Tablets, wobei Android (Java) und iOS (ObjectiveC) unterstützt werden. Es werden Messungen auf dem Endkunden-Gerät für alle Technologien wie z. B. GPRS, UMTS, LTE und WIFI ermöglicht.

Die Gegenstelle für die Messungen bilden Messserver (Daten-Referenz-System). Eine zentrale Ablaufsteuerung stellt einen kontrollierten Ablauf des Messverfahrens sicher.

Bei der eigentlichen Messung (Messverfahren) ist der technische Ablauf in beiden Fällen (stationär und mobil) identisch.

Sämtliche Messdaten werden in zentralen Datenbank-Systemen gespeichert und verarbeitet. Dort werden die Daten zum einen für eine zeitnahe, aggregierte Darstellung validiert und aufbereitet. Zum anderen erfolgt hier eine ausführliche Auswertung für den jährlichen Bericht.

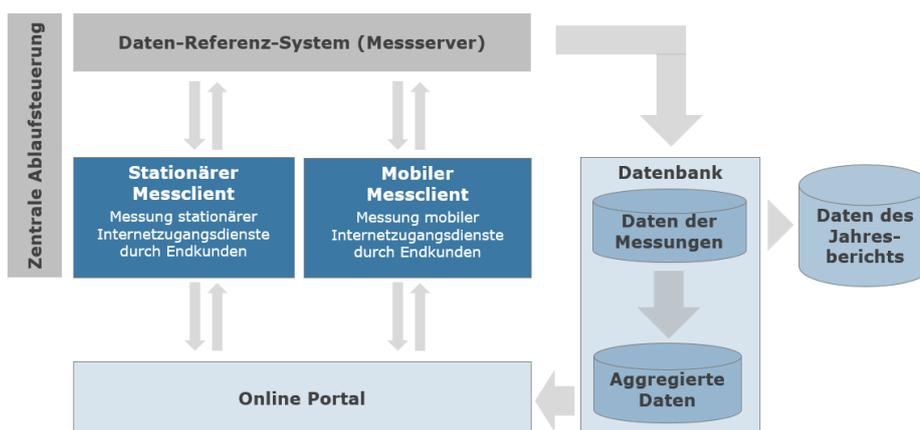


Abbildung 2.1: Übersicht Messkonzept

2.2 Messsystem

2.2.1 Messclient Festnetz

Die für den Berichtszeitraum berücksichtigten Messungen wurden browserbasiert auf der Webseite [➔ https://breitbandmessung.de/](https://breitbandmessung.de/) durchgeführt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass verschiedene Effekte auftreten können, die das Messergebnis beeinflussen. Dazu zählen die Art der Anbindung (LAN, WLAN), paralleler Datenverkehr durch zusätzliche Endgeräte (z. B. Smartphones, Tablets), aktive Prozesse/Anwendungen (z. B. Virens Scanner oder Firewalls) sowie das auf dem Endkundengerät verwendete Betriebssystem und die Browserversion (z. B. Implementierung des TCP/IP-Protocol Stacks).

2.2.1.1 Ablauf und erfasste Anschlussdaten

Der Endkunde musste vor der Messung die Bestimmungen zum Datenschutz und die Nutzungsbedingungen akzeptiert haben. Dabei wurde insbesondere auch die Einwilligung in die Nutzung der im Rahmen des Messverfahrens erhobenen Daten bestätigt.

Der Endkunde wurde vor der Messung gefragt, ob die Messung über eine kabelgebundene Verbindung (LAN) oder eine drahtlose Verbindung (WLAN) erfolgt. Der Nutzer wurde darauf hingewiesen, dass eine Messung über WLAN möglich ist, sich aber nachteilig auf das Messergebnis auswirken kann.

Neben der Art der Anbindung (LAN/WLAN) können weitere Faktoren das Messergebnis nachteilig beeinflussen. Deshalb sollte der Test ohne andere parallel auf dem PC laufende Anwendungen (z. B. WebTV, IPTV, Betriebssystem-Updates) durchgeführt werden. Außerdem sollte die Messung mit angeschlossenem Netzteil und deaktiviertem Energiesparmodus sowie ohne Nutzung von Powerline erfolgen. Der Endkunde wurde vor der Messung gefragt, ob die oben genannten Punkte bei der Messung beachtet wurden.

Vor Durchführung der Messung wurden darüber hinaus folgende Daten des zu messenden Anschlusses mittels Nutzerdialog erfasst: Postleitzahl, Anbieter, vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate im Download, Tarif-Typ, Begrenzung der Datenübertragungsrate nach Überschreiten eines inkludierten monatlichen Datenvolumens, Kundenzufriedenheit. Für zwei Anbieter (1&1, techninet) wurde bereits die Möglichkeit der automatischen Auslesung der Tarifinformationen aus einem Vertragsdatenserver des Anbieters implementiert. Durch dieses Verfahren werden die individuellen Tarifdaten des Endkunden automatisiert zur Verfügung gestellt, wenn der Endkunde dieses wünscht und die Zustimmung dazu erteilt. Eine manuelle Eingabe ist weiterhin möglich.

Auf Basis des angegebenen Anbieters und der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate wurden die Tarif-Typen der Anbieter – soweit vorhanden – aus der Tarifdatenbank der Breitbandmessung abgerufen.

Im Zuge des Inkrafttretens der TK-Transparenzverordnung besteht seit dem 01.06.2017 eine Meldepflicht für Tarifdaten. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte eine Vielzahl von Anbietern ihre Tarifdaten freiwillig übermittelt.

Zur Erfassung der Daten wurde ein Tarifdatenportal erstellt, über das die Unternehmen seit dem 01.05.2017 ihre Tarife melden.

Im Zuge der Transparenzverordnung wird außerdem zusätzlich die normalerweise zur Verfügung stehende Datenübertragungsrate von den Anbietern abgefragt und im Messergebnis dargestellt.

Bei der Messung wurden folgende Schritte nacheinander durchlaufen:

- Abfrage zusätzlicher Parameter aus dem Router (s. 2.2.1.2),
- Durchführung der Laufzeit-Messung,
- Durchführung der Download-Messung,
- Durchführung der Upload-Messung (s. jeweils 2.3).

Am Ende der Messung erfolgte für Tarife, die laut Endkundenangabe eine Begrenzung der Datenübertragungsrate bzw. Drosselung nach Überschreiten eines inkludierten monatlichen Datenvolumens vorsehen, die Abfrage, ob das „Inklusivvolumen“ während der Messung bereits überschritten war und deshalb eine Drosselung vorlag.

Mit Inkrafttreten der TK-Transparenzverordnung zum 01.06.2017 unterliegen die TK-Anbieter einer allgemeinen Meldepflicht gegenüber der Bundesnetzagentur. Diese umfasst die wesentlichen Leistungsmerkmale (Datenübertragungsraten) eines Tarifs. Nicht umfasst sind hingegen weitere Tarifmerkmale wie beispielsweise ein bestimmtes „Inklusivvolumen“. Daher ist es seit dem Inkrafttreten der TK-Transparenzverordnung notwendig, eine mögliche vertraglich vorgesehene Drosselung ausschließlich beim Endnutzer abzufragen.

Abschließend erfolgte eine Darstellung des individuellen Ergebnisses des Endkunden. Das Ergebnis konnte elektronisch gespeichert sowie ausgedruckt werden.

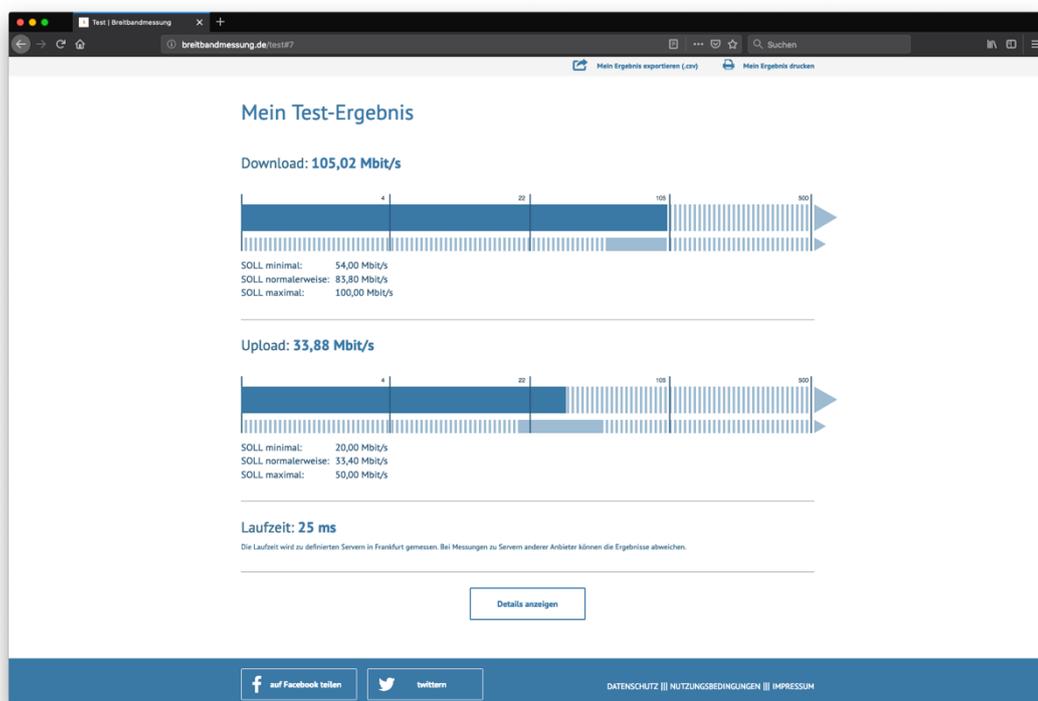


Abbildung 2.2: Individuelle Ergebnisdarstellung für stationäre Anschlüsse

2.2.1.2 Abfrage zusätzlicher Werte aus Routern

Die Abfrage zusätzlicher Parameter aus dem Router konnte nur bei bestimmten Teilmengen von Routern (aktuell: AVM FRITZ!Box) erfolgen. Hierdurch konnten Angaben zur synchronisierten Datenrate der Leitung und zur Art der Anbindung ermittelt werden.

Mit der synchronisierten Datenrate wird die Datenrate bezeichnet, mit der sich das Modem mit dem Anschlussnetz des Breitbandanbieters verbindet, d. h. diese stellt die Datenübertragungsrates der Anschlussleitung dar. Sie kann dabei je nach der Produktgestaltung des Breitbandanbieters unter der Datenrate liegen, die die Teilnehmeranschlussleitung entsprechend ihrer Qualität und – in Abhängigkeit von der Anschlusstechnologie – entsprechend ihrer Länge maximal zulässt. Die synchronisierte Datenrate kann abweichend davon auch die vom Breitbandanbieter provisionierte Datenrate darstellen. Darüber hinaus ist z. B. zu berücksichtigen, dass bei einigen Technologien bereits im Anschlussnetz dessen Ressourcen durch mehrere Nutzer gemeinsam verwendet werden (z. B. bei Kabelanschlüssen). Zudem erfasst die synchronisierte Datenrate nicht die – technologieunabhängige – gemeinsame Nutzung von Ressourcen im Konzentrationsnetz.

Hinsichtlich der Art der Anbindung erfolgte eine Abfrage der Schnittstellen des Endkunden-PC und des Routers (LAN/WLAN). Daher konnte für diese Teilmenge an Routern – unabhängig von der Endnutzer-Angabe zur Art der Anbindung – erkannt werden, ob die Messung über WLAN erfolgte und mit welcher Datenrate der Endkunden-PC mit dem Router verbunden war.

2.2.2 Messclient Mobilfunk

Die Messung wurde App-basiert mittels Java (Android) bzw. ObjectiveC (iOS) auf dem Endkunden-Gerät durchgeführt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass verschiedene Faktoren das Testergebnis beeinflussen können. Dazu zählen tarifbedingte Begrenzungen der Datenübertragungsrates (Drosselung nach Überschreiten eines inkludierten monatlichen Volumens), die Auslastung

des Internetzugangsanbieters und die Anzahl der aktiven Nutzer in der gleichen Mobilfunkzelle oder dem gleichen Netzsegment. Daneben können das Endgerät, die bei der Messung verwendete Mobilfunk-Technologie (GPRS, UMTS, LTE) sowie die Netzabdeckung und Versorgungsqualität am Messstandort eine Rolle spielen. Hierunter fällt auch, ob die Mobilfunkmessung innerhalb oder außerhalb eines Gebäudes oder in Bewegung (z. B. während einer Auto- oder Zugfahrt) erfolgt ist.

2.2.2.1 Ablauf und erfasste Anschlussdaten

Der Endkunde musste vor der Messung die Bestimmungen zum Datenschutz und die Nutzungsbedingungen akzeptiert haben. Dabei wurde insbesondere auch die Einwilligung in die Nutzung der im Rahmen des Messverfahrens erhobenen Daten bestätigt.

Wenn vor Beginn der Messung festgestellt wurde, dass das Gerät über WLAN verbunden ist, wurde der Endkunde hierüber informiert. Die anschließende Messung wurde dann als WLAN-Messung erfasst.

Mittels Nutzerdialog wurden anschließend folgende Daten des zu messenden Anschlusses ermittelt: Standort („in einem Gebäude“, „im Freien“, „in Bewegung“)², Anbieter, vertraglich vereinbarte geschätzte maximale Datenübertragungsrate im Download, Tarif-Typ, Begrenzung der Datenübertragungsrate nach Überschreiten eines inkludierten monatlichen Datenvolumens sowie Kundenzufriedenheit. Bei einigen Anbietern (momentan Telekom und Vodafone) ist der automatische Abruf von Teilen der Tarifinformationen aus der Breitbandmessung heraus möglich gewesen. Durch dieses Verfahren werden die individuellen Tarifdaten des Endkunden automatisiert zur Verfügung gestellt, wenn der Endkunde die Zustimmung dazu erteilt. Eine manuelle Eingabe ist weiterhin möglich.

² Die Abfrage des Standortes ist zu Beginn des vierten Betriebsjahres der Breitbandmessung entfallen (Oktober 2018).

Auf Basis des angegebenen Anbieters und der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate wurden die Tarif-Typen der Anbieter – soweit vorhanden – aus der Tarifdatenbank der Breitbandmessung abgerufen.

Im Zuge des Inkrafttretens der TK-Transparenzverordnung besteht seit dem 01.06.2017 eine Meldepflicht für Tarifdaten. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte eine Vielzahl von Anbietern ihre Tarifdaten freiwillig übermittelt. Zur Erfassung der Daten wurde ein Tarifdatenportal erstellt, über das die Unternehmen ab dem 01.05.2017 ihre Tarife melden.

Bei der Messung wurden folgende Schritte nacheinander durchlaufen:

- Abfrage zusätzlicher Parameter aus dem Endgerät (s. 2.2.2.2),
- Durchführung der Laufzeit-Messung,
- Durchführung der Download-Messung,
- Durchführung der Upload-Messung (s. jeweils 2.3).

Im Rahmen einer Messung wird zudem erfasst, ob der Tarif eine Begrenzung der Datenübertragungsrate bzw. Drosselung nach Überschreiten eines inkludierten monatlichen Datenvolumens vorsieht. Dies war mittels der von Anbietern zur Verfügung gestellten Tarifinformationen bzw. in Fällen, in denen die entsprechenden Informationen nicht vorlagen, über eine Endkundenabfrage möglich. Am Ende der Messung erfolgte für Tarife, die laut Tarifangabe/Endkundenangabe eine Begrenzung der Datenübertragungsrate bzw. Drosselung nach Überschreiten eines inkludierten monatlichen Datenvolumens vorsehen, die Abfrage, ob das „Inklusivvolumen“ während der Messung bereits überschritten war und deshalb eine Drosselung vorlag.

Mit Inkrafttreten der TK-Transparenzverordnung zum 01.06.2017 unterliegen die TK-Anbieter einer allgemeinen Meldepflicht gegenüber der Bundesnetzagentur. Diese umfasst die wesentlichen Leistungsmerkmale (Datenübertragungsraten) eines Tarifs. Nicht

umfasst sind hingegen weitere Tarifmerkmale wie beispielsweise ein bestimmtes „Inklusivvolumen“. Daher ist es seit dem Inkrafttreten der TK-Transparenzverordnung notwendig, eine mögliche vertraglich vorgesehene Drosselung ausschließlich beim Endnutzer abzufragen.

Abschließend erfolgte eine Darstellung der individuellen Ergebnisse des Endkunden. Die App ermöglicht einen Zugriff auf alle von einem Endgerät durchgeführten Messungen. Diese werden entweder in einer tabellarischen Ansicht oder als Kartenansicht dargestellt, in der der Ort der Messung markiert ist und Messwerte und Messbedingungen in einem Pop-Up angezeigt werden.



Abbildung 2.3: Individuelle Ergebnisdarstellung für mobile Anschlüsse

2.2.2.2 Abfrage zusätzlicher Werte aus Endgeräten

Für beide mobilen Betriebssysteme iOS und Android konnten aus dem Endgerät als zusätzliche Parameter Angaben zur Technologie und zu den Mobilfunkstandards abgefragt werden. Diese Angaben liegen für alle App-Messungen vor.

Hinsichtlich der Technologie (Mobilfunk/WLAN) ist zu beachten, dass der Messclient die Wahl des Netzzugangs nicht beeinflusst hat. Dem Nutzer wurde während des Tests lediglich signalisiert, über welche Technologie die Messung abläuft. Auch nach der Messung wurde dies in der Ergebnishistorie dargestellt. So konnten Nutzer auch über einen verfügbaren WLAN-Zugang, z. B. am heimischen DSL-Anschluss oder an einem öffentlichen HotSpot (Bahnhof, Flughafen, Hotel, Restaurant, etc.), die augenblickliche Performance der Datenübertragung von ihrem Endgerät bis zum Messserver messen.

Des Weiteren erkannte der Messclient den verwendeten Mobilfunkstandard. Im Berichtszeitraum wurden in deutschen Mobilfunknetzen drei parallel betriebene Mobilfunkstandards angeboten (2G, 3G, 4G). Jede Generation von Mobilfunkstandards bietet eine Anzahl von weiteren Gruppen, die unterschiedliche Übertragungsraten im Up- und Download ermöglichen.

2.2.3 Daten-Referenz-System

Für die stationären Endkundenmessungen wurden in Rechenzentren in Frankfurt/Main bis zu 5 dedizierte Messserver und für die mobilen Endkundenmessungen bis zu 3 dedizierte Messserver in Nürnberg (Daten-Referenz-System) mit einer Anbindung von jeweils 10 Gbit/s als Gegenstelle eingerichtet. Die Rechenzentren verfügten über mehrfach redundante Außenanbindungen und Peerings zu unterschiedlichen Breitbandanbietern (3520 Gbit/s Private Peering). Die Rechenzentren in Frankfurt/Main befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Deutschen Commercial Internet Exchange (DE-CIX) (200 Gbit/s Public Peering). Diese sind direkt über mehrere BGP Router redundant mit der Apollon Plattform des DE-CIX, dem wichtigsten Internet-Knoten Deutschlands, verbunden. Hierüber hinaus bestehen weitere Verbindungen zu Austauschnoten wie N-IX

Nürnberg (30 Gbit/s Public Peering), BCIX Berlin (10 Gbit/s Public Peering) und ECIX Düsseldorf (10 Gbit/s Public Peering). Durch diese Anbindung (insgesamt 660 Gbit/s Public Peering) wurde eine kostengünstige und unmittelbare Erreichbarkeit für die Anbieter erreicht.

Das Daten-Referenz-System bestand aus Messservern und Load Balancer. Dieses System gewährleistete eine ausreichende Performance über die gesamte Messdauer.

2.3 Messverfahren

Für die Messung stationärer und mobiler Anschlüsse kam dasselbe Messverfahren zum Einsatz.

Das Messverfahren berücksichtigt die im Bericht „BEREC Net Neutrality Regulatory Assessment Methodology“ (BoR (17) 178) veröffentlichten Empfehlungen des Gremiums Europäischer Regulierungsstellen für elektronische Kommunikation (BEREC).

2.3.1 Datenübertragungsrate

Zur Messung der Datenübertragungsrate wurde über das Netz eine Datenübertragung (TCP/IP) zwischen dem Messclient (stationär bzw. mobil) und jeweils einem der bis zu 5 bzw. 3 zugewiesenen Messserver mit einer Anbindung von jeweils 10 Gbit/s durchgeführt. Während der Messung kommunizierte der Messclient ausschließlich mit dem zugewiesenen Messserver.

Durch die Monitoring-basierte Laststeuerung wurde sichergestellt, dass die Messserver bei jeder Messung über eine ausreichende Bandbreite verfügen.

2.3.1.1 Download

Um eine realitätsnahe Nutzungssituation abzubilden, wurde das von Endkunden häufig angewandte Hypertext Transfer Protokoll (HTTP) eingesetzt. Aufbauend auf diesem Protokoll werden die Nutzdaten zur Lastgenerierung innerhalb von WebSocket-Verbindungen übermittelt.

Hierzu wurden vier parallele HTTP-WebSocket-Datenströme initiiert, die mit ausreichend Daten von dem Daten-Referenz-System auf den Messclient übertragen werden. Dazu wurde während der Messung kontinuierlich eine zufällige und hinreichend große Datenmenge auf dem Daten-Referenz-System bereitgestellt. Hinreichend groß bedeutet hier, dass auch bei der maximal betrachteten Datenübertragungsrate (500 Mbit/s) sichergestellt wurde, dass während des gesamten Messzeitraums ein Datentransfer stattfand und die auf dieser Strecke maximal mögliche Datenübertragungsrate gemessen werden konnte.

Die Datenübertragung aller Datenströme wurde nach einer festgelegten Zeit von 10 Sekunden abgebrochen. Bei der Bestimmung des Zeitfensters wurden die Effekte der TCP Congestion Control (Überlaststeuerung) berücksichtigt.

Die Download-Zeit ergibt sich als Zeit vom Startzeitpunkt der letzten HTTP-Verbindung inklusive der Berücksichtigung der Effekte der TCP Congestion Control bis zum ersten Abbruchzeitpunkt der parallelen HTTP-Verbindung der WebSocket-Datenübertragung. Damit bezeichnet die Download-Zeit den Zeitraum, während dem alle parallelen WebSockets-Verbindungen Last erzeugen.

Die Datenmenge, die übertragen wurde, berechnet sich aus der Summe der geladenen TCP-Nutzdaten der einzelnen WebSocket-Verbindungen während der Download-Zeit.

Aus Datenmenge und Download-Zeit wurden der Download-Durchsatz und damit die zur Verfügung stehende Download-Datenübertragungsrate in Mbit/s berechnet.

2.3.1.2 Upload

Die Upload-Messung erfolgte analog zur Download-Messung.

2.3.2 Laufzeit

Das Prinzip der Laufzeitmessung basierte auf dem Versenden von WebSocket Control Frames auf dem definierten Port 80 vom Messserver. Diese Anfrage wird von den auf der Übertragungsstrecke beteiligten Netzknoten weitergeleitet und vom angesprochenen System in umgekehrter Richtung beantwortet. Die Laufzeit entspricht der Zeit, die vom Absenden der Anfrage bis zum Erhalt der Antwort vergangen ist (Round Trip Time, RTT).

Eine Laufzeitmessung bestand aus 10 hintereinander im Abstand von jeweils einer Sekunde ausgeführten WebSocket Requests vom Messserver zu einem Messclient.

Mit dem Laufzeit-Mittelwert wurde die mittlere Antwortzeit aller einzelnen Laufzeiten (WebSocket) einer Laufzeitmessung in Millisekunden dargestellt.

3 Datenauswertung

Die Ergebnisse der Breitbandmessung beruhen auf den durchgeführten Endkundenmessungen. Diese hängen davon ab, welchen Tarif der Nutzer mit dem Anbieter vereinbart hat. Insofern können auf der Grundlage der Breitbandmessung keine Aussagen zur Versorgungssituation oder Verfügbarkeit von breitbandigen Internetzugangsdiensten getroffen werden.

Die Breitbandmessung bildet vielmehr nachfrageseitig die im Markt bestehenden Verträge ab und zeigt auf, inwieweit im Rahmen der Messungen die vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate erreicht oder überschritten wurde.

3.1 Stichprobenerhebung

Der Jahresbericht der Breitbandmessung basiert auf einer Stichprobe der Breitbandanschlüsse in Deutschland. Die Stichprobe wurde über ein Crowdsourcing-Verfahren, d. h. eine offene Endkundenmessumgebung, gewonnen. Dabei wurde jeder messende Anschluss – nach erfolgter Validierung – in die Stichprobe aufgenommen.

Warum ist die Stichprobe nicht im statistischen Sinne repräsentativ?

Im statistischen Sinne repräsentativ ist eine Stichprobe dann, wenn jedes Mitglied der Grundgesamtheit, d. h. jeder Besitzer eines Breitbandanschlusses, mit derselben Wahrscheinlichkeit als Teilnehmer in die Stichprobe aufgenommen wird. Dies ist z. B. bei einer einfachen Zufallsstichprobe der Fall. Für den Jahresbericht der Breitbandmessung gilt dies nicht, da Endkunden aus eigenem Antrieb – und damit nicht zufällig – an der Breitbandmessung teilgenommen haben.

Warum ist eine optimale Stichprobe für die Breitbandmessung nicht möglich?

Das primäre Ziel der Breitbandmessung ist es, Endkunden eine schnelle und einfache Möglichkeit zu bieten, anbieter- und technologieunabhängig die Leistungsfähigkeit ihres stationären oder mobilen Internetzugangsdienstes zu erfassen und zu bewerten. Vor diesem Hintergrund wurde das Verfahren der offenen Endkundenmessung gewählt, in dem Endkunden lediglich das Angebot einer Messung zur Verfügung gestellt wird; ob diese dann messen oder nicht, liegt in deren eigenen Ermessen.

Eine zufällige Auswahl würde verlangen, dass zufällig aus der Grundgesamtheit ausgewählte Privathaushalte mit Breitbandanschlüssen zur Messung herangezogen würden. Eine solche Ziehung der Teilnehmer erfordert, dass alle Internetzugangsanbieter Daten über ihre Kunden zur Verfügung stellen. Die Alternative, den Internetzugangsanbietern die zufällige Auswahl der Stichprobe aus ihren Datenbeständen zu überlassen, scheidet aus Neutralitätsgründen aus, da dann das Auswahlverfahren nicht überprüfbar wäre und die Gefahr einer Beeinflussung bestünde.

Selbst wenn es möglich wäre, eine Zufallsauswahl aus allen Haushalten mit Breitbandanschlüssen zu treffen, würde eine Verzerrung dadurch entstehen, dass nicht alle ausgewählten Haushalte zur Teilnahme bereit wären. Dies wäre nur durch eine „Messpflicht“ zu umgehen. Das Konzept der offenen Endkundenmessung ist in dieser Hinsicht einfacher und praktikabler.

Offene Endkundenmessung

Die offene Endkundenmessung basiert auf der eigeninitiierten Teilnahme von Endnutzern. Ob ein Endnutzer sich beteiligt, hängt davon ab, ob er von der Breitbandmessung Kenntnis hat und ob er willens ist, den Test zu nutzen. Der Bekanntheitsgrad der Breitbandmessung wurde durch verschiedene Pressemitteilungen der Bundesnetzagentur und Kundenhinweise der Anbieter auch im dritten Jahr der Breitbandmessung erhöht.

Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass bestimmte Nutzergruppen schlechter informiert sind als andere. Die Teilnahmebereitschaft hängt von persönlichen und lokalen Faktoren wie beispielsweise der Kundenzufriedenheit, der Internetaffinität oder der Wettbewerbssituation vor Ort ab. Es ist beispielsweise möglich, dass Kunden, die unzufrieden mit der Qualität ihrer Internetverbindung sind, tendenziell ein größeres Interesse haben, die tatsächliche Bandbreite zu messen als solche, die im Großen und Ganzen zufrieden sind. Die Stichprobenauswahl bei der freiwilligen Teilnahme ist also einer Selbstselektion unterworfen.

Auswirkungen der Selbstselektion

Durch die Selbstselektion ist eine erwartungstreue Schätzung der Mittelwerte in der Grundgesamtheit nicht gewährleistet. Erwartungstreu bedeutet, dass bei wiederholter Stichprobenziehung im Mittel die Mittelwerte in der Stichprobe genau denen in der Grundgesamtheit entsprechen.

Inwieweit Verzerrungen bei der Stichprobensammensetzung die Aussagekraft beeinflussen, hängt von der Art der Aussagen ab, die gemacht werden. Es ist wahrscheinlich, dass mögliche Verzerrungen Anbieter, Produkte und Regionen gleichermaßen betreffen. Beispielsweise ist nicht zu erwarten, dass von Anbieter A nur sehr unzufriedene, von Anbieter B hingegen nur die besonders zufriedenen Kunden teilnehmen. Unter der Voraussetzung, dass die Teilnahmemotivation unabhängig von den Faktoren ist, die das eigentliche Ziel der Untersuchung darstellen (Anbieter, Produkt, geografischer Bereich), können trotz einer möglichen Verzerrung der Stichprobe valide Aussagen über die Unterschiede, z. B. zwischen Anbietern und Regionen, gemacht werden.

Die offene Endkundenmessung beruht auf einer großen Zahl an Messergebnissen, die auch die Darstellung der Messergebnisse für Untergruppen erlaubt, wie z. B. Bandbreitklassen oder Anbieter.

In den Gesamtdarstellungen, zum Beispiel über alle Bandbreitklassen, Anbieter oder Bundesländer hinweg, finden Untergruppen mit wenigen Messungen eine geringere Berücksichtigung, wohingegen Untergruppen mit vielen Messungen den Kurvenverlauf deutlicher prägen. Durch die Betrachtung von Untergruppen kann sich folglich ein differenzierteres Bild ergeben, das auch von der Gesamtdarstellung abweichen kann.

Abschnitt 5.2 zeigt anhand bestimmter erhobener Parameter, inwieweit die nach der Validierung verbleibende Stichprobe die Grundgesamtheit widerspiegelt.

3.2 Validierung

Die ermittelten Messwerte und Endkundenangaben wurden in einem mehrstufigen Validierungsprozess überprüft. Dabei wurden Datensätze verworfen, die das jeweilige Validierungskriterium nicht erfüllen.

Tabelle 3.1 zeigt die jeweils durchgeführten Validierungsschritte. Die einzelnen Schritte werden im Anschluss erläutert.

Tabelle 3.1: Validierungsschritte

Validierung		
Validierungsschritt	Stationär	Mobil
Verwerfen von Messungen über WLAN lt. Endkundenangabe	✓	x
Verwerfen von Messungen ohne Beachtung der weiteren Einflussfaktoren lt. Endkundenangabe	✓	x
Verwerfen von Messungen über WLAN lt. technischer Erkennung	x	✓
Verwerfen von Messungen mit Drosselung lt. Endkundenangabe	✓	✓
Verwerfen von Messungen mit ungültiger Postleitzahl	✓	x
Verwerfen internationaler Messungen	✓	✓
Verwerfen von Messungen mit Widerspruch zwischen Anbieterangabe und techn. Validierung	✓	✓
Verwerfen von Messungen mit Anschlussgeschwindigkeit außerhalb des Studienfokus	✓	✓
Verwerfen von Test- und Kontrollmessungen	✓	✓
Verwerfen von technisch nicht validen Messungen	✓	x
Verwerfen von tariflich nicht validen Messungen	✓	✓
Verwerfen von Ausreißern	✓	✓
Reduktion von Mehrfachmessungen auf die letzte Messung im Quartal	✓	x

Messungen über WLAN oder ohne Beachtung der weiteren Einflussfaktoren bei stationären Anschlüssen

Die Kundenangaben zur optimalen Testumgebung werden in den Bereichen Art der Anbindung (WLAN oder kabelgebunden) sowie weitere Einflussfaktoren (parallel laufende Anwendungen, Messung ohne Netzteil, Energiesparmodus, Messung über Powerline) erfasst. Dadurch wird der Endkunde direkt auf die Nutzung von WLAN angesprochen und es kann eine differenzierte Darstellung der Ausschlussgründe zwischen WLAN und den weiteren Einflussfaktoren erfolgen.

Für den Jahresbericht wurden nur Messungen berücksichtigt, bei denen der Kunde angegeben hatte, die Messung kabelgebunden und unter Beachtung der weiteren Einflussfaktoren durchgeführt zu haben.

Grundsätzlich kann mit Blick auf die Qualität der Stichprobe nicht ausgeschlossen werden, dass Endkunden ihre Testumgebung unzutreffend eingeschätzt haben. Dies dürfte aber gleichmäßig auf die betrachteten Anschlüsse wirken. Es besteht kein Grund zur Annahme, dass nur Endkunden bestimmter Anbieter oder Bandbreitklassen ihre Testumgebung unzutreffend eingeschätzt haben, so dass sich der Einflussfaktor auf alle getesteten Anschlüsse gleichmäßig verteilen dürfte und ein Vergleich zwischen Anbietern, Bandbreitklassen etc. hierdurch nicht verzerrt wird.

Verzerrungen können dagegen hinsichtlich des Niveaus der dargestellten Messergebnisse entstehen, weil in der Stichprobe verbleibende Kundenfalschangaben das Messergebnis beeinflussen. Dies ist insbesondere mit Blick auf WLAN-Messungen und den parallelen Datenverkehr von Bedeutung, da beide Parameter der Endnutzerumgebung das Ergebnis insgesamt verschlechtern dürften.

Messungen über WLAN bei mobilen Anschlüssen

Messungen über die Breitbandmessung/Funkloch-App, die mittels WLAN erfolgten, wurden verworfen. Im Gegensatz zu den stationären Breitbandanschlüssen ist hier für alle Messungen die Art der Anbindung technisch eindeutig identifizierbar. Eine Endkundenangabe wird daher nicht benötigt.

Drosselung

Messungen, die laut Endkundenangabe wegen Überschreiten eines inkludierten monatlichen Datenvolumens unter Drosselung erfolgten, wurden verworfen.

Postleitzahl

Messungen mit ungültiger Postleitzahl (nicht vergebene Postleitzahlen, Postfächer³) wurden verworfen.

Internationale Messungen

Messungen, die nicht in Deutschland durchgeführt wurden, wurden verworfen.

Anbieter

Die Validierung der Anbieterbezeichnung erfolgt basierend auf der IP-Adresse in Verbindung mit Reverse DNS Lookup / whois-Abfrage.

Messungen, die über ausländische Anbieter durchgeführt wurden, wurden verworfen.

Des Weiteren wurde im Rahmen der Validierung der Anbieter ermittelt, dessen Vorleistungsprodukt der Reseller nutzt, um den Endkunden einen Internetzugangsdienst anzubieten. Wenn dieser Anbieter kein möglicher Vorleister für den vom Endkunden angegebenen Anbieter war, wurde der Datensatz als unplausibel verworfen.

Anschlussgeschwindigkeit

Der Fokus der Breitbandmessung lag im stationären Bereich auf der Messung von Anschlüssen mit vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten von 2 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s im Download. Bei mobilen Anschlüssen wurden geschätzte maximale Datenübertragungsraten von 2 Mbit/s bis kleiner gleich 500 Mbit/s im Download betrachtet. Mit Beginn dieses Berichtszeitraumes

³ Postleitzahlen für Postfächer blieben unberücksichtigt, weil diese keinen unmittelbaren geografischen Bezug aufweisen.

wurde damit im Mobilfunk der Fokus auf 500 Mbit/s-Anschlüsse erweitert, um der gestiegenen Bedeutung dieser Verträge Rechnung zu tragen.

Messungen von Anschlüssen außerhalb der genannten Bereiche wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Test- und Kontrollmessungen

Test- und Kontrollmessungen sind nicht in die Auswertung eingeflossen.

Technisch nicht valide Messungen

Messungen, deren Ergebnisse aufgrund von systematischen technischen Problemen nicht valide sind, wurden verworfen.

Im Berichtszeitraum trat dies bei Durchführung der Messung mit folgenden Browsern und Betriebssystemen auf:

Bei Nutzung des Safari Browsers unter MacOS bestand bei Messungen von Anschlüssen mit hoher Datenübertragungsrate die Möglichkeit, dass zu geringe Werte gemessen wurden. Ursache ist die unzureichende Performance der Browser-Implementierung. Der Endkunde erhielt bei Nutzung des Safari Browsers ab dem 11.05.2018 nach der Messung folgenden Hinweis, wenn die vertraglich vereinbarte maximale Download-Datenübertragungsrate des Anschlusses 250 Mbit/s oder mehr betrug:

Bei Verwendung des Safari Browsers unter Mac OS können die Download-Messergebnisse bei der von Ihnen angegebenen Datenübertragungsrate ggf. von der tatsächlich zur Verfügung stehenden Bandbreite abweichen.

Bitte nutzen Sie zur Durchführung der Messung einen alternativen Browser.

Die Messwerte für Anschlüsse mit vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten ab 250 Mbit/s im Download, die mit Safari gemessen wurden, wurden für den gesamten Berichtszeitraum von der Untersuchung ausgeschlossen.

Bei Nutzung des Betriebssystems Windows 7 bestand bei Messungen von Anschlüssen mit hoher Datenübertragungsrate die Möglichkeit, dass zu geringe Werte gemessen wurden. Ursache ist hier die unzureichende Performance der Betriebssystem-Implementierung. Der Endkunde erhielt bei Nutzung des Betriebssystems Windows 7 ab dem 11.05.2018 nach der Messung folgenden Hinweis, wenn die vertraglich vereinbarte maximale Download Datenübertragungsrate des Anschlusses 250 Mbit/s oder mehr betrug:

Bei Verwendung des Betriebssystems Windows 7 können die Download-Messergebnisse bei der von Ihnen angegebenen Datenübertragungsrate ggf. von der tatsächlich zur Verfügung stehenden Bandbreite abweichen.

Die Messwerte für Anschlüsse mit vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten ab 250 Mbit/s im Download, die unter Windows 7 gemessen wurden, wurden für den gesamten Berichtszeitraum von der Untersuchung ausgeschlossen.

Tariflich nicht valide Messungen

Im Zuge des Inkrafttretens der TK-Transparenzverordnung besteht seit dem 01.06.2017 eine Meldepflicht für Tarifdaten. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte eine Vielzahl von Anbietern ihre Tarifdaten freiwillig übermittelt. Zur Erfassung der Daten steht seit 01.05.2017 ein Tarifdatenportal zur Verfügung, über das die Unternehmen ihre Tarife melden.

Ab dem 10.01.2018 wurde deshalb bei allen Anbietern, die ihre Tarife gemeldet haben, der Tarif-Typ „Sonstiger“ in der Tarifauswahl nicht mehr zur Auswahl gestellt.

Messungen mit Tarif-Typ „Sonstiger“, die zwischen Beginn des Berichtszeitraumes und 10.01.2018 zu einem Zeitpunkt erfolgten, bei dem für den Anbieter bereits Tarifinformationen vorlagen, wurden verworfen.

Ausreißer

Messwerte mit einer ermittelten prozentualen Datenübertragungsrate jenseits von 120 % (Ausreißer) wurden von der Analyse ausgeschlossen.⁴

Als Ausreißer werden Beobachtungen bezeichnet, die deutlich von der erwarteten Verteilung der Messwerte abweichen. Diese können gültige Messungen darstellen, die unter bestimmten technischen Bedingungen plausibel sind (beispielsweise Annex J-Verträge im Uploadbereich). Größtenteils dürfte es sich aber um Tarif-Fehleingaben der Nutzer handeln, z. B. aufgrund nicht bekannter Tarifinformationen. Der Endkunde weist die vertraglich zugesicherte maximale Datenübertragungsrate daher teilweise zu niedrig oder zu hoch aus. Dies spiegelt sich in zu hohen bzw. zu niedrigen prozentualen Datenübertragungsraten wider.

Für Tariffehlinformationen, die zu kleinen prozentualen Datenübertragungsraten führen, wird keine derartige Filterung durchgeführt, da eine Abgrenzung von korrekten Messungen nicht möglich ist. Der Anteil valider Messungen wird in diesem Bereich deutlich größer geschätzt als im Bereich über 120 %. Aus dem gleichen Grund werden Messergebnisse zwischen 100 % und 120 % in der Stichprobe belassen.

Da bei Endkundenmessungen trotz umfangreicher Validierung eine vollständige Kontrolle der Kundenangaben nicht möglich ist, kann nicht ausgeschlossen werden, dass auf Tariffehlinformationen beruhende Messergebnisse im Jahresbericht verbleiben. Diese können die dargestellten Ergebnisse sowohl nach oben als auch nach unten verzerren.

⁴ Dies entspricht dem Vorgehen der Messstudien zur Initiative Netzqualität und der Vorjahresberichte.

Mehrfachmessungen

Mehrfachmessungen beschreiben die Situation, dass von einem eindeutig identifizierbaren Anschluss innerhalb der Messperiode mehr als eine Messung durchgeführt und die Messdaten erfasst wurden. Im Hinblick auf die statistische Untersuchung wird eine Stichprobe stochastisch unabhängiger Messwerte benötigt. Nur eine solche Stichprobe erlaubt eine valide Schätzung der Varianzen und damit insbesondere der Konfidenzintervalle. Messungen, die unter nahezu identischen Bedingungen durchgeführt und somit als reine Wiederholungsmessung durchgeführt werden, sind stochastisch abhängig.

Da die Messergebnisse eine statistisch möglichst unabhängige Stichprobe darstellen sollen, müssen Mehrfachmessungen als solche erkannt werden. Deshalb erfolgt bei den stationären Anschlüssen eine Beschränkung auf die jeweils letzte Messung je Anschluss und Quartal. Das Quartal wurde gewählt, da davon auszugehen ist, dass sich die Randbedingungen, unter denen die Messung eines spezifischen Anschlusses erfolgt, auch innerhalb des Berichtszeitraumes ändern können.

Im Mobilfunkumfeld sind Mehrfachmessungen nicht relevant, da eine minimale örtliche Änderung bereits zu einem gänzlich anderen Messergebnis führt. Daher entfällt hier dieser Validierungsschritt.

3.3 Statistisches Monitoring

Primäres Ziel der Breitbandmessung ist es, möglichst vielen Endkunden eine Möglichkeit zur Messung ihres Breitbandschlusses zur Verfügung zu stellen.

Im Jahresbericht wurden dann die während des Berichtsjahres durchgeführten validierten Messungen einem statistischen Monitoring unterzogen.

Dabei wurde die Struktur der Stichprobe anhand bestimmter erhobener Parameter mit der jeweiligen Verteilung in der Grundgesamtheit verglichen, um festzustellen, in welchem Umfang die Messungen die Grundgesamtheit der Breitbandanschlüsse in Deutschland mit Blick auf diese Parameter zutreffend abbilden.

3.3.1 Stationäre Anschlüsse

Im Rahmen des Jahresberichts wurde untersucht, inwieweit die Messungen die Grundgesamtheit der Breitbandanschlüsse in Deutschland mit Blick auf Bandbreitklassen, Anbieter, Bundesländer und geografische Bereiche (städtisch, halbstädtisch, ländlich) zutreffend abbilden. Dabei wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Bandbreitklassen

Für die Zwecke des statistischen Monitorings wurden die Datenübertragungsraten in die folgenden Bandbreitklassen zusammengefasst⁵:

- 2 Mbit/s bis kleiner 10 Mbit/s
- 10 Mbit/s bis kleiner 30 Mbit/s
- 30 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s
- Größer gleich 100 Mbit/s

⁵ Referenzverteilung gemäß Bandbreiteclusterung der Europäischen Kommission COCOM mit Stand von Ende 2016.

Anbieter

Für das statistische Monitoring wurden die Marktanteile der neun größten Anbieter mit der Stichprobe abgeglichen.

Dies umfasst überregionale, regionale und lokale Anbieter, um die am Markt vertretenen Anbieter repräsentativ abbilden zu können. (vgl. Tabelle 3.2). Damit wurden 95,3 % des Marktes abgedeckt. Die restlichen Anbieter wurden unter der Kategorie „Sonstige“ zusammengefasst.

Tabelle 3.2: Im statistischen Monitoring untersuchte Anbieter stationärer Breitbandanschlüsse (Quelle: VATM TK-Marktanalyse Q3/2018)

Stationäre Breitbandanschlüsse	
Anbieter	Marktanteil
Telekom	39,7%
Vodafone	19,9%
1 & 1	13,1%
Unitymedia KabelBW	10,4%
Telefónica	5,9%
EWE	1,8%
PYUR	1,8%
M-net	1,5%
NetCologne	1,2%
sonstige	4,7%

Bundesländer

Weiterhin wurde untersucht, wie sich die ermittelten Datenübertragungsraten auf die Bundesländer verteilen.

Die Zuordnung einer Messung zu einem Bundesland erfolgte basierend auf der Postleitzahl.

Die Referenzwerte für das statistische Monitoring wurden durch Multiplikation der Bevölkerungsverteilung aus dem Gemeindeverzeichnis⁶ mit dem Breitbandfaktor gemäß (N)onliner Atlas⁷ ermittelt.

Geografische Bereiche

Im Rahmen der Breitbandmessung wurde zudem untersucht, wie sich die ermittelten Datenübertragungsraten auf städtische, halb-städtische und ländliche Regionen verteilen. Dabei wurde jede Messung basierend auf der Bevölkerungsdichte des jeweiligen Postleitzahlgebietes unter Prüfung der Gültigkeit der angegebenen Postleitzahl⁸ einem geografischen Bereich (städtisch, halbstädtisch oder ländlich) zugeordnet.

Die Referenzwerte für das statistische Monitoring wurden aus dem Gemeindeverzeichnis⁹ ermittelt.

Grundlage hierfür waren die vom Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaft (Eurostat) in Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten entwickelten Kriterien¹⁰:

- Städtisch: Bevölkerungsdichte größer als 500 Einwohner/km²
- Halbstädtisch: Bevölkerungsdichte 100 bis 500 Einwohner/km²
- Ländlich: Bevölkerungsdichte weniger als 100 Einwohner/km²

3.3.2 Mobile Anschlüsse

Für mobile Breitbandanschlüsse waren keine Referenzwerte verfügbar. Deshalb konnte kein statistisches Monitoring erfolgen.

⁶ Quelle: Statistisches Bundesamt: Gemeindeverzeichnis, Gebietsstand: 31.12.2016 (4. Quartal), Erscheinungsmonat: März 2018

⁷ Quelle: Initiative D21, „D21 - Digital - Index - (N)onliner Atlas 2015“ S. 61
Breitbandnutzung nach Bundesländern, November 2015

⁸ Postleitzahlen für Postfächer blieben unberücksichtigt, weil diese keinen unmittelbaren geografischen Bezug aufweisen.

⁹ Quelle: Statistisches Bundesamt: Gemeindeverzeichnis, Gebietsstand: 31.12.2016 (4. Quartal), Erscheinungsmonat: März 2018

¹⁰ Quelle: Pressemitteilung Nr.237 vom 30.05.2005 des Stat. Bundesamtes

3.4 Statistische Auswertung der Daten

Die TK-Transparenzverordnung¹¹ macht Vorgaben zur Darstellung von Messergebnissen. Unter anderem soll die tatsächlich gemessene Datenübertragungsrate im Verhältnis zur vertraglich vereinbarten (im Mobilfunk: geschätzten) maximalen Datenübertragungsrate für den Download und Upload in Prozent sowie die Paketlaufzeit angegeben werden.

Als wesentliches Merkmal wird im Jahresbericht „das Verhältnis der gemessenen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Rate in Prozent“ ausgewertet. Die gemessenen mittleren Datenübertragungsraten werden durch die von den Nutzern angegebenen vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten der Anschlüsse geteilt und anschließend mit 100 multipliziert. Für unterschiedliche Schwellenwerte x werden die Anteile der Nutzer bestimmt, bei denen mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate gemessen wurden.

Den prozentualen Datenübertragungsraten werden für einzelne Auswertungen die gemessenen mittleren Datenübertragungsraten gegenübergestellt, um neben dem relativen auch einen absoluten Maßstab für die Bewertung der Untersuchungsergebnisse zu erhalten.

Zudem wird die Laufzeit analysiert. Die Laufzeit gibt die Zeit in Millisekunden an, die ein Datenpaket benötigt, um von einem Sender (hier: Messclient) zu einem Empfänger (hier: Messserver) und zurück zu gelangen. Analog zur Analyse der Datenübertragungsraten werden die Anteile der Nutzer bestimmt, die eine Laufzeit (Round-Trip-Time) von bis zu x Millisekunden beobachtet haben.

Zusätzlich werden 95 %-Konfidenzintervalle berechnet. Ein Konfidenzintervall ist ein Intervall, das den tatsächlichen Anteil in der Grundgesamtheit mit Wahrscheinlichkeit 0.95 überdeckt.

¹¹ Anlage zu § 9 Absatz 1 der TK-Transparenzverordnung, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 62.

Für die Berechnung wird die Approximation nach Wilson verwendet, das Konfidenzintervall wird angegeben als $[p_u, p_o]$ mit

$$p_{o,u} = \frac{1}{1 + \frac{c^2}{n}} \cdot \left(\hat{p} + \frac{c^2}{2n} \pm c \cdot \sqrt{\frac{\hat{p} \cdot (1 - \hat{p})}{n} + \frac{c^2}{4n^2}} \right)$$

Dabei ist $c=1.96$ (0.975-Quantil der Standardnormalverteilung¹²).

¹² Agresti, Alan, und Coull, Brent A.: *Approximate is better than 'exact' for interval estimation of binomial proportions*, The American Statistician 52, 119-126 (1998)

4 Darstellung der Messergebnisse

4.1 Darstellungsparameter

Im Folgenden werden die Parameter beschrieben, anhand derer die ausgewerteten Datensätze dargestellt werden.

Bandbreiteklassen

Die Datenübertragungsraten werden in die folgenden Bandbreiteklassen zusammengefasst¹³:

- 2 Mbit/s bis kleiner 8 Mbit/s
- 8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s
- 18 Mbit/s bis kleiner 25 Mbit/s
- 25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s
- 50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s
- 100 Mbit/s bis kleiner 200 Mbit/s
- 200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s
- 500 Mbit/s (nur für mobile Anschlüsse)

Bei mobilen Anschlüssen werden mit Beginn dieses Berichtszeitraumes auch Anschlüsse mit vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten von 500 Mbit/s im Download betrachtet, um der gestiegenen Bedeutung dieser Verträge Rechnung zu tragen.

¹³ Im Gegensatz zu den Bandbreiteklassen, die dem statistischen Monitoring zugrunde liegen, wurden die Bandbreiteklassen für die Auswertung der Messwerte auf Grundlage der sich typischerweise einstellenden Datenübertragungsraten je nach verwendeter Übertragungstechnologie (z. B. xDSL, Kabel) als auch der marktüblichen Produkte gebildet. Auf diese Weise konnten sinnvolle Vergleichsgruppen gebildet und auch technologietypische Effekte bei den Datenübertragungsraten dargestellt werden.

Anbieter

Im Jahresbericht werden die Messergebnisse der Anbieter von stationären und mobilen Breitbandanschlüssen untersucht.

Anbieter, für die hinreichend¹⁴ viele Messungen vorliegen, werden einzeln dargestellt. Alle anderen Anbieter werden unter „Sonstige“ zusammengefasst.

Geografische Bereiche

Außerdem werden unterschiedliche Regionen dargestellt. Dabei werden für die Abgrenzung städtischer, halbstädtischer und ländlicher Gebiete die bereits im Rahmen des statistischen Monitorings verwendeten Kriterien zugrunde gelegt (siehe 3.3.1).

Bundesländer

Die Messergebnisse werden nach Bundesländern dargestellt. Dabei werden nur Bundesländer einzeln betrachtet, für die hinreichend¹⁵ viele Messungen vorliegen.

Tageszeitlicher Verlauf

Im Rahmen des Berichts wird der tageszeitliche Verlauf in Zeitfenstern von drei Stunden dargestellt; das erste Zeitfenster beginnt um 0 Uhr und endet um 2:59:59 Uhr. Dabei wird jeweils der Median¹⁶ aller Messungen ermittelt, deren Messzeitpunkt in das jeweilige 3-Stunden Zeitfenster fällt.

Quartalsverlauf

Um Entwicklungen innerhalb des Berichtszeitraums zu erkennen, werden die einzelnen Quartale des Berichtsjahres hinsichtlich des jeweils ermittelten Verhältnisses von ermittelter zu vertraglich vereinbarter Datenübertragungsrate abgebildet. Der Berichts-

¹⁴ Zur Erläuterung des Kriteriums siehe 0.

¹⁵ Zur Erläuterung des Kriteriums siehe 0.

¹⁶ Die Definition des Medians erfolgt in Kapitel 4.2, Abschnitt „Boxplots“.

zeitraum umfasst die folgenden Quartale: 4. Quartal 2017, 1. Quartal 2018, 2. Quartal 2018 sowie das 3. Quartal 2018.

Kundenzufriedenheit

Im Rahmen der Breitbandmessung wurde die Kundenzufriedenheit abgefragt. Im Bericht wird das Verhältnis der ermittelten zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate, das die Nutzer in den einzelnen Kategorien der erhobenen Kundenzufriedenheit erhalten haben, dargestellt.

4.2 Darstellungsformen

Die Ergebnisse werden zum einen grafisch als empirische Verteilungsfunktionen und Boxplots und zum anderen tabellarisch dargestellt.

Empirische Verteilungsfunktionen

Durchschnittswerte geben nicht immer ein zutreffendes Bild darüber, wie sich die Stichprobe mit Blick auf das untersuchte Merkmal verhält. Der Durchschnittswert kann erreicht werden, wenn alle Nutzer genau den Durchschnitt des Merkmals erhalten. Aber auch eine Stichprobe, in der die eine Hälfte der Nutzer x Einheiten mehr und die andere Hälfte der Nutzer x Einheiten weniger als das durchschnittliche Merkmal erhält, hätte denselben Mittelwert. Deshalb können Verteilungsfunktionen einen besseren Überblick über die Struktur der Messwerte vermitteln.

Abbildung 4.1 zeigt beispielhaft zwei empirische Verteilungsfunktionen für die prozentuale Datenübertragungsrate. Diese wird dadurch ermittelt, dass die gemessene Datenübertragungsrate durch die vom Nutzer angegebene vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate des Anschlusses geteilt und anschließend mit 100 multipliziert wird. Die dargestellten prozentualen Datenübertragungsraten liegen zwischen 0 und 120 % (x -Achse). Zu jeder prozentual erreichten Datenübertragungsrate x kann abgelesen

werden, wie viele Nutzer mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben.

Die blaue Kurve ist ein Beispiel für ein nahezu optimales Verhältnis zwischen vertraglich vereinbarter maximaler und ermittelter Datenübertragungsrate. In dieser Gruppe erhalten 97,6 % der Nutzer mindestens 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate, in der roten Gruppe trifft dies auf ca. 20 % der Nutzer zu.

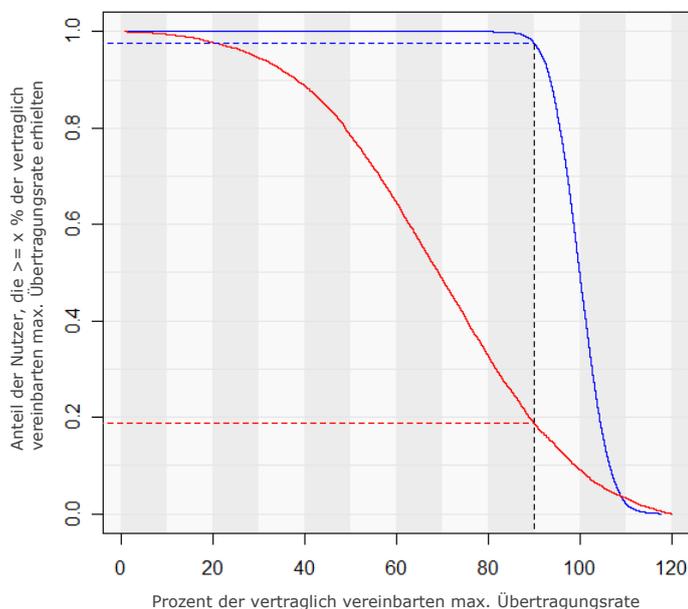


Abbildung 4.1: Beispiel für zwei empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate

Entsprechend zu Abbildung 4.1 lassen sich empirische Verteilungsfunktionen für die absolute Datenübertragungsrate und die Laufzeit bilden. In diesem Fall wird lediglich das entsprechende Merkmal auf der x-Achse verändert. Die Interpretation bezieht sich dann auf die Anzahl der Nutzer, die mindestens x Mbit/s an Datenübertragungsrate bzw. bis zu x Millisekunden Laufzeit beobachtet haben.

Boxplots

Ein Boxplot soll schnell einen Eindruck darüber vermitteln, in welchem Wertebereich die Daten unterschiedlicher Parameter (Bandbreiteklasse, Anbieter, Region, etc.) liegen und wie sie sich über diesen Bereich verteilen.

Ein Boxplot besteht immer aus einem Rechteck, genannt Box, und zwei Linien, die dieses Rechteck verlängern. Diese Linien werden als „Antennen“ oder "Whisker" bezeichnet und werden durch einen Strich abgeschlossen. Die Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen und gibt somit einen Eindruck von der Streuung der Daten. 25 % aller Werte sind kleiner als die untere Boxbegrenzung und 25 % sind größer als das obere Ende der Box.

Die waagerechte Linie in der Box stellt den Median¹⁷ der Verteilung dar. Diese Linie teilt das gesamte Diagramm in zwei Hälften, in denen jeweils 50 % der Daten liegen. Ein Median von 80 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate heißt z. B., dass die Hälfte aller Kunden weniger als 80 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, die andere Hälfte mehr als 80 %.

Die Länge der *Whisker* ist durch das 1,5fache der Boxlänge begrenzt, die Whiskers reichen jedoch maximal bis zum kleinsten bzw. größten Wert. Messwerte, die weiter als das 1,5fache der Boxlänge vom unteren bzw. oberen Quartil entfernt sind, werden als Ausreißer einzeln dargestellt.

Durch die Lage des Median innerhalb der Box bekommt man einen Eindruck von der Schiefe – d. h. der Asymmetrie – der den Daten zugrunde liegenden Verteilung. Liegt der Median am unteren Ende der Box und ist der obere Whisker länger als der untere, deutet dies auf eine rechtsschiefe Verteilung der Daten hin, während ein Median

¹⁷ Der Median ist der mittlere Wert einer nach Größe sortierten Wertereihe. Er kann auf folgende Weise bestimmt werden:
Zunächst werden alle Werte aufsteigend geordnet. Wenn die Anzahl der Werte ungerade ist, ist die mittlere Zahl der Median. Wenn die Anzahl der Werte gerade ist, wird der Median als arithmetisches Mittel der beiden mittleren Zahlen definiert. Der Median ist gegenüber Ausreißern robuster als das arithmetische Mittel.

etwa in der Mitte der Box sowie Whisker gleicher Länge auf eine symmetrische Verteilung hinweisen.

Die Abbildung 4.2 zeigt ein Beispiel für einen Boxplot sowie das dazugehörige Histogramm.

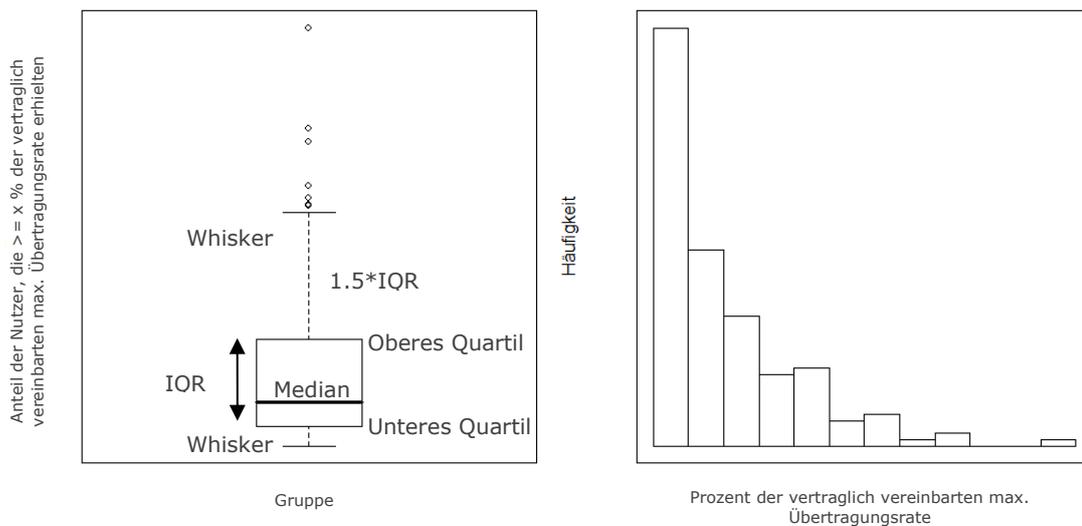


Abbildung 4.2: Beispiel für einen Boxplot und das zugehörige Histogramm

Tabellen

Ergänzend werden für ausgewählte Ergebnisse Tabellen präsentiert. In diesen werden für ausgewählte Werte die Anteile der Nutzer dargestellt, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben.

Zusätzlich werden zu den ermittelten Ergebnissen die 95 %-Konfidenzintervalle (s. Kap. 3.4) in eckigen Klammern angegeben.

4.3 Darstellungsvoraussetzung

Ergebnisse für einzelne Bandbreitklassen, Anbieter, Regionen, etc. werden im Ergebnisteil dargestellt, wenn der Verlauf der aus der Stichprobe ermittelten empirischen Verteilungsfunktion einer vorbestimmten Mindest-Auflösung genügt.

Die empirische Verteilungsfunktion ist als Treppenfunktion aus einzelnen Teilnehmer-Messungen zusammensetzt. Entsprechend lässt sich eine bestimmte Auflösung in die Anzahl von benötigten Messungen umrechnen. Die Auflösung für die Schritthöhe entlang der vertikalen Achse (y-Achse) soll so festgelegt werden, dass der Beitrag je einzelner Messung nicht mehr als 0,25 Prozentpunkte beträgt. Eine einzelne Messung verschiebt die Verteilungsfunktion daher um maximal 0,25 Prozentpunkte nach unten bzw. oben. Der Einfluss einer einzelnen Messung wird dadurch begrenzt.

Diese auf den ersten Blick sehr genaue Prozentangabe wurde insbesondere in Bezug darauf gewählt, dass mehr als eine möglicherweise unzuverlässige Messung im Datenmaterial vorhanden sein kann. Dies soll sicherstellen, dass Auffälligkeiten im Kurvenverlauf wie z. B. hohe Stufen (durch das Aufeinanderfallen mehrerer Messergebnisse an der gleichen x-Achsenstelle) oder Plateaus (fehlende Messergebnisse auf einem bestimmten x-Achsen-Intervall) nicht durch wenige und ggf. rein zufällige Beobachtungen hervorgerufen worden sind, sondern auf hinreichend vielen Messungen unterschiedlicher Nutzer basieren.

Darstellungsschwelle

Um die oben beschriebene Auflösung zu erreichen, muss eine bestimmte Mindestanzahl von Messwerten je Faktor vorliegen. Da die Treppenhöhe einer empirischen Verteilungsfunktion per Konstruktion $100/N$ Prozent beträgt, liegt die Darstellungsschwelle bei $N = 400$ validen Messwerten.

Durch diese Wahl von Faktoren, die einzeln in den empirischen Verteilungsfunktionsgrafiken dargestellt werden, wird auch die Darstellung in Boxplots und Tabellen definiert.

Ergebnisse

5 Datengrundlage

Die in diesem Bericht betrachteten Messungen wurden vom 01.10.2017 bis zum 30.09.2018 durchgeführt.

5.1 Validierung

5.1.1 Stationäre Breitbandanschlüsse

Die Validierung wurde gemäß Tabelle 3.1 durchgeführt. Von den 4.055.249 durchgeführten Messungen wurden aufgrund der kaskadierten Validierungsschritte 3.154.670 Messungen verworfen.

Tabelle 5.1 zeigt die Anzahl der in den einzelnen Validierungsschritten verworfenen Datensätze. Dabei ist auffällig, dass sich die Stichprobe vor allem durch das Verwerfen von WLAN-Messungen laut Endkundenangabe und durch die Reduktion von Mehrfachmessungen auf die letzte Messung im Quartal (für Details zu den Validierungsschritten s. Kapitel 3.2) verkleinert hat.

Weitere Einflussfaktoren der Endnutzerumgebung wie paralleler Datenverkehr, Powerline etc. spielen laut Endkundenangabe dagegen nur eine untergeordnete Rolle. Die Endkunden stellen nach eigenen Angaben bei LAN-Messungen größtenteils sicher, dass auch die weiteren Einflussfaktoren berücksichtigt werden.

Tabelle 5.1: Anzahl der bei der Validierung verworfenen Datensätze für stationäre Breitbandanschlüsse

Verworfenе Datensätze		
Validierungsschritt	Anzahl	Anteil
Gesamtanzahl Messungen	4.055.249	100,00%
Verwerfen von Messungen über WLAN lt. Endkundenangabe	1.542.964	38,05%
Verwerfen von Messungen ohne Beachtung der weiteren Einflussfaktoren lt. Endkundenangabe	43.707	1,08%
Verwerfen von Messungen mit Drosselung lt. Endkundenangabe	104.582	2,58%
Verwerfen von Messungen mit ungültiger Postleitzahl	24.692	0,61%
Verwerfen internationaler Messungen	4.422	0,11%
Verwerfen von Messungen mit Widerspruch zwischen Anbieterangabe und techn. Validierung	139.896	3,45%
Verwerfen von Messungen mit Anschlussgeschwindigkeit außerhalb des Studienfokus	57.500	1,42%
Verwerfen von Test- und Kontrollmessungen	19.688	0,49%
Verwerfen von technisch nicht validen Messungen	5.910	0,15%
Verwerfen von tariflich nicht validen Messungen	51.065	1,26%
Verwerfen von Ausreißern	64.309	1,59%
Reduktion von Mehrfachmessungen auf die letzte Messung im Quartal	1.095.935	27,03%
Anzahl valider Messungen	900.579	22,21%

Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum hat sich die Zahl valider Messungen im Berichtsjahr 2017/2018 deutlich auf 900.579 erhöht (2016/2017: 437.192). Dies ist auf eine nahezu doppelt so hohe Gesamtzahl an Messungen zurückzuführen (2017/2018: 4.055.249; 2016/2017: 2.097.567).

5.1.2 Mobile Breitbandanschlüsse

Die Validierung wurde gemäß Tabelle 3.1 durchgeführt. Von den 3.141.096 durchgeführten Messungen wurden aufgrund der kaskadierten Validierungsschritte 2.756.097 Messungen verworfen.

Tabelle 5.2 zeigt die Anzahl der in den einzelnen Validierungsschritten verworfenen Datensätze. Dabei ist auffällig, dass über 80 % der mit der App durchgeführten Messungen über WLAN erfolgte und somit von der Auswertung bzgl. mobiler Breitbandanschlüsse ausgeschlossen wurde.

Tabelle 5.2: Anzahl der bei der Validierung verworfenen Datensätze für mobile Breitbandanschlüsse

Verworfenen Datensätze		
Validierungsschritt	Anzahl	Anteil
Gesamtanzahl Messungen	3.141.096	100,00%
Verwerfen von Messungen über WLAN lt. technischer Erkennung	2.614.409	83,23%
Verwerfen von Messungen mit Drosselung lt. Endkundenangabe	25.107	0,80%
Verwerfen internationaler Messungen	559	0,02%
Verwerfen von Messungen mit Widerspruch zwischen Anbieterangabe und techn. Validierung	48.881	1,56%
Verwerfen von Messungen mit Anschlussgeschwindigkeit außerhalb des Studienfokus	2.388	0,08%
Verwerfen von Test- und Kontrollmessungen	10.876	0,35%
Verwerfen von tariflich nicht validen Messungen	37.674	1,20%
Verwerfen von Ausreißern	16.203	0,52%
Anzahl valider Messungen	384.999	12,26%

Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum hat sich die Zahl valider Messungen im Vorjahresvergleich deutlich (+57 %) von 245.143 (2016/2017) auf 384.999 Messungen (2017/2018) erhöht. Die Erhöhung ist auch hier auf eine deutlich gestiegene Gesamtzahl an Messungen zurückzuführen (2017/2018: 3.141.096; 2016/2017: 1.624.022). Nach wie vor werden die meisten Messungen mittels App aufgrund der WLAN-Nutzung verworfen. Der WLAN-Anteil an den Messungen stieg dabei im Vergleich zum Vorjahr nochmal deutlich an (2017/2018: 83,2 %; 2016/2017: 78,2 %).

5.2 Statistisches Monitoring

Nach erfolgter technischer Validierung verblieben für den dritten Jahresbericht der Breitbandmessung für stationäre Anschlüsse 900.579 und für mobile Anschlüsse 384.999 valide Messungen.

5.2.1 Struktur der Stichprobe

Bei der vorliegenden Stichprobe handelt es sich nicht um eine Zufallsstichprobe, sondern es konnten alle Kunden teilnehmen, die Kenntnis von der Breitbandmessung erlangt haben und gleichzeitig motiviert waren, die Messung bei sich durchzuführen.

Die Struktur der Stichprobe wurde anhand der erhobenen Parameter überprüft und – soweit möglich – mit der jeweiligen Verteilung in der Grundgesamtheit abgeglichen. Im Einzelnen sind dies Bandbreitklassen, Anbieter, Bundesländer und geografische Bereiche (städtisch, halbstädtisch, ländlich).

Da für mobile Breitbandanschlüsse keine Referenzwerte verfügbar waren, konnte hier kein statistisches Monitoring erfolgen.

5.2.2 Stationäre Breitbandanschlüsse

Bandbreitklassen

In Abbildung 5.1 wird die Verteilung der Anschlüsse der Teilnehmer auf Bandbreitklassen dargestellt. Als Referenzverteilung wurde die Verteilung aller Breitbandanschlüsse in Deutschland gewählt¹⁸.

Die hier dargestellten Bandbreitklassen dienen ausschließlich dem Vergleich mit der Grundgesamtheit, während bei der eigentlichen Datenauswertung in den nachfolgenden Kapiteln andere, technisch begründete Klassen (s. 3.3.1) gewählt werden.

¹⁸ Referenzverteilung gemäß Bandbreiteclusterung der Europäischen Kommission COCOM.

Verteilung der Bandbreiteklasse

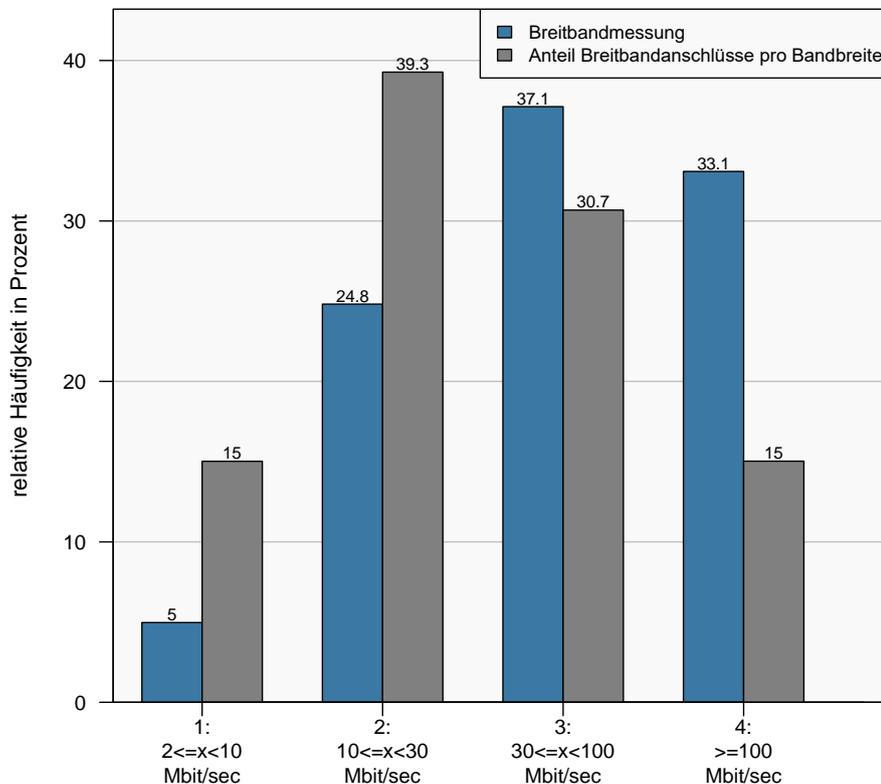


Abbildung 5.1: Verteilung der Anschlüsse der Teilnehmer nach Bandbreiteklassen im Vergleich zur Referenzverteilung (Quelle Referenzverteilung: Bundesnetzagentur, Stand: 31.12.2017)

Es ist auffällig, dass die unteren beiden Bandbreiteklassen deutlich unterrepräsentiert sind, die oberen beiden hingegen deutlich stärker in der Stichprobe vertreten sind, als bei einer Zufallsstichprobe zu erwarten wäre.

Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum besteht sowohl bei den Referenzwerten als auch bei den Messungen ein klarer Trend hin zu höheren Bandbreiteklassen.

Anbieter

In Abbildung 5.2 werden die prozentualen Anteile der Anbieter in der Stichprobe mit den Marktanteilen der Anbieter laut VATM TK-Marktanalyse vom 9.10.2018 verglichen (s. 3.3.1).

Verteilung der Anbieter

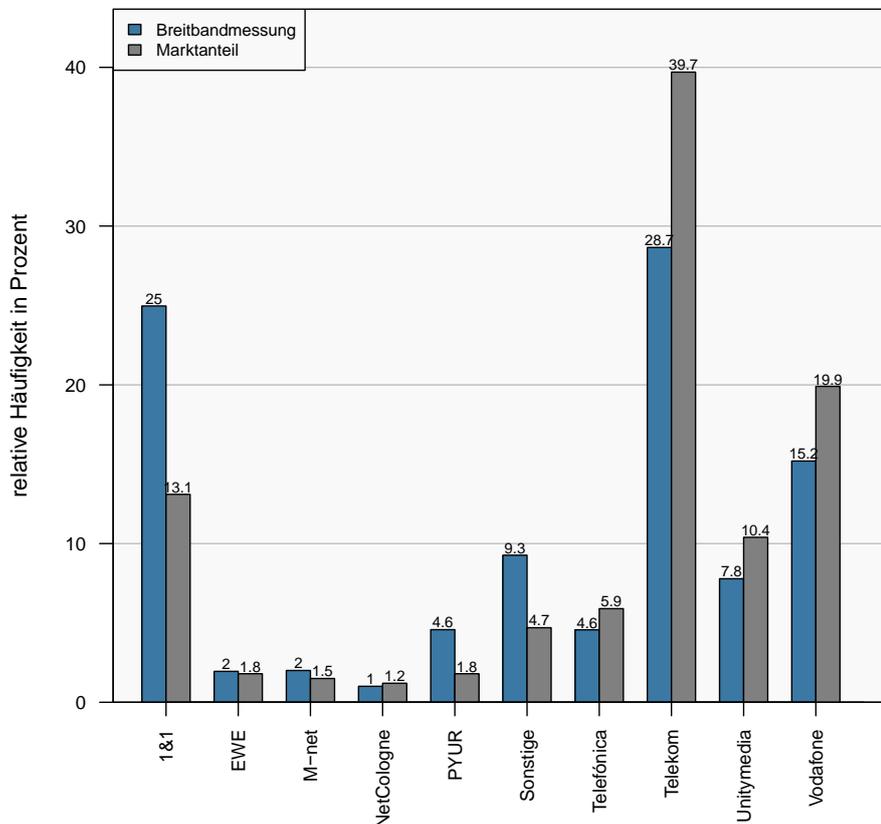


Abbildung 5.2: Verteilung der Anbieter im Vergleich zu den VATM TK-Marktanteilen (Quelle Referenzverteilung: VATM TK-Marktanalyse Q3/2018)

Insgesamt zeigt sich, dass bei der Verteilung der Anbieter in einigen Fällen Abweichungen von der Grundgesamtheit festgestellt werden. Insbesondere sind Telekom-Anschlüsse deutlich unterrepräsentiert und 1&1-Anschlüsse stark überrepräsentiert. Kleinere Anbieter (zusammengefasst unter Sonstige) sind verhältnismäßig stark vertreten, wie bereits im Vorjahr beobachtet.

Abweichungen von der Grundgesamtheit können verschiedene Ursachen haben. Dazu zählen die regional unterschiedliche Berichterstattung oder die Wettbewerbssituation vor Ort. Abweichungen von der Grundgesamtheit können auch darauf zurückzuführen sein, dass einige Anbieter zur Überprüfung der Datenübertragungsrate auf die Breitbandmessung verweisen.

Bundesländer

Abbildung 5.3 gibt die Verteilung der Teilnehmer an der Breitbandmessung auf die Bundesländer im Vergleich zur Verteilung der Breitbandanschlüsse wieder.

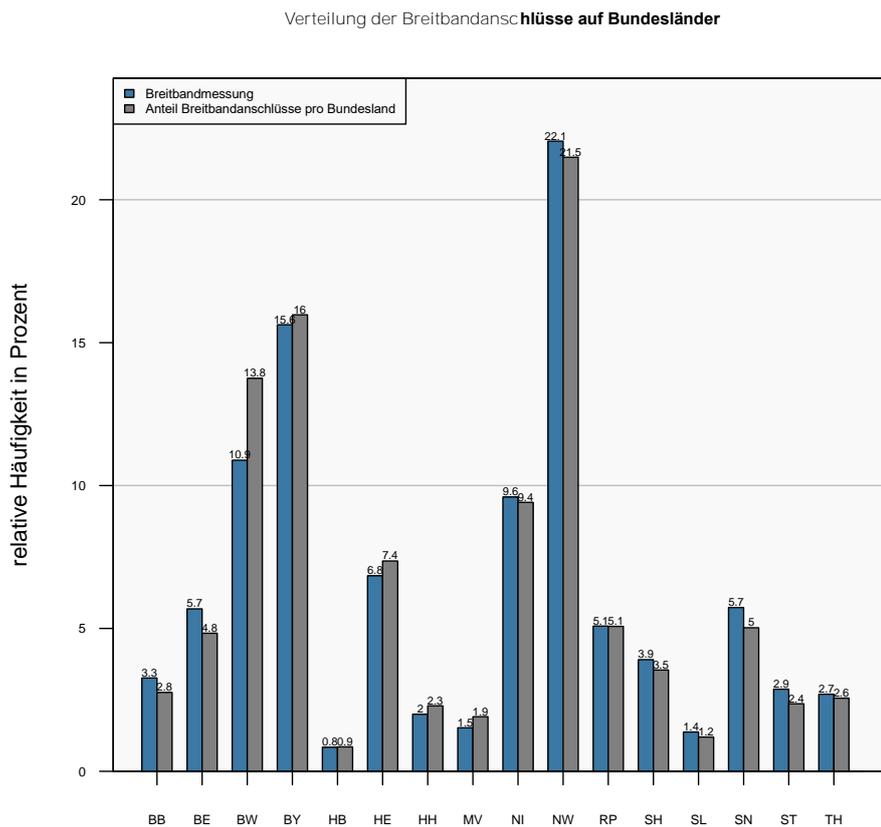


Abbildung 5.3: Verteilung der Teilnehmer auf die Bundesländer im Vergleich zur Verteilung der Breitbandanschlüsse¹⁹ (Quelle Referenzverteilung: destatis, Stand: 31.12.2016)

Grundlage zur Ermittlung der Verteilung der Breitbandanschlüsse auf die Bundesländer war das Gemeindeverzeichnis des Statistischen Bundesamtes (s. 3.3.1). Die Messungen spiegeln die regionale Verteilung der Breitbandanschlüsse auf die Bundesländer

¹⁹ BB: Brandenburg; BE: Berlin; BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; HB: Bremen; HE: Hessen; HH: Hamburg; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SH: Schleswig-Holstein; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; TH: Thüringen.

größtenteils sehr gut wider. Der im Vorjahreszeitraum beobachtete Effekt, dass in Baden-Württemberg weniger Messungen von Breitbandanschlüssen durchgeführt wurden, als nach der Verteilung der Breitbandanschlüsse zu erwarten wäre, hat sich erneut manifestiert.

Geografische Bereiche

Anhand der angegebenen Postleitzahlen wurden die Anschlüsse der Teilnehmer in ländliche, halbstädtische und städtische Anschlüsse klassifiziert und in Abbildung 5.4 mit der Bevölkerungsverteilung auf diese Regionen verglichen. Als Vergleichsgröße wurde die Bevölkerungsstatistik des Statistischen Bundesamtes herangezogen (s. Kapitel 3.3.1).

Verteilung Geografischer Bereich

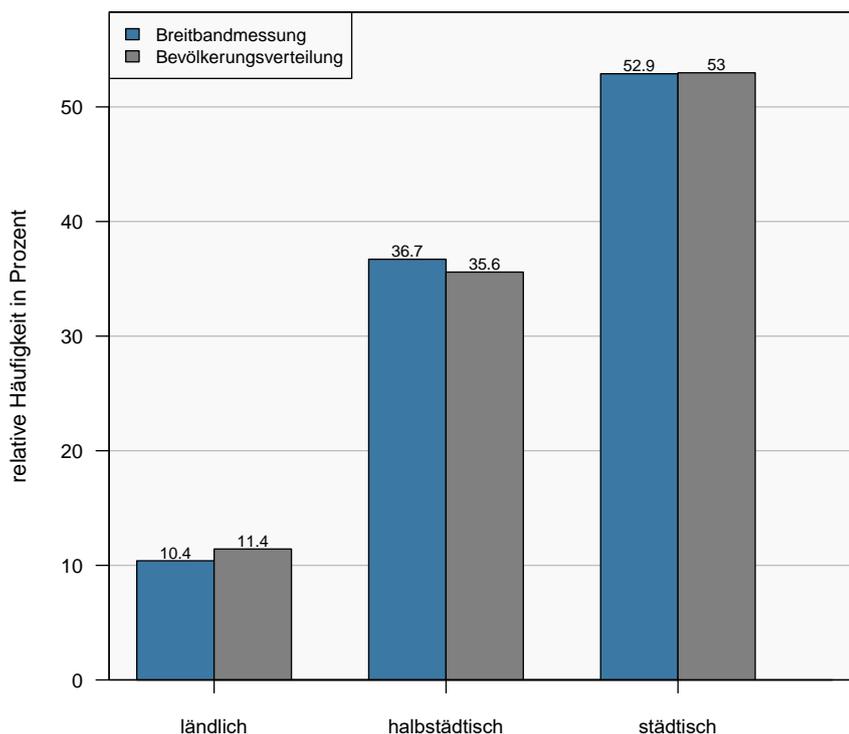


Abbildung 5.4: Verteilung der Teilnehmer nach Regionen im Vergleich zur Bevölkerungsstatistik (Quelle Referenzverteilung: destatis, Stand: 31.12.2016)

Hier zeigt sich eine insgesamt sehr gute Verteilung der Messergebnisse im Vergleich zur Referenzverteilung. Die leichte Unterrepräsentanz von Teilnehmern aus dem ländlichen Bereich bei gleichzeitiger Überrepräsentanz von Teilnehmern aus dem städtischen Bereich liegt auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahreszeitraum.

Fazit

Die Ergebnisse des durchgeführten statistischen Monitorings zeigen, dass sich die Stichprobe im Hinblick auf die geografische Verteilung (Bundesländer sowie städtische, halbstädtische und ländliche Regionen) der Grundgesamtheit sehr gut annähert.

Im Vergleich zum Marktanteil sind Telekom-Anschlüsse unter- und 1&1-Anschlüsse überrepräsentiert. Die kleineren Anbieter sind verhältnismäßig stark vertreten.

Kunden mit hochbitratigen Anschlüssen sind häufiger in der Stichprobe vertreten, als bei einer Zufallsauswahl zu erwarten gewesen wäre. Demgegenüber war die Teilnahmemotivation bei Kunden der unteren Bandbreitklassen offenbar geringer.

5.3 Kundenzufriedenheit

5.3.1 Stationäre Breitbandanschlüsse

Die Teilnehmer der Breitbandmessung haben vor Durchführung der Messung anhand von Schulnoten (1 bis 6) angegeben, wie zufrieden sie mit ihrem Anbieter sind. Dabei ergaben sich in fast allen Betrachtungsaspekten eingipfelige Verteilungen. Die überwiegende Anzahl der Teilnehmer bewertete ihren Anbieter positiv (vgl. Abbildung 5.5). Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum ist der prozentuale Anteil der Kunden, die ihren Anbieter mit Noten von 1 bis 3 bewerteten, leicht gesunken (2017/2018: 62 %; 2016/2017: 64,2 %; 2015/2016: 65,4 %).

Auch im Berichtszeitraum haben somit nicht nur hauptsächlich unzufriedene Kunden an der Breitbandmessung teilgenommen. Dies spricht gegen eine Verzerrung der Stichprobe in diese Richtung.

Verteilung der Kundenzufriedenheit

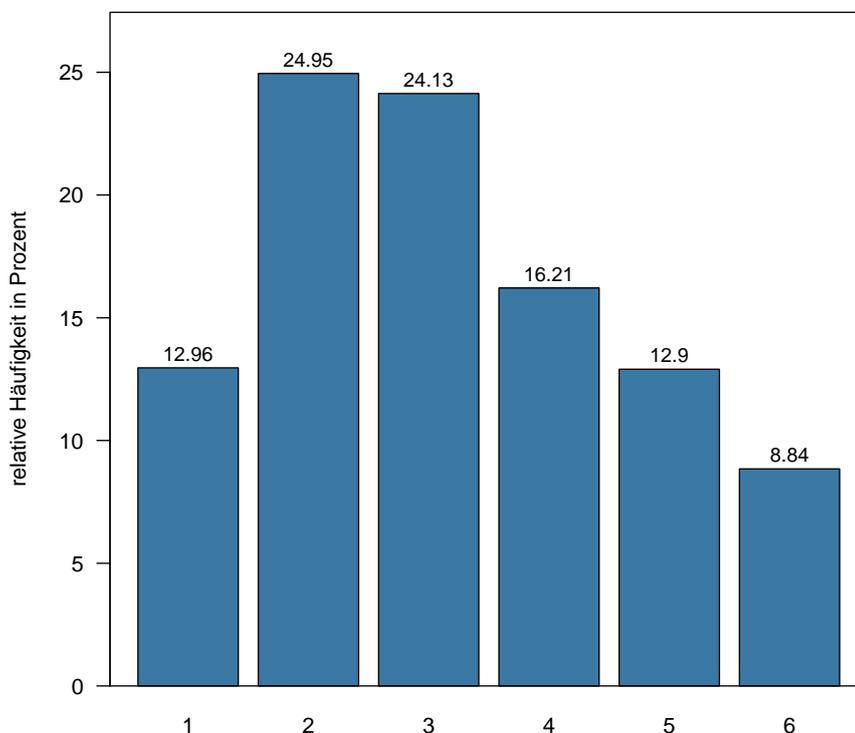
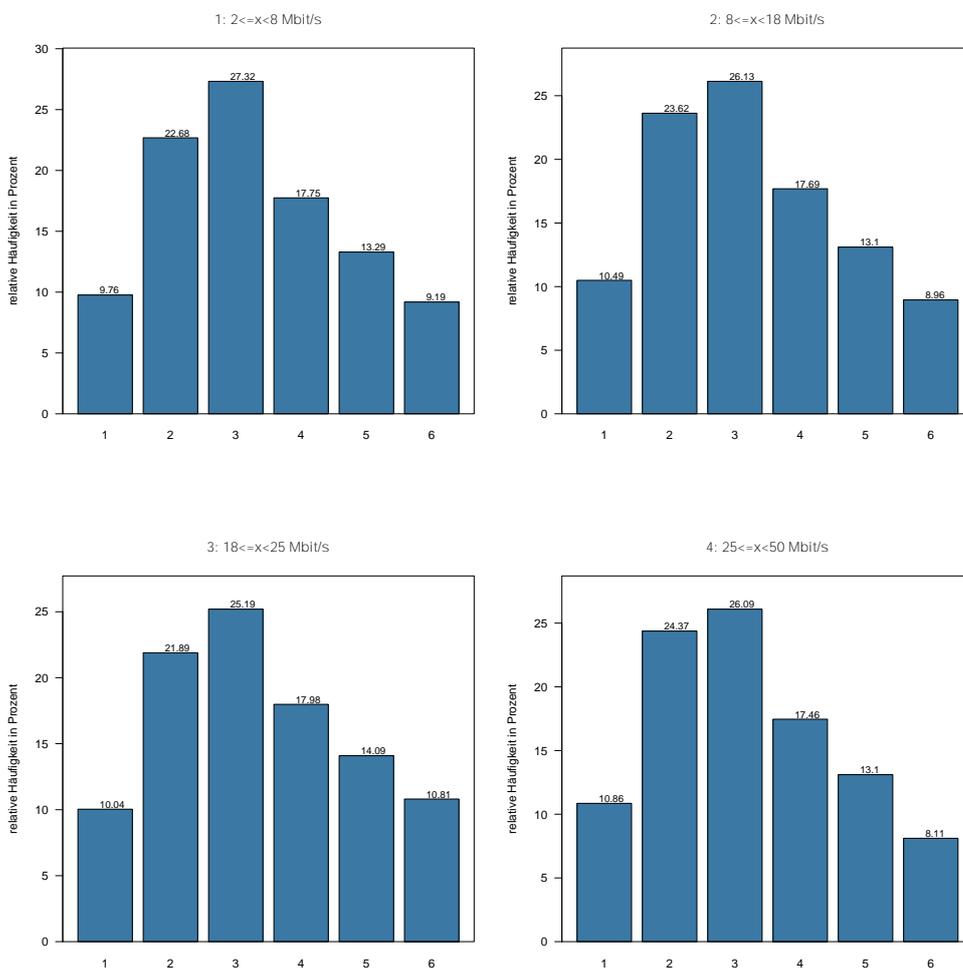


Abbildung 5.5: Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer (Noten 1="sehr gut" bis 6="ungenügend")

Bandbreiteklasse

Betrachtet man die Häufigkeiten der Kundenzufriedenheit in den verschiedenen Bandbreiteklassen (s. Abbildung 5.6), so ist die beobachtete Kundenzufriedenheit gemessen an der Häufigkeit der Noten von 1 bis 3 für Bandbreiteklasse 1 und 2 nahezu gleich, fällt für Bandbreiteklasse 3 etwas ab, steigt bis Bandbreiteklasse 5 wieder an und ist in Bandbreiteklasse 6 und 7 wieder rückläufig.



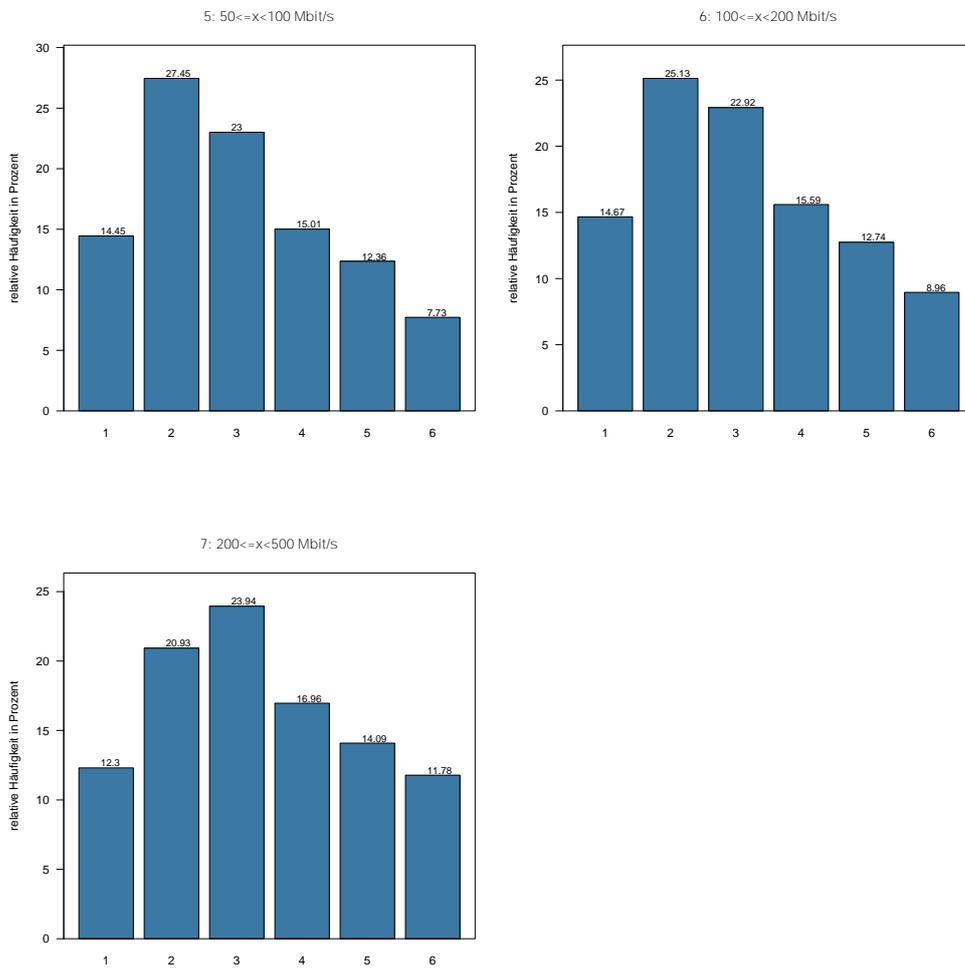


Abbildung 5.6: Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer nach Bandbreitklassen (Noten 1="sehr gut" bis 6="ungenügend")

Geografischer Bereich

Wie bereits im Vorjahreszeitraum bestehen in den verschiedenen regionalen Bereichen nur geringe Unterschiede in der Verteilung der Kundenzufriedenheit (s. Abbildung 5.7).

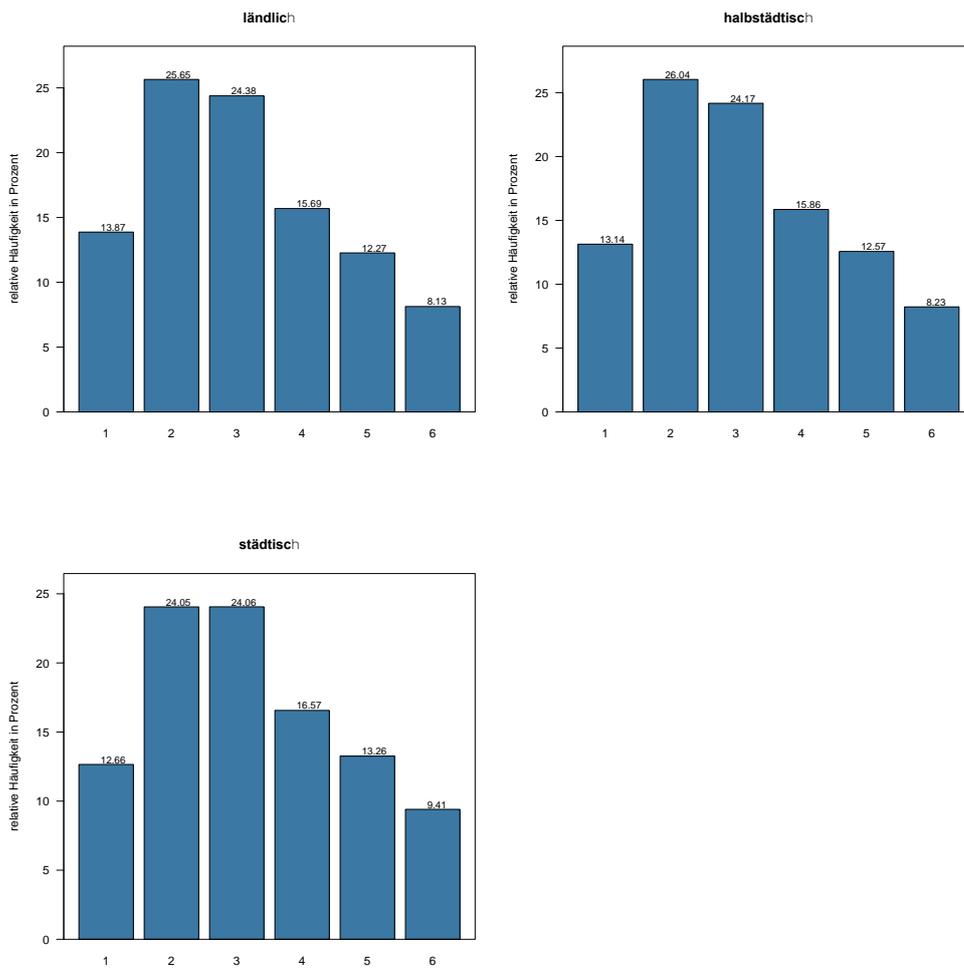


Abbildung 5.7: Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer nach Regionen (Noten 1="sehr gut" bis 6="ungenügend")

5.3.2 Mobile Breitbandanschlüsse

Auch für mobile Anschlüsse wurden die Anbieter überwiegend positiv bewertet (vgl. Abbildung 5.8). Eine Verzerrung der Stichprobe in Richtung besonders unzufriedener Kunden ist auch hier nicht zu erkennen. Tendenziell liegt die von den Teilnehmern angegebene Kundenzufriedenheit von Teilnehmern mit mobilen Anschlüssen über der von Teilnehmern mit stationären Anschlüssen.

Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum ist der Anteil der Kunden, die ihren Anbieter mit Noten von 1 bis 3 bewerteten, jedoch erneut zurückgegangen (2017/2018: 74,7 % 2016/2017: 76,6 %; 2015/2016: 82,8 %).

Verteilung der Kundenzufriedenheit

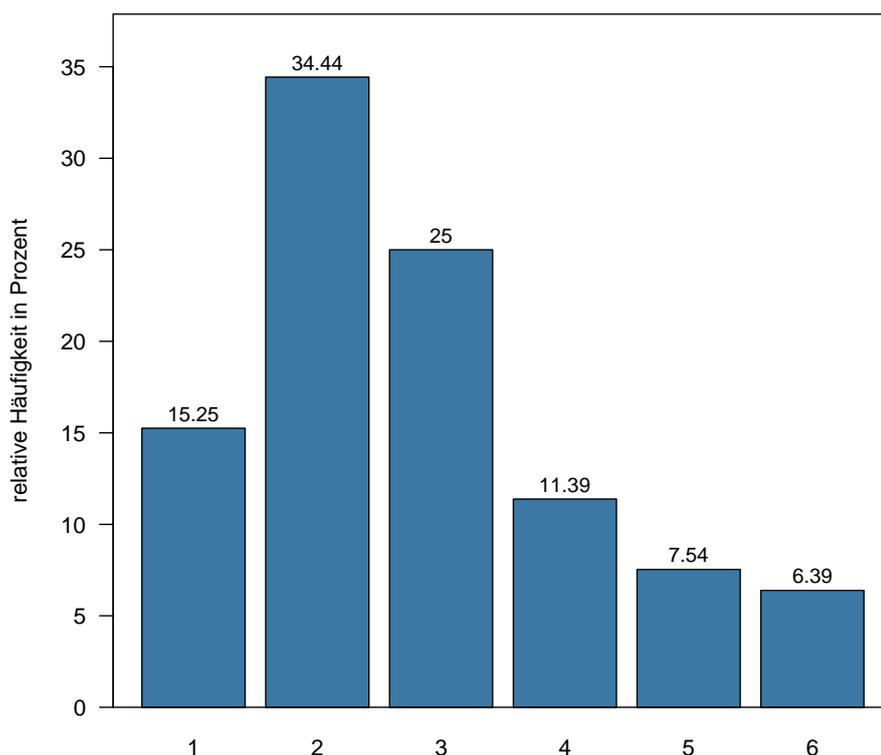
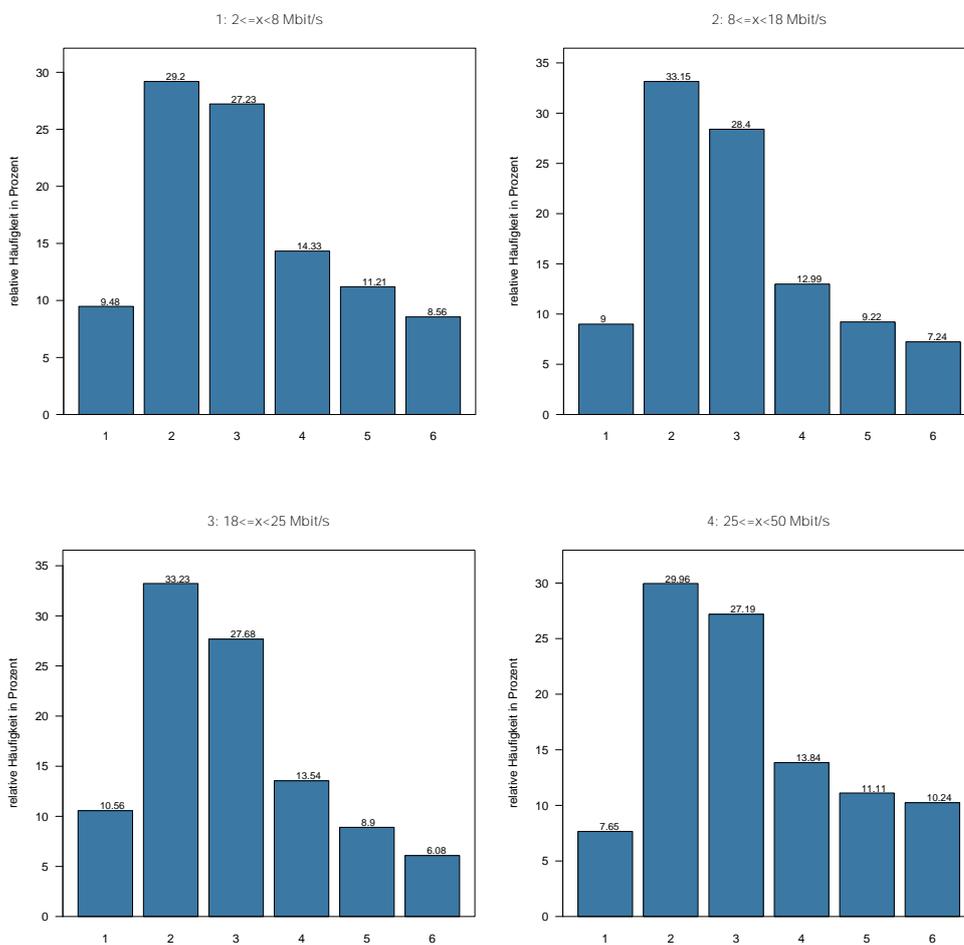


Abbildung 5.8: Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer (Noten 1="sehr gut" bis 6="ungenügend")

Bandbreiteklasse

Kunden von Anschlüssen mit höherer vertraglich vereinbarter geschätzter maximaler Datenübertragungsrate (Bandbreiteklasse 5, 6, 7 und 8) sind gemessen an der Häufigkeit der Noten von 1 bis 3 zufriedener mit ihrem Anbieter als solche von Anschlüssen mit geringerer vertraglich vereinbarter geschätzter maximaler Datenübertragungsrate (vgl. Abbildung 5.9).



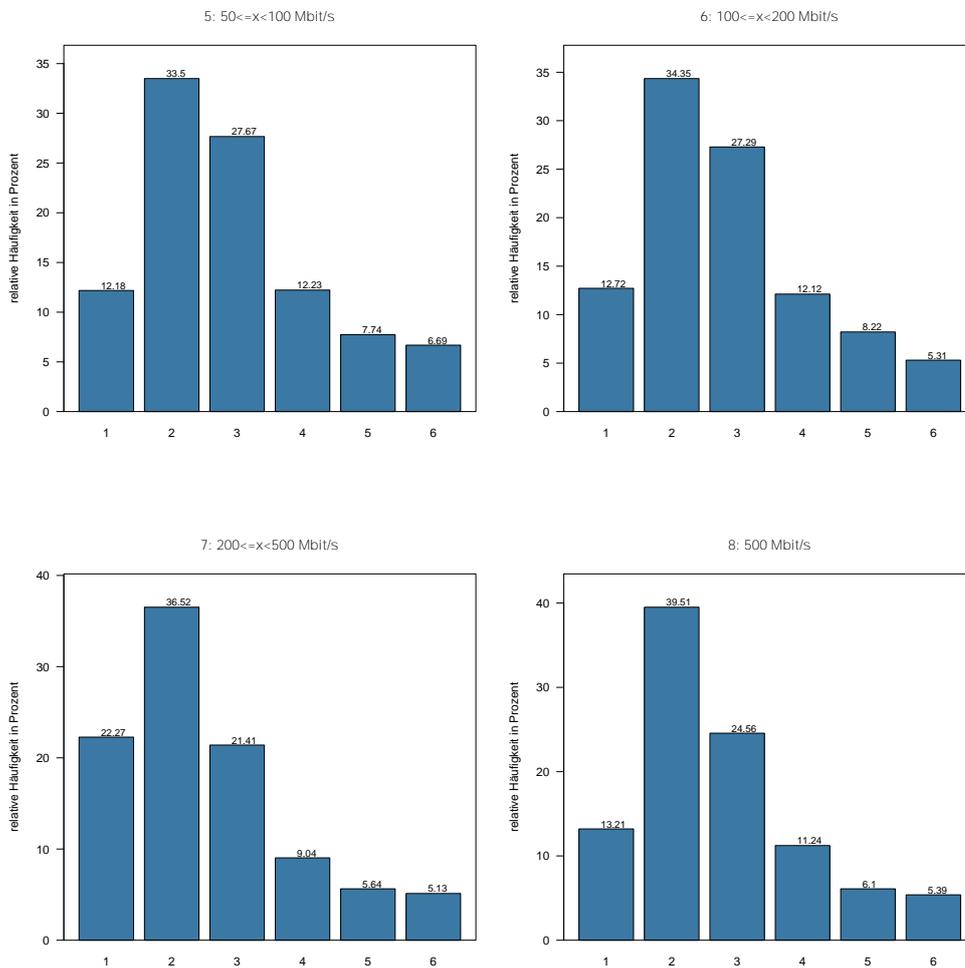


Abbildung 5.9: Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer nach Bandbreitklassen (Noten 1="sehr gut" bis 6="ungenügend")

Geografischer Bereich

Die regionale Betrachtung der Kundenzufriedenheit ergibt insgesamt relativ geringe Unterschiede zwischen den Bereichen (s. Abbildung 5.10).

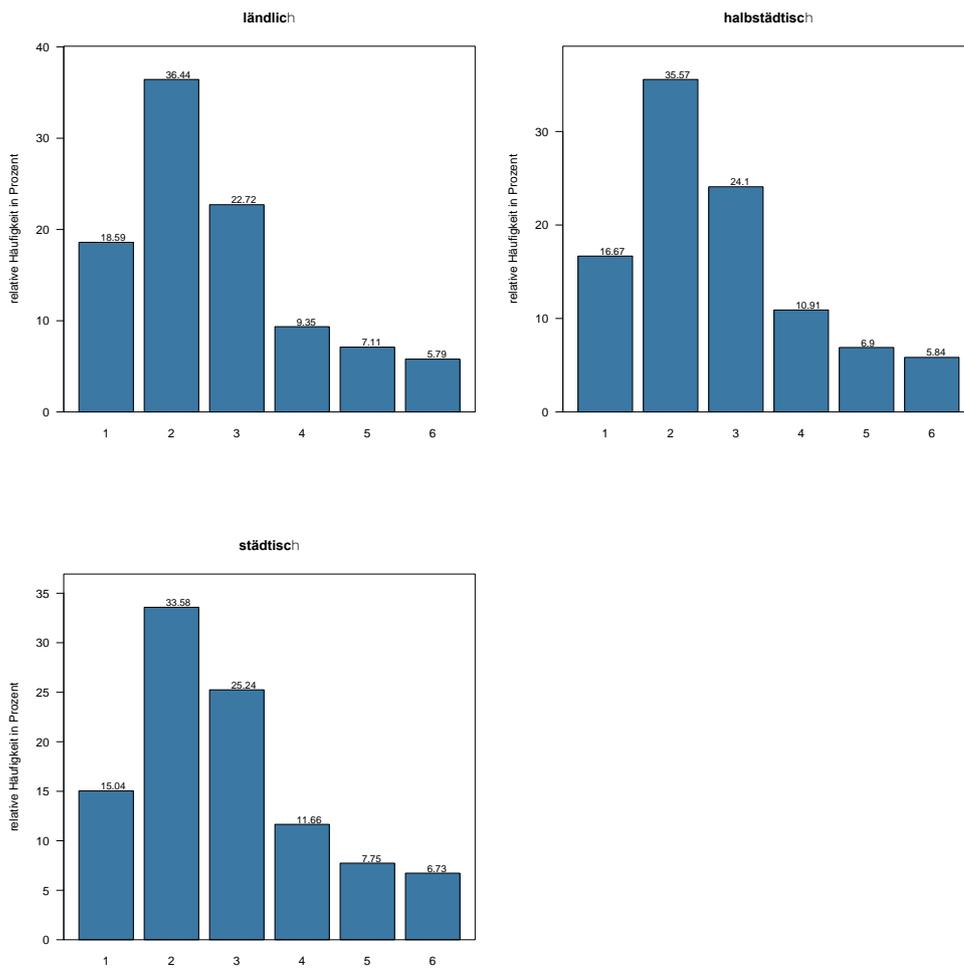


Abbildung 5.10: Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer nach Regionen (Noten 1="sehr gut" bis 6="ungenügend")

6 Stationäre Breitbandanschlüsse

6.1 Datenübertragungsrate Download

Der Fokus der Breitbandmessung lag auf der Ermittlung des Verhältniswertes zwischen tatsächlicher Datenübertragungsrate im Download und der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate. Im Rahmen der Breitbandmessung wurden Nutzer nach ihrer vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate befragt. Dem erhobenen Wert wurde die tatsächlich ermittelte Datenübertragungsrate im Download gegenüber gestellt.

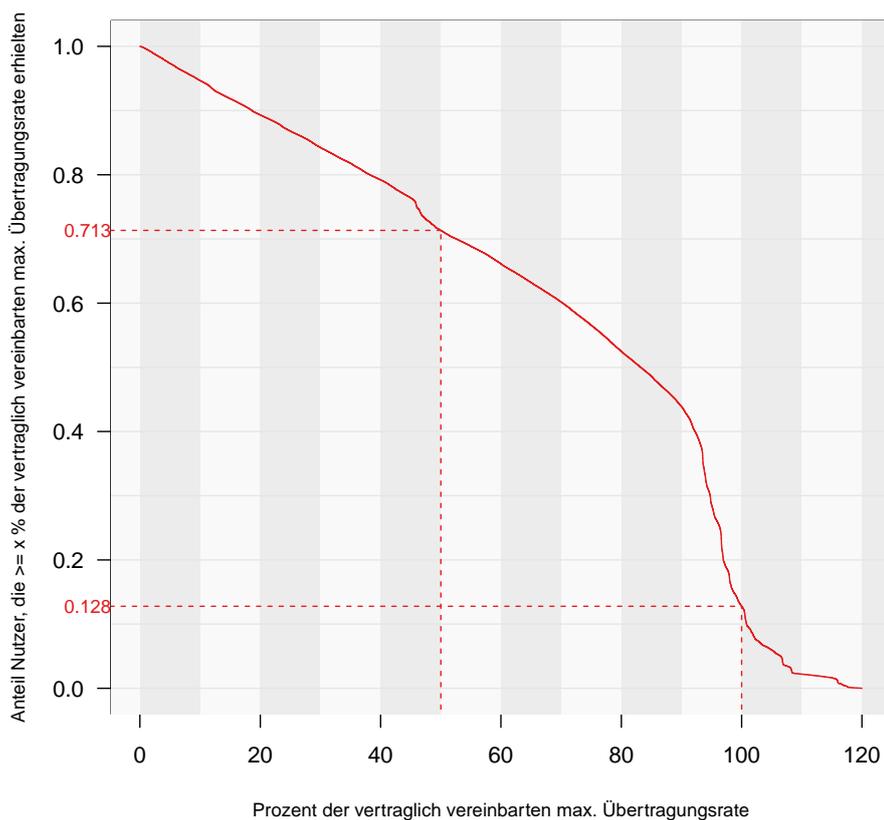


Abbildung 6.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 900.579)

Das Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent wird in Abbildung 6.1 als empirische Verteilungsfunktion²⁰ der prozentual erreichten Datenübertragungsraten über alle Anbieter und Bandbreitklassen hinweg dargestellt. 71,3 % der Nutzer erreichten 50 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate oder mehr, während bei 12,8 % der Nutzer die volle vermarktete Datenübertragungsrate (100 %) erreicht oder überschritten wurde.

In den nächsten Abschnitten werden verschiedene Parameter näher analysiert. Dabei erfolgt keine separate Auswertung der Technologie. Dennoch spielt diese an vielen Stellen eine Rolle. So ist zu beachten, dass in den Bandbreitklassen teilweise unterschiedliche Technologien zum Einsatz kommen. Die unteren Bandbreitklassen sind primär von ADSL-Anschlüssen geprägt. In den höheren Bandbreitklassen finden sich überwiegend Kabelanschlüsse und teilweise auch Glasfaseranschlüsse.

Die Leistungsfähigkeit eines Anschlusses hängt von den technologischen Rahmenbedingungen ab. Bei ADSL-Infrastrukturen ist beispielsweise die Dämpfung der Anschlussleitung ein besonders wichtiger Faktor. Demgegenüber ist bei Kabelnetzen die gemeinsame Nutzung von Ressourcen (sog. Shared Medium) ein wichtiger Einflussfaktor. Je mehr Nutzer über die Kabelinfrastruktur versorgt werden, desto geringer wird die Datenübertragungsrate sein, die dem einzelnen Nutzer verbleibt, solange die Kapazität des Netzes nicht erweitert wird.

²⁰ Ausführliche Erläuterung der empirischen Verteilungsfunktion s. Kapitel 4.2

6.1.1 Bandbreiteklasse

Im Rahmen der Breitbandmessung werden die stationären Breitbandanschlüsse in sieben Bandbreiteklassen eingeteilt (s. Kapitel 4.1). Die Zuordnung einzelner Anschlüsse bzw. der zugrundeliegenden Verträge wurde anhand der von den Nutzern angegebenen vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate im Download vorgenommen.

In Abbildung 6.2 werden die Messergebnisse in den einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt. Dabei lassen sich deutliche Unterschiede feststellen.

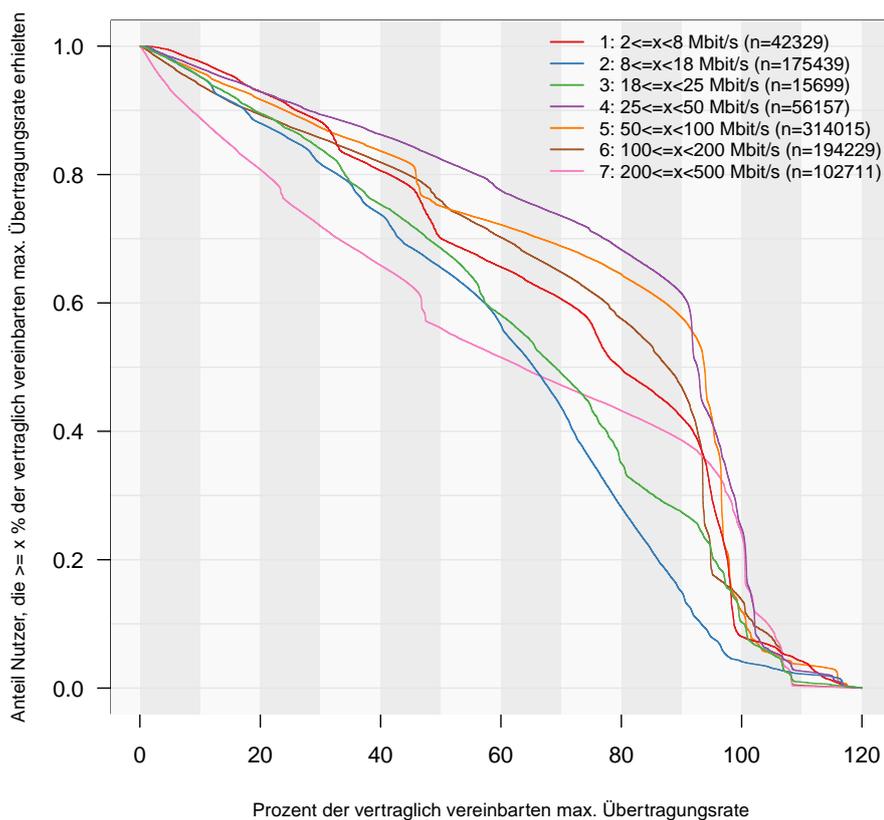


Abbildung 6.2: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen

Die Kurven der Bandbreiteklasse 4 (25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s) und 5 (50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s) fallen zunächst in vergleichsweise geringem Maße und jenseits von 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Übertragungsraten dann stark ab. Mehr als die Hälfte der Nutzer in diesen beiden Bandbreiteklassen erreicht 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten (Bandbreiteklasse 4: 61,5 % (2016/2017: 59,5 %); Bandbreiteklasse 5: 57,8 % (2016/2017: 56,7 %)); der Anteil der Nutzer, der tatsächlich 100 % oder mehr erhalten hat, ist demgegenüber geringer (Bandbreiteklasse 4: 24,8 % (2016/2017: 22,7 %); Bandbreiteklasse 5: 11,9 % (2016/2017: 8,6 %)).

Andere Kurven fallen von Beginn an stärker ab und weisen keinen ausgeprägten Knick ab einem bestimmten Wert auf. Besonders deutlich wird dies bei den Bandbreiteklassen 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) und 3 (18 Mbit/s bis kleiner 25 Mbit/s). Die größte Spanne zwischen der obersten und untersten Kurve liegt im Bereich zwischen 80 % bis 92 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten vor. Diese beträgt am rechten Ende des Bereichs zwischen den einzelnen Kurven bis zu 46,5 Prozentpunkte. Im Bereich zwischen 80 % bis 92 % befinden sich die Bandbreiteklasse 4 (25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s) am oberen und die Bandbreiteklasse 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) am unteren Ende.

In Abbildung 6.3 ist das Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsraten zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsraten in den unterschiedlichen Bandbreiteklassen als Boxplot²¹ dargestellt.

²¹ Ausführliche Erläuterung der Boxplots s. Kap. 4.2

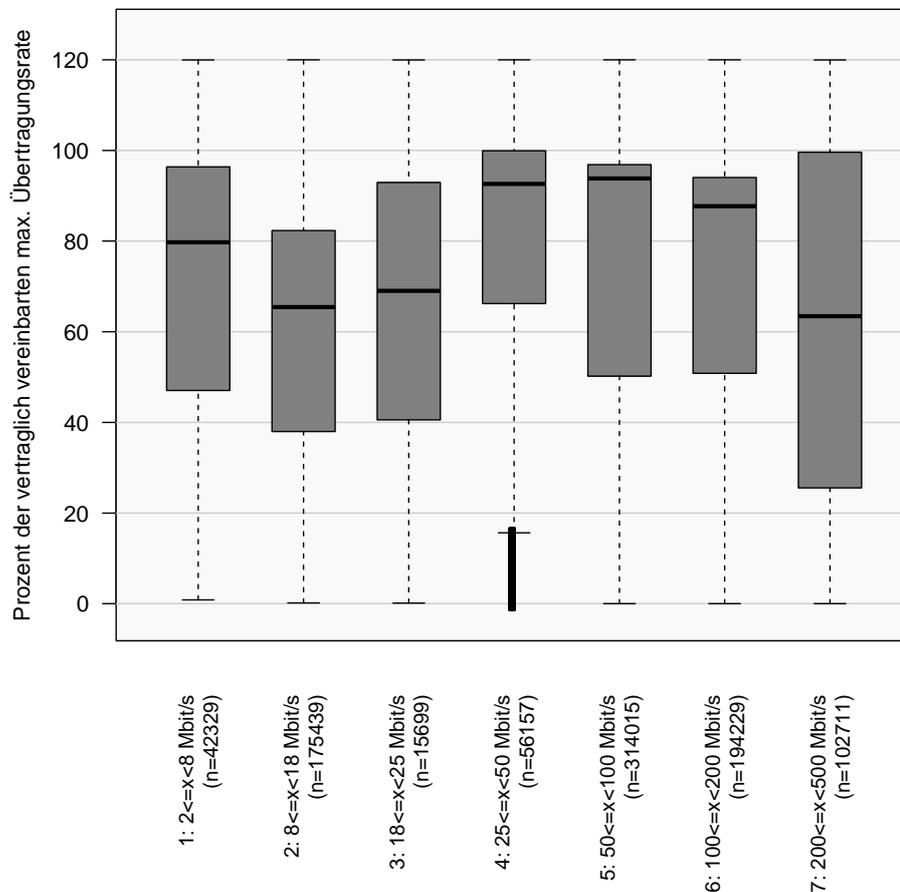


Abbildung 6.3: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen

Wie bereits Abbildung 6.2 zu entnehmen, zeigen die in den Boxplots dargestellten Mediane Unterschiede zwischen den einzelnen Bandbreiteklassen auf. Während der Median in den Bandbreiteklassen 1, 4, 5 und 6 auf oder über 80 % liegt – in den Bandbreiteklassen 4 und 5 sogar über 90 % –, liegt dieser in den Bandbreiteklassen 2, 3 und 7 zwischen 63 % und 69 %.

Auch die Streuung der Messergebnisse variiert zwischen den Bandbreitklassen. Die geringste Streuung, gemessen an den mittleren 50 % der Messwerte (Länge der Boxen), liegt mit 33,7 Prozentpunkten in der Bandbreiteklasse 4 (25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s) vor. In Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) ist die entsprechende Box 74,1 Prozentpunkte lang und damit mehr als doppelt so groß.

Die Tabelle 6.1 stellt für ausgewählte Werte die Anteile der Nutzer bezogen auf die einzelnen Bandbreitklassen dar, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle, die in den eckigen Klammern ablesbar sind.

Tabelle 6.1: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bandbreitklassen

Bandbreiteklasse	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	70.1 [69.6-70.5]	65.6 [65.2-66.1]	60.6 [60.2-61.1]	49.8 [49.3-50.2]	42.2 [41.7-42.7]	8.0 [7.8-8.3]
2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	65.5 [65.3-65.7]	56.6 [56.3-56.8]	43.7 [43.5-44.0]	28.2 [27.9-28.4]	15.0 [14.8-15.2]	4.1 [4.0-4.2]
3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	68.5 [67.8-69.3]	58.1 [57.3-58.9]	49.0 [48.3-49.8]	35.0 [34.3-35.8]	27.4 [26.7-28.1]	10.2 [9.8-10.7]
4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	82.4 [82.1-82.7]	77.5 [77.2-77.9]	73.6 [73.2-73.9]	68.3 [67.9-68.7]	61.5 [61.1-61.9]	24.8 [24.5-25.2]
5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	75.1 [74.9-75.2]	72.2 [72.0-72.3]	68.8 [68.7-69.0]	64.5 [64.3-64.6]	57.8 [57.6-57.9]	11.9 [11.8-12.1]
6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	75.9 [75.7-76.1]	70.2 [70.0-70.4]	64.8 [64.6-65.0]	57.5 [57.3-57.7]	46.9 [46.7-47.2]	13.7 [13.6-13.9]
7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	56.1 [55.8-56.4]	51.5 [51.2-51.8]	47.2 [46.9-47.5]	43.2 [42.9-43.5]	38.6 [38.3-38.9]	24.0 [23.7-24.2]

6.1.2 Anbieter

In diesem Abschnitt werden die Messungen der Datenübertragungsrates im Download nach Anbietern dargestellt. Wie oben beschrieben (s. Kapitel 4.3) wird eine Anzahl von mindestens 400 validen Messungen verlangt, bevor eine separate Darstellung des Anbieters erfolgt. Insgesamt liegt für 59 Anbieter eine entsprechende Zahl an validen Messungen vor. Alle anderen Anbieter werden in der Gruppe „Sonstige“ zusammengefasst.

Die Verteilungsfunktionen aller 59 Anbieter können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden (s. Abbildung 6.4). Dort sind eine Betrachtung einzelner Anbieter sowie ein Vergleich zwischen zwei oder mehr Anbietern untereinander benutzerfreundlich in der interaktiven Ergebnisdarstellung möglich.

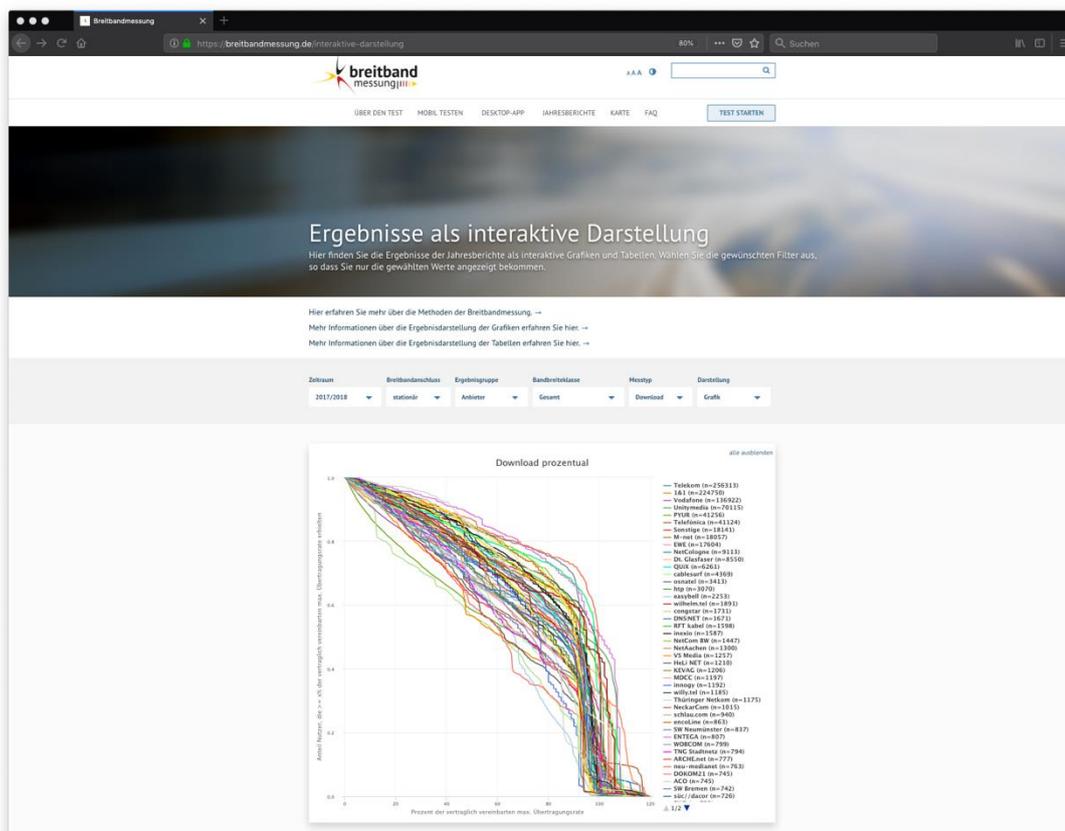


Abbildung 6.4: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrates im Download nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung>

In diesem Bericht wird aus Gründen der Lesbarkeit auf eine Darstellung aller Anbieter in Form von Verteilungsfunktionen verzichtet. Stattdessen wird eine Fokussierung auf die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen vorgenommen.

In Abbildung 6.5 werden die Verteilungsfunktionen über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt²². Diese decken 92,5 % der validen Messungen ab. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.

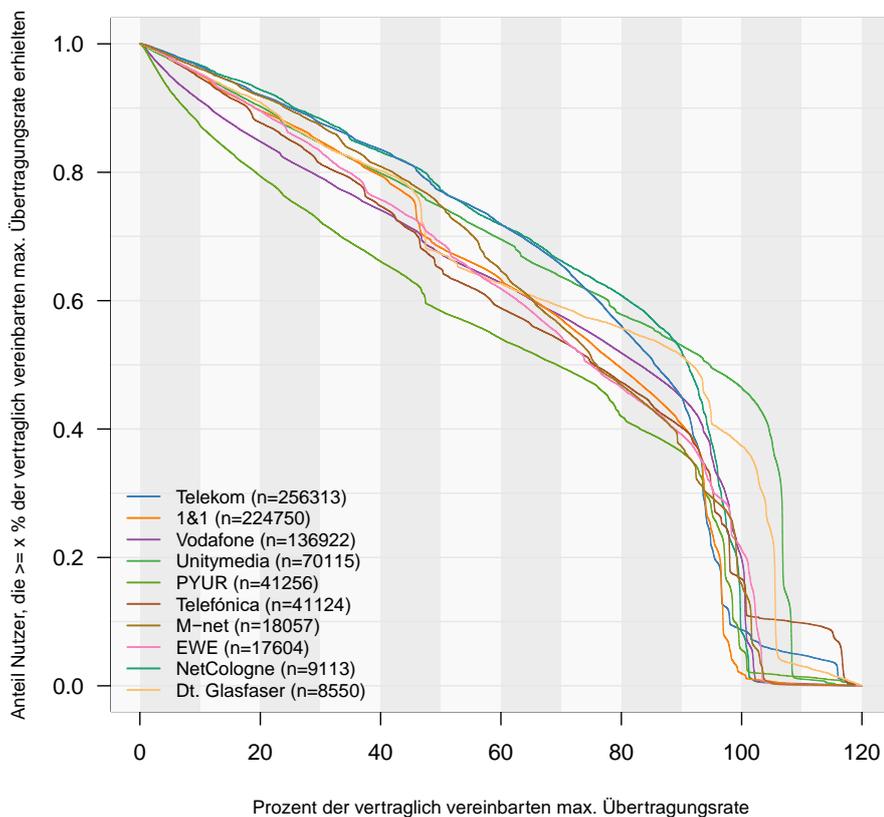


Abbildung 6.5: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.

²² Beim Anbieter 1&1 besteht neben der manuellen Auswahl des Tarif-Typs auch die Möglichkeit eines automatischen Abrufs der Tarifinformationen.

Der Verlauf der Kurven der empirischen Verteilungsfunktion der 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen zeigt erkennbar Unterschiede auf, im Bereich um 100 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate ist die Spanne zwischen oberster und unterster Kurve am größten. In diesem Bereich ist die beobachtete Kurvenform für fast alle Anbieter ähnlich. Im Bereich von 0 % bis 90 % der vertraglich vereinbarten Datenübertragungsrate liegen die Kurven enger zusammen, weisen also eine kleinere maximale Spanne auf, zeigen aber in der Kurvenform charakteristische Eigenheiten, wie beispielsweise für die unterste Kurve die steileren Abfälle unterhalb von 50 % und von 80 %.

In Abbildung 6.6 ist das Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate für alle 59 Anbieter als Boxplot dargestellt. Bei allen einzeln dargestellten Anbietern erreichte die Hälfte aller Nutzer mindestens 60 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate. Einzelne Anbieter reichen nahezu im Median an die 100 % heran beziehungsweise übertreffen diese sogar.

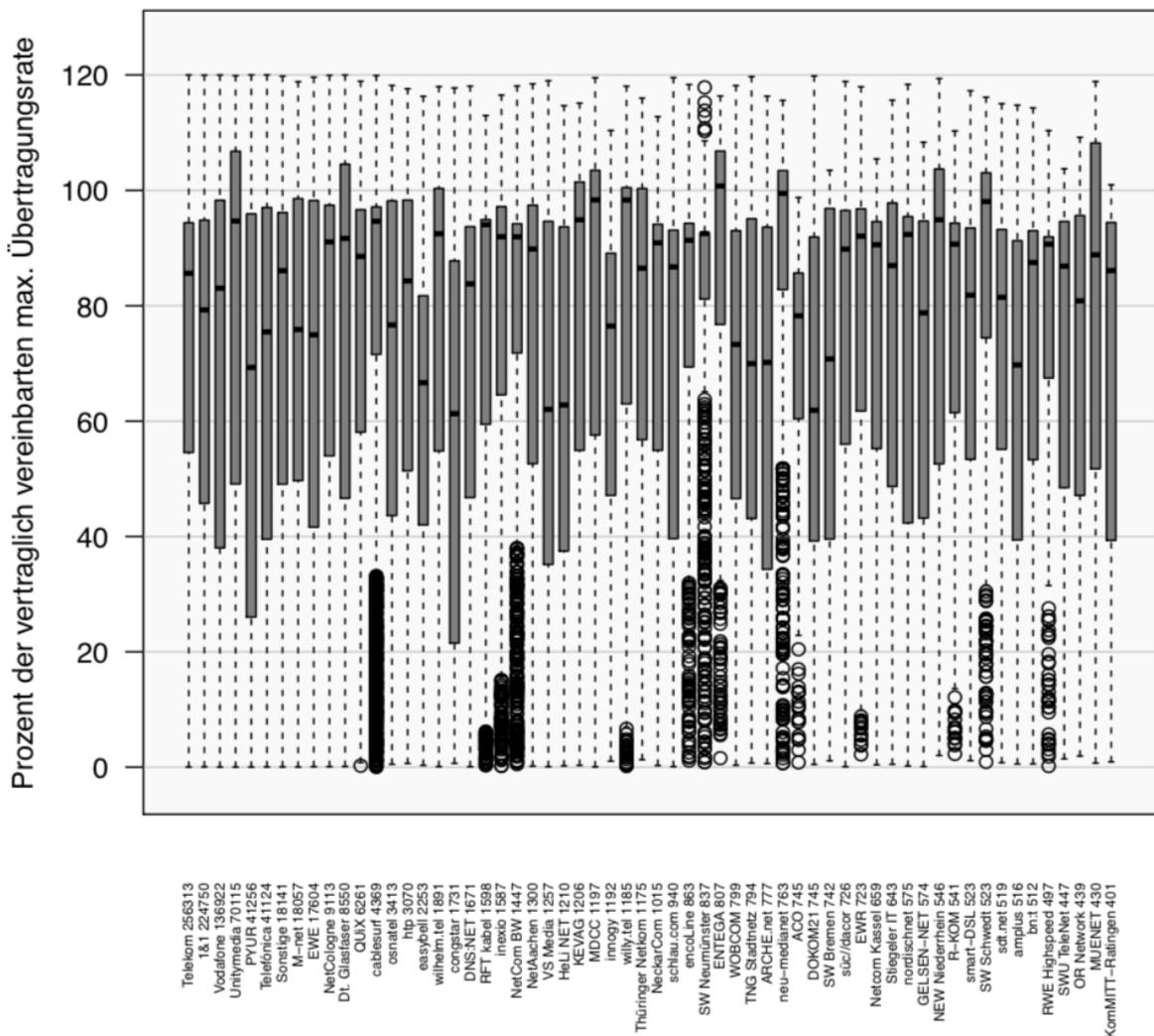


Abbildung 6.6: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Anbietern

Die Tabelle 6.2 stellt ebenfalls für alle 59 Anbieter die Anteile der Nutzer bezogen auf den jeweiligen Anbieter dar, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle.

Im Hinblick auf die Anzahl der Nutzer, die tatsächlich 100 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erreichten, fallen die Ergebnisse bezogen auf die einzelnen Anbieter sehr unterschiedlich aus. Die Spannweite reicht von 0 % bis 50,7 % der Nutzer des jeweiligen Anbieters (vgl. Tabelle 6.2). Bei einem Großteil der Anbieter erreichte mindestens ein Viertel der Kunden

90 % der vertraglich vereinbarten Rate. Der höchste Wert liegt hier bei 72,3 % der Nutzer.

Tabelle 6.2: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Anbietern (Reihung nach Anzahl valider Messungen)

Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Telekom	77.0 [76.9-77.2]	71.9 [71.7-72.1]	65.6 [65.4-65.8]	56.1 [55.9-56.3]	45.0 [44.8-45.2]	8.7 [8.6-8.8]
1&1	68.2 [68.0-68.4]	63.3 [63.1-63.5]	57.1 [56.9-57.3]	49.5 [49.3-49.7]	40.7 [40.5-40.9]	1.9 [1.8-1.9]
Vodafone	67.3 [67.1-67.6]	62.7 [62.5-63.0]	57.6 [57.3-57.9]	51.9 [51.6-52.1]	45.0 [44.7-45.2]	19.8 [19.5-20.0]
Unitymedia	74.6 [74.3-74.9]	69.5 [69.2-69.9]	63.7 [63.4-64.1]	57.8 [57.5-58.2]	53.0 [52.6-53.4]	46.4 [46.1-46.8]
PYUR	58.4 [57.9-58.9]	54.1 [53.6-54.5]	49.7 [49.2-50.1]	42.0 [41.5-42.4]	36.5 [36.0-36.9]	5.6 [5.4-5.8]
Telefónica	65.0 [64.5-65.4]	58.8 [58.4-59.3]	53.7 [53.3-54.2]	47.3 [46.8-47.8]	40.2 [39.8-40.7]	16.6 [16.3-17.0]
Sonstige	74.3 [73.7-75.0]	68.8 [68.2-69.5]	63.0 [62.3-63.7]	55.7 [55.0-56.4]	45.1 [44.4-45.8]	15.0 [14.5-15.6]
M-net	74.8 [74.2-75.4]	64.6 [63.9-65.3]	56.1 [55.3-56.8]	46.9 [46.2-47.6]	37.3 [36.6-38.0]	15.8 [15.3-16.3]
EWE	69.0 [68.4-69.7]	61.8 [61.1-62.5]	54.4 [53.6-55.1]	46.5 [45.7-47.2]	39.2 [38.4-39.9]	21.2 [20.6-21.8]
NetCologne	77.3 [76.4-78.1]	71.8 [70.9-72.7]	66.2 [65.2-67.2]	60.8 [59.8-61.8]	52.1 [51.1-53.2]	8.4 [7.8-9.0]
Dt. Glasfaser	67.3 [66.3-68.3]	62.7 [61.6-63.7]	59.0 [57.9-60.0]	55.7 [54.7-56.8]	51.3 [50.3-52.4]	37.4 [36.3-38.4]
QUiX	79.6 [78.5-80.5]	73.7 [72.6-74.8]	67.0 [65.9-68.2]	59.2 [58.0-60.4]	48.1 [46.9-49.3]	2.2 [1.9-2.6]
cablesurf	82.3 [81.1-83.4]	78.9 [77.7-80.1]	75.5 [74.2-76.8]	67.3 [65.9-68.7]	61.1 [59.7-62.5]	3.1 [2.6-3.7]
osnatel	71.1 [69.5-72.6]	63.3 [61.7-64.9]	56.4 [54.8-58.1]	47.1 [45.5-48.8]	38.6 [37.0-40.2]	19.3 [18.0-20.7]
htp	75.5 [74.0-77.0]	70.7 [69.1-72.3]	62.4 [60.6-64.1]	53.9 [52.2-55.7]	45.3 [43.6-47.1]	11.4 [10.4-12.6]
easybell	67.6 [65.6-69.5]	57.3 [55.3-59.4]	40.3 [38.3-42.3]	26.8 [25.0-28.7]	12.8 [11.5-14.2]	0.4 [0.2-0.8]
wilhelm.tel	77.6 [75.6-79.4]	73.2 [71.1-75.1]	70.3 [68.2-72.3]	65.8 [63.6-67.9]	57.5 [55.3-59.7]	26.1 [24.1-28.1]
congstar	56.6 [54.3-58.9]	50.7 [48.3-53.0]	42.6 [40.3-45.0]	32.5 [30.3-34.7]	23.3 [21.4-25.4]	6.5 [5.4-7.7]
DNS:NET	73.4 [71.3-75.5]	67.1 [64.9-69.4]	61.0 [58.7-63.4]	52.2 [49.8-54.6]	43.7 [41.4-46.1]	7.1 [5.9-8.4]
RFT kabel	79.0 [77.0-81.0]	74.9 [72.7-77.0]	70.6 [68.3-72.8]	63.0 [60.6-65.3]	58.0 [55.6-60.4]	1.6 [1.1-2.3]
inexio	82.4 [80.4-84.2]	77.4 [75.3-79.4]	71.1 [68.9-73.3]	62.8 [60.4-65.2]	53.1 [50.7-55.6]	3.1 [2.3-4.1]
NetCom BW	85.1 [83.2-86.9]	80.4 [78.3-82.4]	76.3 [74.0-78.4]	70.1 [67.7-72.4]	57.6 [55.1-60.2]	3.9 [3.0-5.0]

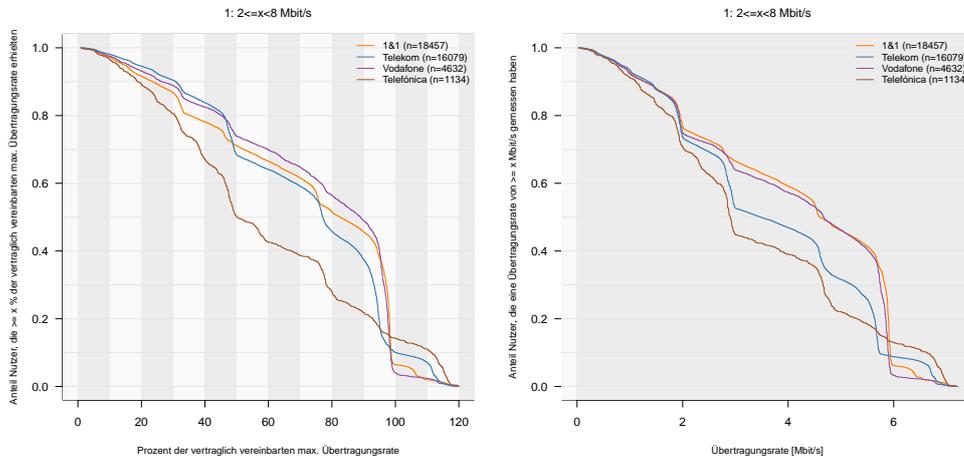
Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
NetAachen	76.6 [74.2-78.8]	70.7 [68.2-73.1]	64.8 [62.2-67.4]	58.5 [55.8-61.2]	49.7 [47.0-52.4]	7.1 [5.8-8.6]
VS Media	56.6 [53.8-59.3]	50.8 [48.0-53.5]	45.7 [42.9-48.4]	41.1 [38.4-43.8]	34.8 [32.2-37.4]	15.0 [13.2-17.1]
HeLi NET	63.9 [61.1-66.5]	53.3 [50.5-56.1]	45.4 [42.6-48.2]	39.0 [36.3-41.8]	29.8 [27.2-32.4]	14.5 [12.7-16.6]
KEVAG	76.9 [74.5-79.2]	73.7 [71.2-76.1]	69.3 [66.7-71.9]	66.1 [63.4-68.7]	60.8 [58.0-63.5]	38.3 [35.6-41.1]
MDCC	79.0 [76.6-81.2]	74.1 [71.5-76.5]	68.7 [66.0-71.2]	63.5 [60.7-66.2]	59.5 [56.7-62.2]	34.1 [31.5-36.8]
innogy	73.8 [71.3-76.2]	69.0 [66.3-71.5]	61.3 [58.5-64.0]	37.2 [34.5-39.9]	23.1 [20.8-25.5]	0.2 [0.0-0.6]
willy.tel	82.0 [79.7-84.1]	76.4 [73.9-78.7]	72.2 [69.6-74.7]	68.2 [65.5-70.8]	61.5 [58.7-64.2]	43.4 [40.6-46.2]
Thüringer Netkom	80.6 [78.2-82.8]	72.2 [69.5-74.7]	65.9 [63.1-68.5]	58.0 [55.1-60.7]	44.6 [41.8-47.5]	27.2 [24.8-29.9]
NeckarCom	77.4 [74.8-79.9]	73.3 [70.5-75.9]	67.5 [64.5-70.3]	60.0 [57.0-63.0]	51.0 [48.0-54.1]	5.5 [4.3-7.1]
schlau.com	69.0 [66.0-71.9]	64.8 [61.7-67.8]	58.3 [55.1-61.4]	54.7 [51.5-57.8]	44.5 [41.3-47.7]	1.3 [0.7-2.2]
encoLine	84.5 [81.9-86.7]	80.4 [77.6-82.9]	74.4 [71.4-77.2]	68.3 [65.1-71.3]	55.9 [52.5-59.1]	11.7 [9.7-14.0]
SW Neumünster	84.2 [81.6-86.5]	81.4 [78.6-83.9]	78.6 [75.7-81.3]	75.4 [72.4-78.2]	69.1 [65.8-72.1]	1.2 [0.7-2.2]
ENTEKA	88.5 [86.1-90.5]	83.4 [80.7-85.8]	78.7 [75.7-81.4]	73.5 [70.3-76.4]	66.7 [63.3-69.8]	50.7 [47.2-54.1]
WOBKOM	71.8 [68.6-74.8]	62.6 [59.2-65.9]	53.4 [50.0-56.9]	42.2 [38.8-45.6]	30.8 [27.7-34.1]	4.3 [3.1-5.9]
TNG Stadtnetz	66.5 [63.1-69.7]	56.0 [52.6-59.5]	50.0 [46.5-53.5]	41.6 [38.2-45.0]	33.9 [30.7-37.2]	14.5 [12.2-17.1]
ARCHE.net	62.9 [59.5-66.3]	57.4 [53.9-60.8]	50.2 [46.7-53.7]	42.6 [39.2-46.1]	33.7 [30.5-37.1]	3.3 [2.3-4.9]
neu-medianet	86.9 [84.3-89.1]	81.8 [78.9-84.4]	78.8 [75.7-81.5]	76.0 [72.9-78.9]	72.3 [69.1-75.4]	37.2 [33.9-40.7]
ACO	84.4 [81.7-86.9]	76.0 [72.8-78.9]	65.0 [61.5-68.3]	47.2 [43.7-50.8]	15.6 [13.1-18.3]	0.0 [0.0-0.5]
DOKOM21	60.1 [56.6-63.6]	52.8 [49.2-56.3]	37.3 [33.9-40.8]	32.2 [29.0-35.7]	26.2 [23.1-29.4]	10.9 [8.8-13.3]
SW Bremen	65.5 [62.0-68.8]	58.2 [54.6-61.7]	51.3 [47.8-54.9]	43.8 [40.3-47.4]	37.9 [34.5-41.4]	9.6 [7.7-11.9]
süc//dacor	79.8 [76.7-82.5]	72.6 [69.2-75.7]	67.8 [64.3-71.1]	59.1 [55.5-62.6]	49.3 [45.7-52.9]	5.2 [3.8-7.1]
EWR	80.2 [77.2-83.0]	75.7 [72.4-78.6]	69.8 [66.4-73.1]	63.3 [59.8-66.8]	53.1 [49.5-56.7]	0.8 [0.4-1.8]
Netcom Kassel	77.1 [73.7-80.1]	73.3 [69.8-76.5]	66.9 [63.2-70.4]	60.7 [56.9-64.4]	51.1 [47.3-54.9]	0.9 [0.4-2.0]
Stiegeler IT	74.2 [70.7-77.4]	69.5 [65.9-73.0]	63.8 [60.0-67.4]	56.6 [52.8-60.4]	45.9 [42.1-49.7]	24.1 [21.0-27.6]
nordischnet	69.0 [65.1-72.7]	63.7 [59.6-67.5]	61.2 [57.2-65.1]	57.4 [53.3-61.4]	52.3 [48.3-56.4]	11.3 [9.0-14.2]

Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
GELSEN-NET	70.9 [67.1-74.5]	67.6 [63.7-71.3]	58.9 [54.8-62.8]	47.2 [43.2-51.3]	39.7 [35.8-43.8]	0.9 [0.4-2.0]
NEW Niederrhein	79.1 [75.5-82.3]	69.4 [65.4-73.1]	66.5 [62.4-70.3]	63.9 [59.8-67.8]	60.1 [55.9-64.1]	44.1 [40.0-48.3]
R-KOM	81.9 [78.4-84.9]	75.8 [72.0-79.2]	70.2 [66.3-73.9]	65.4 [61.3-69.3]	52.3 [48.1-56.5]	0.6 [0.2-1.6]
smart-DSL	76.9 [73.1-80.3]	69.2 [65.1-73.0]	59.8 [55.6-64.0]	51.8 [47.5-56.1]	39.6 [35.5-43.8]	5.0 [3.4-7.2]
SW Schwedt	81.8 [78.3-84.9]	79.2 [75.5-82.4]	76.1 [72.3-79.6]	73.2 [69.3-76.8]	66.9 [62.8-70.8]	32.7 [28.8-36.8]
sdt.net	79.0 [75.3-82.3]	71.1 [67.1-74.8]	62.6 [58.4-66.7]	51.3 [47.0-55.5]	37.0 [33.0-41.2]	1.3 [0.7-2.8]
amplus	67.6 [63.5-71.5]	56.0 [51.7-60.2]	49.6 [45.3-53.9]	41.9 [37.7-46.2]	31.0 [27.2-35.1]	0.6 [0.2-1.7]
bn:t	77.9 [74.1-81.3]	71.1 [67.0-74.9]	64.6 [60.4-68.7]	55.3 [50.9-59.5]	46.3 [42.0-50.6]	1.2 [0.5-2.5]
RWE Highspeed	84.3 [80.8-87.2]	79.9 [76.1-83.2]	72.6 [68.6-76.4]	67.8 [63.6-71.8]	53.3 [48.9-57.7]	2.6 [1.5-4.4]
SWU TeleNet	74.0 [69.8-77.9]	68.2 [63.8-72.4]	57.7 [53.1-62.2]	53.9 [49.3-58.5]	47.9 [43.3-52.5]	2.2 [1.2-4.1]
OR Network	72.0 [67.6-76.0]	63.3 [58.7-67.7]	56.7 [52.0-61.3]	50.3 [45.7-55.0]	40.1 [35.6-44.7]	2.1 [1.1-3.8]
MUENET	75.6 [71.3-79.4]	66.5 [61.9-70.8]	61.4 [56.7-65.9]	56.3 [51.6-60.9]	48.6 [43.9-53.3]	32.1 [27.9-36.6]
KomMITT-Ratingen	67.8 [63.1-72.2]	64.8 [60.0-69.4]	61.3 [56.5-66.0]	57.9 [53.0-62.6]	43.6 [38.9-48.5]	0.7 [0.3-2.2]

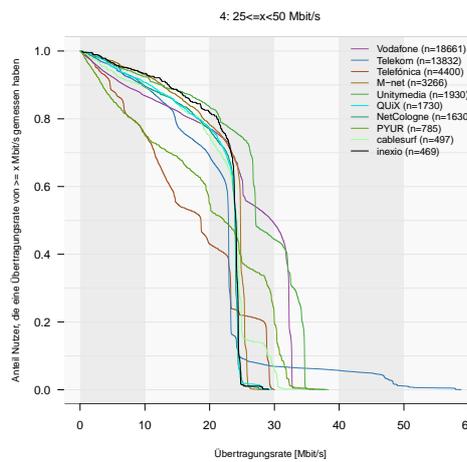
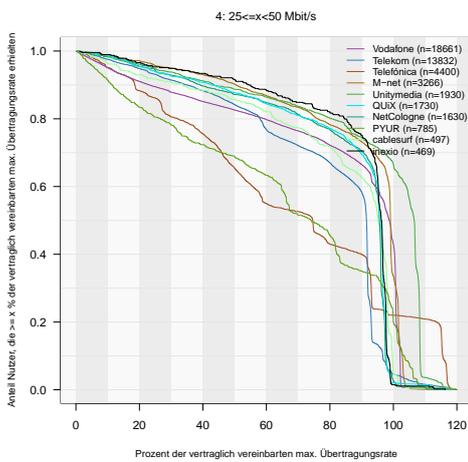
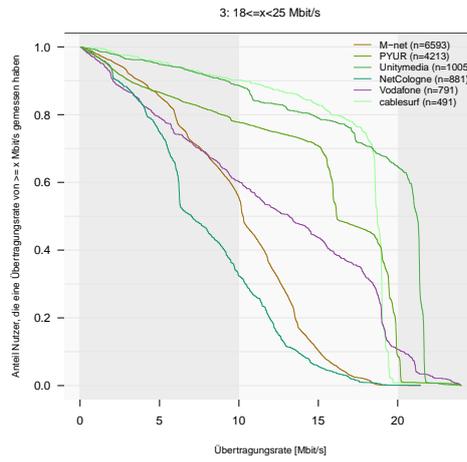
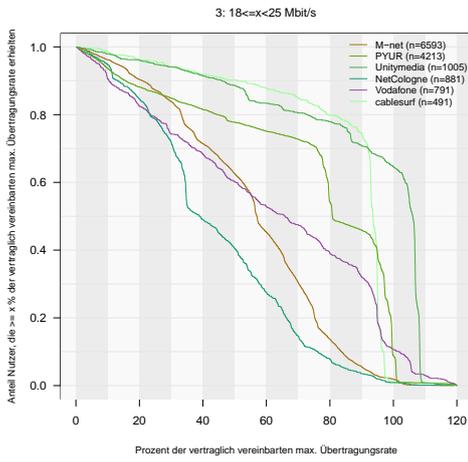
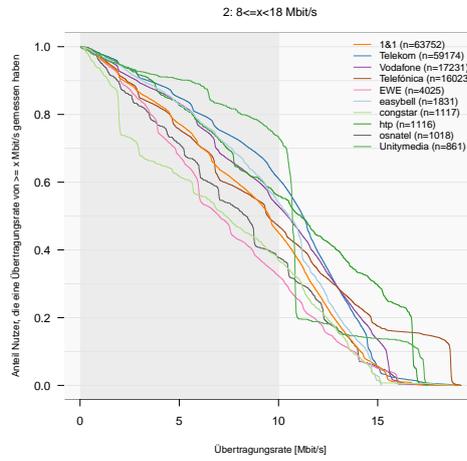
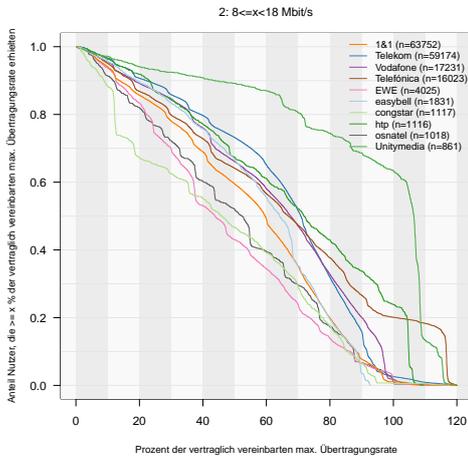
Anbieter je Bandbreiteklasse

In den folgenden Abbildungen werden die Verteilungen nach Anbieter und Bandbreiteklasse für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt²³. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt jeweils nach absteigender Anzahl von validen Messungen. Wie oben beschrieben (s. auch Kapitel 4.3) wurde eine Anzahl von mindestens 400 validen Messungen zugrunde gelegt, bevor eine Darstellung für einen einzelnen Anbieter erfolgt.

In Abbildung 6.7 werden je Bandbreiteklasse jeweils im linken Bild das prozentuale Verhältnis von tatsächlicher zu vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate sowie im rechten Bild die ermittelte Datenübertragungsrate im Download in Mbit/s bezogen auf den Anteil der Nutzer, die einen entsprechenden Wert mit Blick auf den jeweiligen Anbieter erhalten haben, dargestellt.



²³ Eine Betrachtung aller einzeln dargestellten Anbieter sowie ein Vergleich zwischen zwei oder mehr Anbietern ist auf der interaktiven Onlineplattform unter <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> möglich.



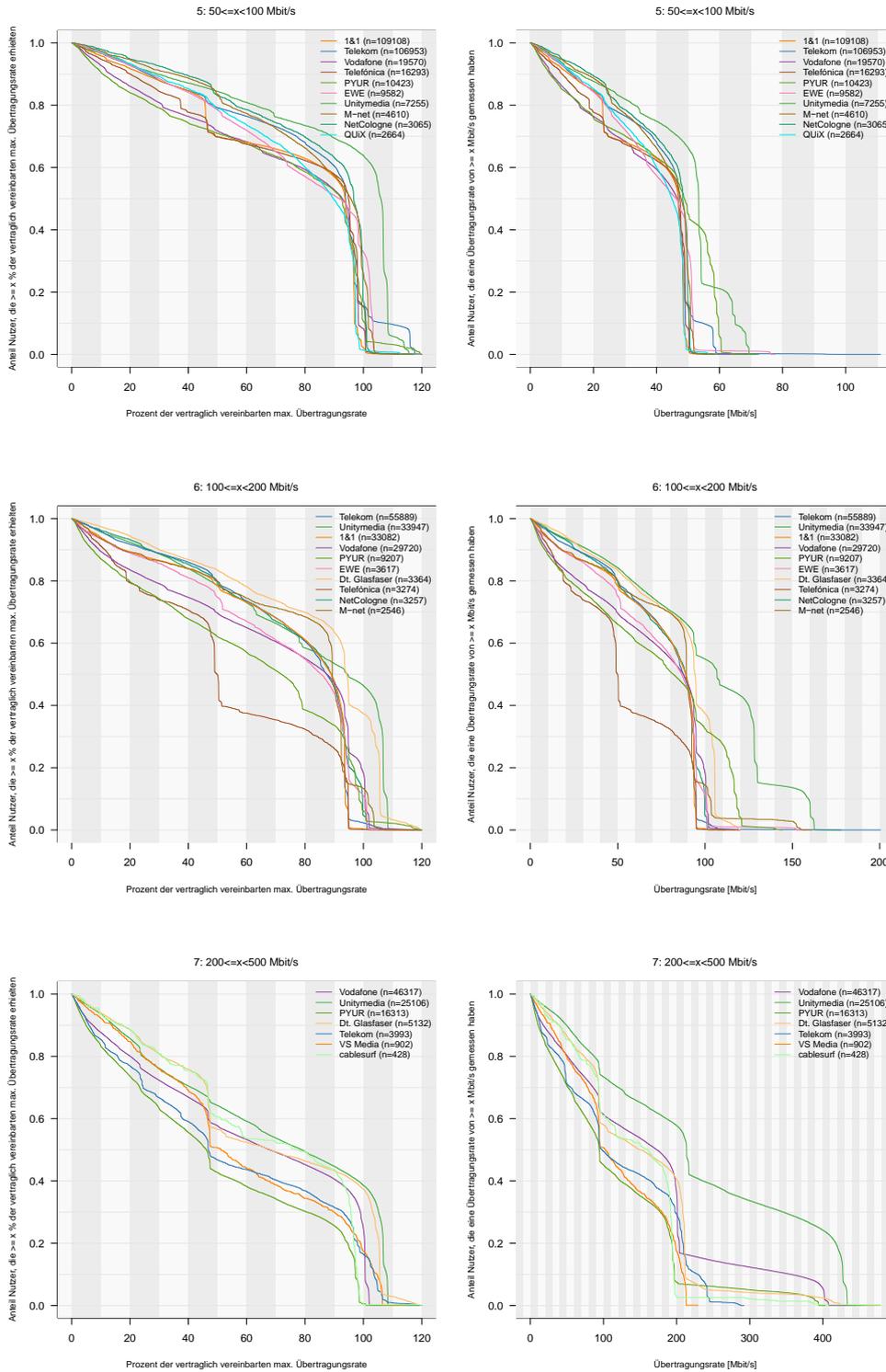


Abbildung 6.7: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual (links) und absolut (rechts) erreichten Datenübertragungsrate im Download je Bandbreitenklasse für die jeweils bis zu 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen.

Wie oben bereits beschrieben (s. 6.1.1), unterscheiden sich die erzielten Ergebnisse in den einzelnen Bandbreiteklassen. Dies betrifft sowohl das prozentuale Verhältnis von tatsächlicher zu vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate als auch die ermittelte Datenübertragungsrate im Download in Mbit/s.

In den Bandbreiteklassen 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) und 3 (18 Mbit/s bis kleiner 25 Mbit/s) heben sich beispielsweise die Kurvenverläufe einzelner Kabelnetzbetreiber von den Kurvenverläufen anderer Anbieter ab, die auch auf DSL-Infrastrukturen basierende Produkte anbieten.

In der Bandbreiteklasse 5 (50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s) wurden die homogensten Ergebnisse erzielt.

Im Rahmen der Breitbandmessung werden die Tarifinformationen der Anbieter mittels Auswahlmenü vorgefiltert. Dabei wird auf die seitens der TK-Unternehmen gemeldeten Tarifdaten zurückgegriffen. Die individuelle Tarifauswahl erfolgt durch den Nutzer. Eine fehlerhafte Tarifauswahl kann dabei nicht ausgeschlossen werden. Dies kann auch Auswirkungen auf die Zuordnung von Messungen zu einzelnen Bandbreiteklassen haben.

In Bandbreiteklassen, in denen ein Anbieter im Hinblick auf die anbieterbezogene Gesamtzahl an Messungen mit relativ wenigen Messungen vertreten ist, können sich derartige Falschangaben stärker auf den Kurvenverlauf auswirken.

6.1.3 Geografischer Bereich

In Abbildung 6.8 werden die Ergebnisse der Breitbandmessung für stationäre Breitbandanschlüsse mit Blick auf den geografischen Bereich dargestellt. Die Kurvenverläufe sind sehr ähnlich, wobei das generelle Niveau des prozentualen Verhältnisses zwischen tatsächlicher und vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate im städtischen Bereich etwas höher als im halb-städtischen und ländlichen Bereich liegt.

Die größte Spanne weisen die Kurven im Bereich von 80 % bis 100 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate auf. Bei allen Kurvenverläufen ist ein starker Abfall ab 90 % der vertraglich vereinbarten Datenübertragungsrate festzustellen. Im städtischen Bereich erreichten 46,5 % der Nutzer 90 % der vermarkteten Datenübertragungsrate, in ländlichen Gebieten waren es 39 %, jeweils eine Steigerung von mehr als 3 Prozentpunkten im Vergleich zum Vorjahreszeitraum.

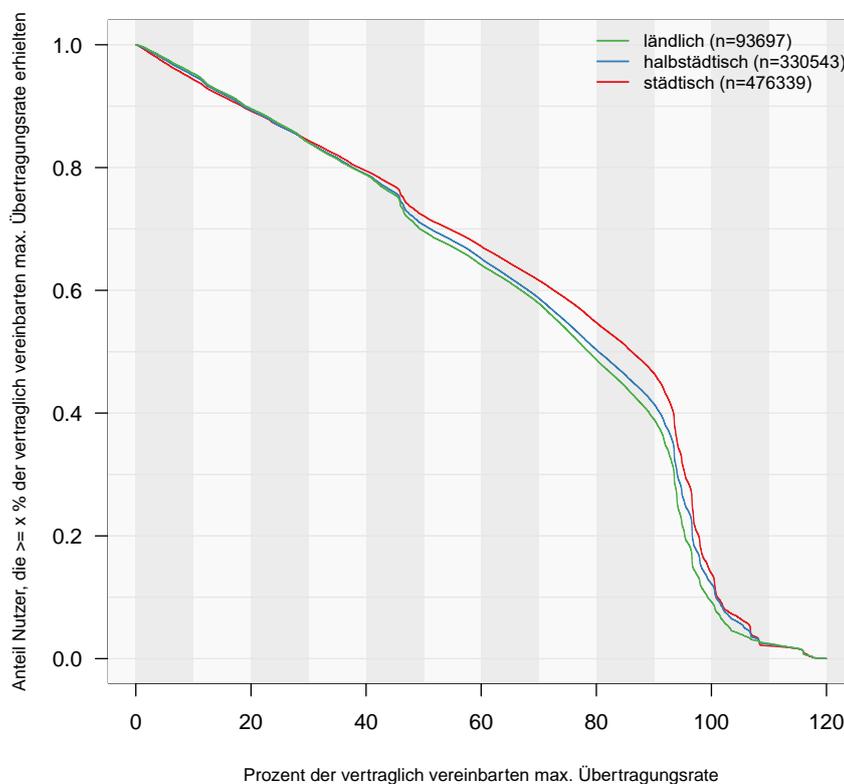


Abbildung 6.8: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich

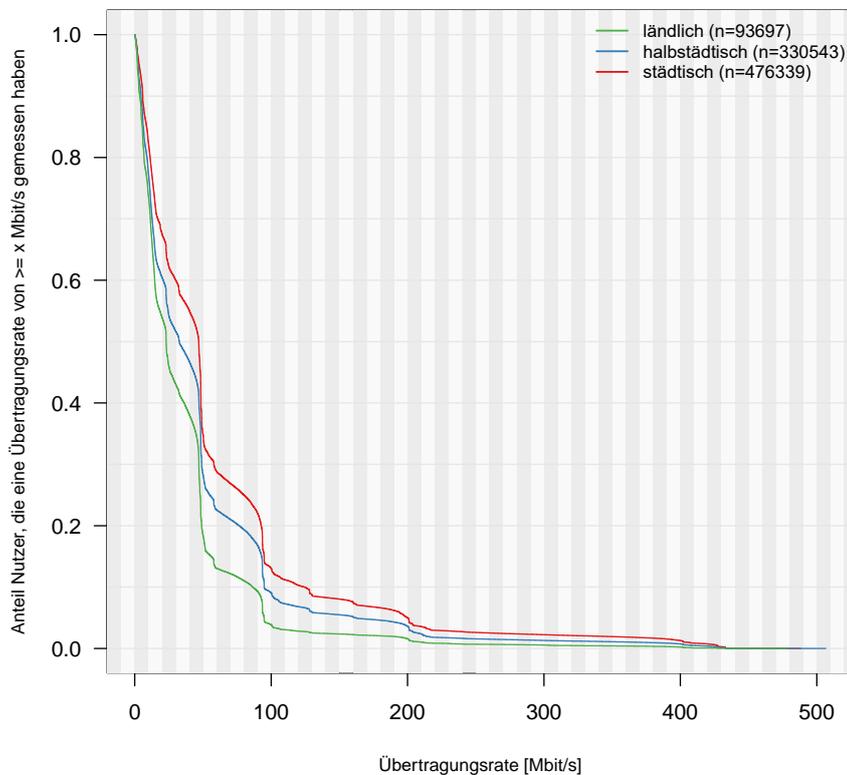


Abbildung 6.9: Empirische Verteilungsfunktion der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich

Hinsichtlich der tatsächlich gemessenen Datenübertragungsrate im Download zeigen sich in Abbildung 6.9 Unterschiede in den einzelnen Bereichen. So haben Nutzer in städtischen Gebieten durchweg die höchsten Datenübertragungsraten gemessen.

Die Tabelle 6.3 stellt die Anteile der Nutzer bezogen auf die einzelnen Bereiche dar, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle.

Tabelle 6.3: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach geografischem Bereich

Geografischer Bereich	50%	60%	70%	80%	90%	100%
ländlich	69.6 [69.3-69.9]	64.2 [63.8-64.5]	57.9 [57.5-58.2]	48.7 [48.4-49.0]	39.0 [38.7-39.3]	9.3 [9.1-9.5]
halbstädtisch	70.6 [70.5-70.8]	65.2 [65.0-65.4]	58.7 [58.5-58.9]	50.3 [50.2-50.5]	41.5 [41.3-41.7]	12.2 [12.1-12.3]
städtisch	72.1 [72.0-72.3]	67.2 [67.0-67.3]	61.6 [61.5-61.8]	54.7 [54.6-54.9]	46.5 [46.3-46.6]	13.9 [13.8-14.0]

6.1.4 Bundesländer

In Abbildung 6.10 sind die Messergebnisse über alle Bandbreite-
klassen je Bundesland zusammengefasst. Die Kurvenverläufe sind
sehr ähnlich. Die maximale Spanne der Kurven zeigt sich im Bereich
von 80 % bis 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Daten-
übertragungsrate. Bei allen Kurvenverläufen ist ein starker Abfall ab
90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungs-
rate festzustellen, wie er auch bei den geografischen Regionen in
Abschnitt 6.1.3 beobachtet wurde.

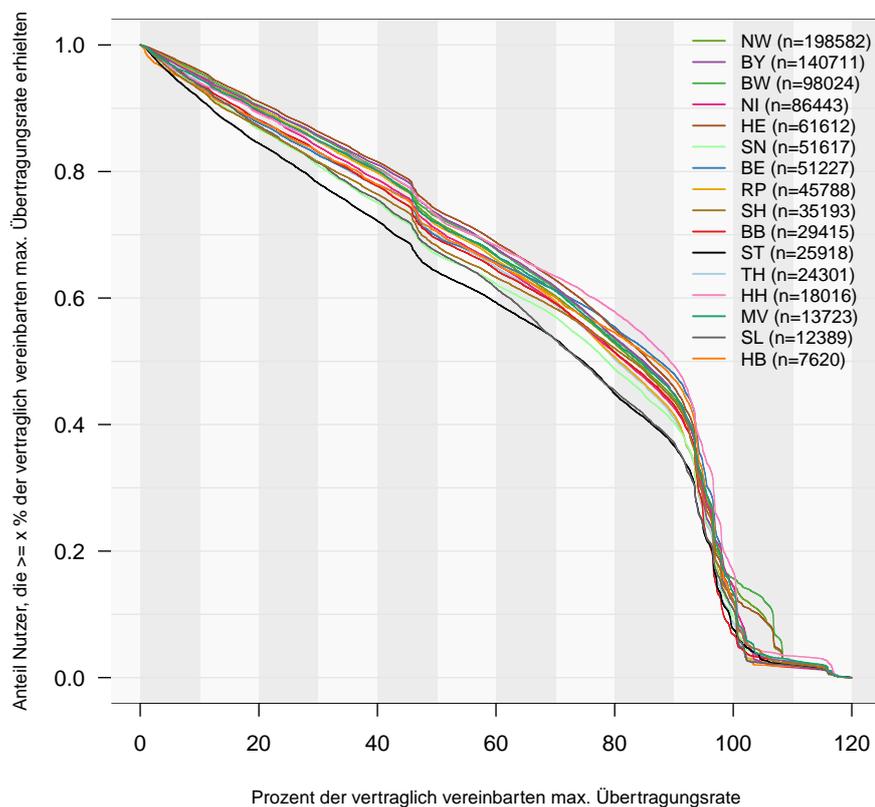


Abbildung 6.10: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten
Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern²⁴

²⁴ BB: Brandenburg; BE: Berlin; BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern;
HB: Bremen; HE: Hessen; HH: Hamburg; MV: Mecklenburg-Vorpommern;
NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz;

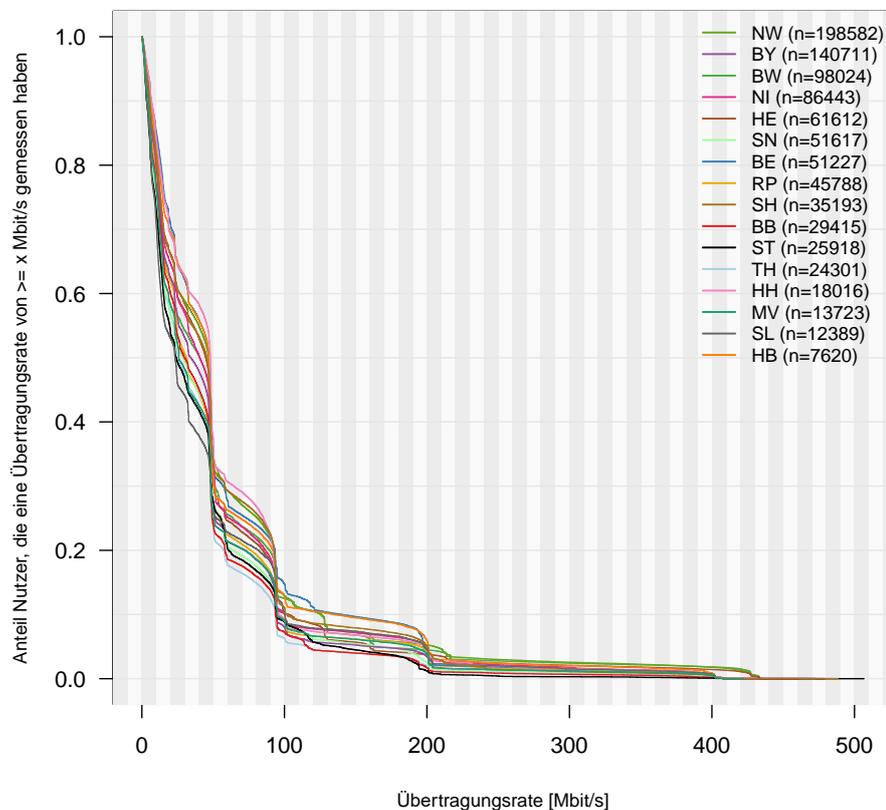


Abbildung 6.11: Empirische Verteilungsfunktion der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern

Für die Verteilung der tatsächlich gemessenen absoluten Datenübertragungsrate im Download sind Unterschiede zwischen den Bundesländern zu beobachten. Die größte Auffächerung zeigt sich im Bereich von 10 Mbit/s bis 30 Mbit/s. Die Spanne beträgt hier bis zu 20 Prozentpunkte. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Bandbreitklassen von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich stark besetzt sind.

SH: Schleswig-Holstein; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt;
TH: Thüringen

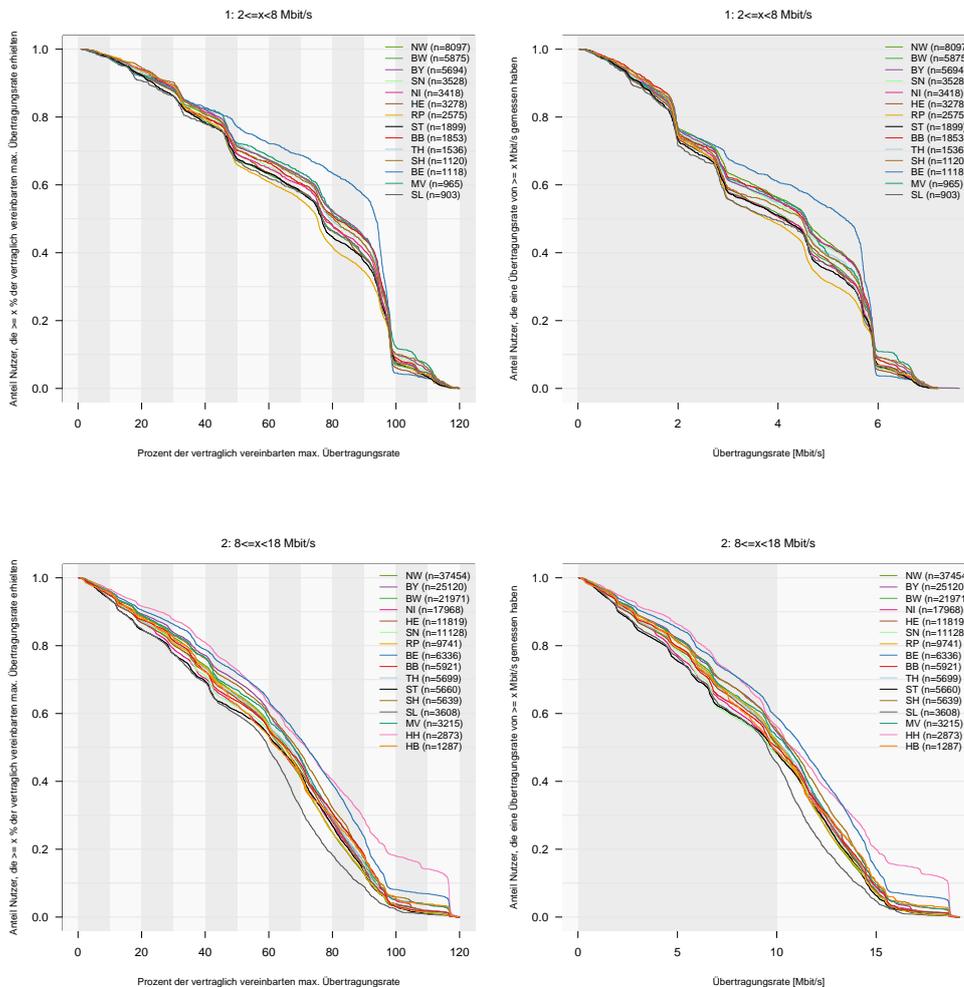
Tabelle 6.4: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bundesländern

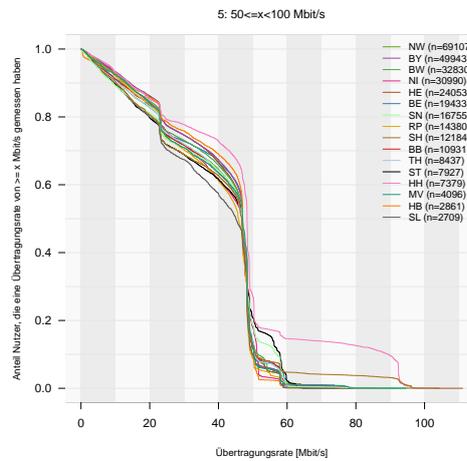
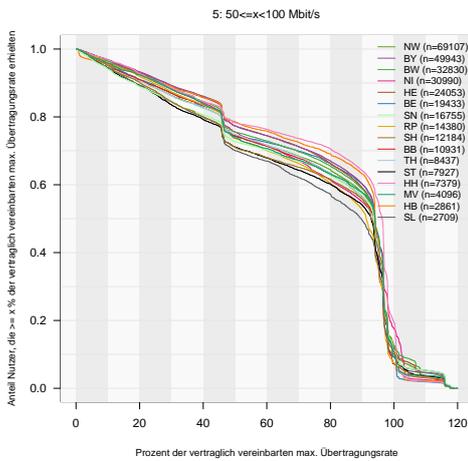
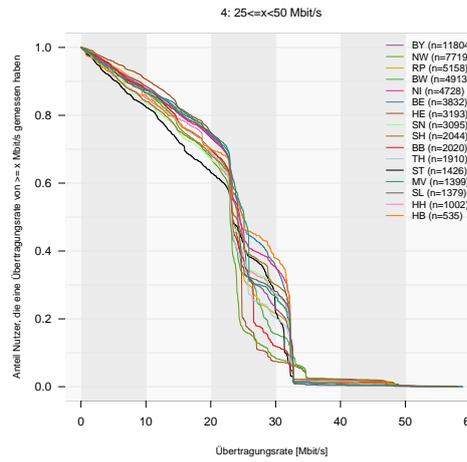
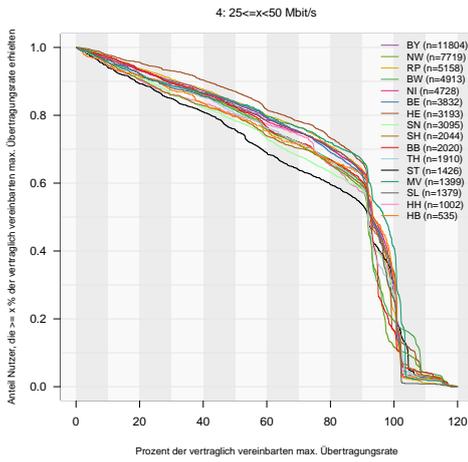
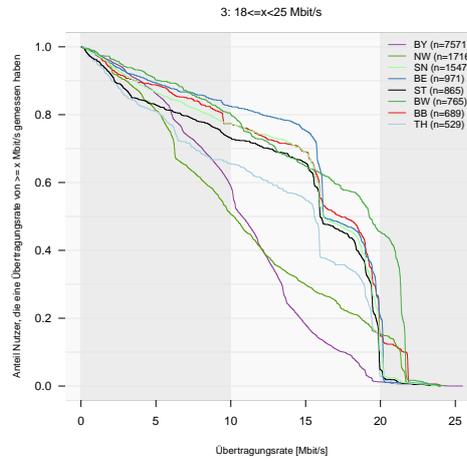
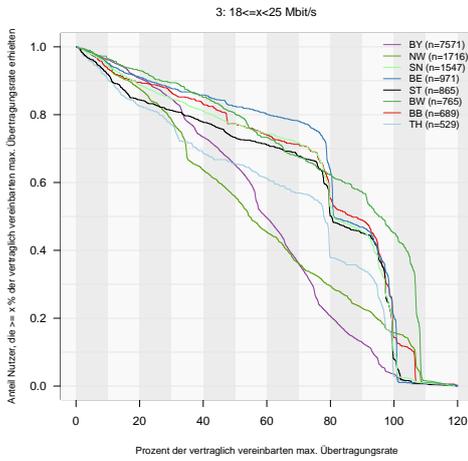
Bundesland	50%	60%	70%	80%	90%	100%
NW	72.1 [71.9-72.3]	66.7 [66.4-66.9]	60.3 [60.1-60.5]	52.8 [52.6-53.0]	44.2 [44.0-44.4]	14.5 [14.3-14.6]
BY	73.4 [73.1-73.6]	67.9 [67.6-68.1]	61.7 [61.5-62.0]	53.8 [53.5-54.0]	44.8 [44.6-45.1]	11.9 [11.7-12.0]
BW	72.8 [72.6-73.1]	67.7 [67.4-68.0]	61.4 [61.1-61.7]	53.5 [53.2-53.8]	44.9 [44.6-45.2]	15.7 [15.4-15.9]
NI	70.9 [70.6-71.2]	65.4 [65.1-65.7]	59.2 [58.9-59.5]	51.4 [51.1-51.7]	42.7 [42.4-43.0]	14.4 [14.2-14.6]
HE	73.9 [73.6-74.3]	68.8 [68.5-69.2]	62.9 [62.5-63.2]	55.0 [54.6-55.4]	45.9 [45.5-46.3]	13.0 [12.8-13.3]
SN	66.9 [66.5-67.3]	62.2 [61.8-62.6]	57.0 [56.6-57.4]	48.8 [48.3-49.2]	40.3 [39.9-40.8]	9.7 [9.4-10.0]
BE	69.8 [69.4-70.2]	65.7 [65.3-66.1]	61.2 [60.8-61.7]	55.4 [55.0-55.8]	48.0 [47.6-48.5]	12.3 [12.0-12.5]
RP	71.5 [71.1-71.9]	66.1 [65.6-66.5]	59.5 [59.0-59.9]	50.7 [50.2-51.1]	41.5 [41.1-42.0]	10.9 [10.6-11.2]
SH	68.3 [67.8-68.8]	63.3 [62.8-63.8]	58.3 [57.8-58.8]	52.0 [51.5-52.6]	43.8 [43.3-44.3]	12.1 [11.8-12.5]
BB	69.3 [68.8-69.9]	64.5 [63.9-65.0]	59.1 [58.6-59.7]	51.4 [50.9-52.0]	43.1 [42.5-43.7]	6.8 [6.5-7.1]
ST	64.2 [63.6-64.8]	59.3 [58.7-59.9]	53.5 [52.8-54.1]	44.8 [44.2-45.5]	36.7 [36.1-37.3]	7.7 [7.4-8.0]
TH	69.9 [69.4-70.5]	64.8 [64.2-65.4]	58.9 [58.3-59.6]	50.3 [49.7-50.9]	41.0 [40.4-41.6]	8.7 [8.4-9.1]
HH	73.1 [72.4-73.7]	68.3 [67.6-69.0]	63.4 [62.7-64.1]	57.8 [57.1-58.6]	49.3 [48.6-50.1]	16.7 [16.2-17.3]
MV	71.8 [71.1-72.6]	66.8 [66.0-67.6]	61.1 [60.3-61.9]	53.1 [52.3-53.9]	44.7 [43.9-45.6]	13.5 [12.9-14.0]
SL	67.3 [66.5-68.2]	61.6 [60.7-62.4]	53.4 [52.5-54.3]	45.4 [44.5-46.3]	37.2 [36.3-38.0]	10.8 [10.3-11.4]
HB	70.5 [69.5-71.5]	65.5 [64.4-66.5]	60.1 [59.0-61.2]	54.5 [53.4-55.7]	47.2 [46.0-48.3]	12.2 [11.5-13.0]

Bundesländer nach Bandbreiteklasse

In der folgenden Abbildung werden die Verteilungen nach Bundesland und Bandbreiteklasse dargestellt. Bundesländer mit weniger als 400 validen Messungen je Bandbreiteklasse werden in der entsprechenden Bandbreiteklasse nicht dargestellt.

In der Gesamtschau zeigen sich Unterschiede zwischen den Bundesländern, die zum Teil nur für eine Bandbreiteklasse beobachtbar sind. Es zeigt sich, dass vor allem Stadtstaaten in bestimmten Bandbreiteklassen deutlich bessere Ergebnisse vorweisen.





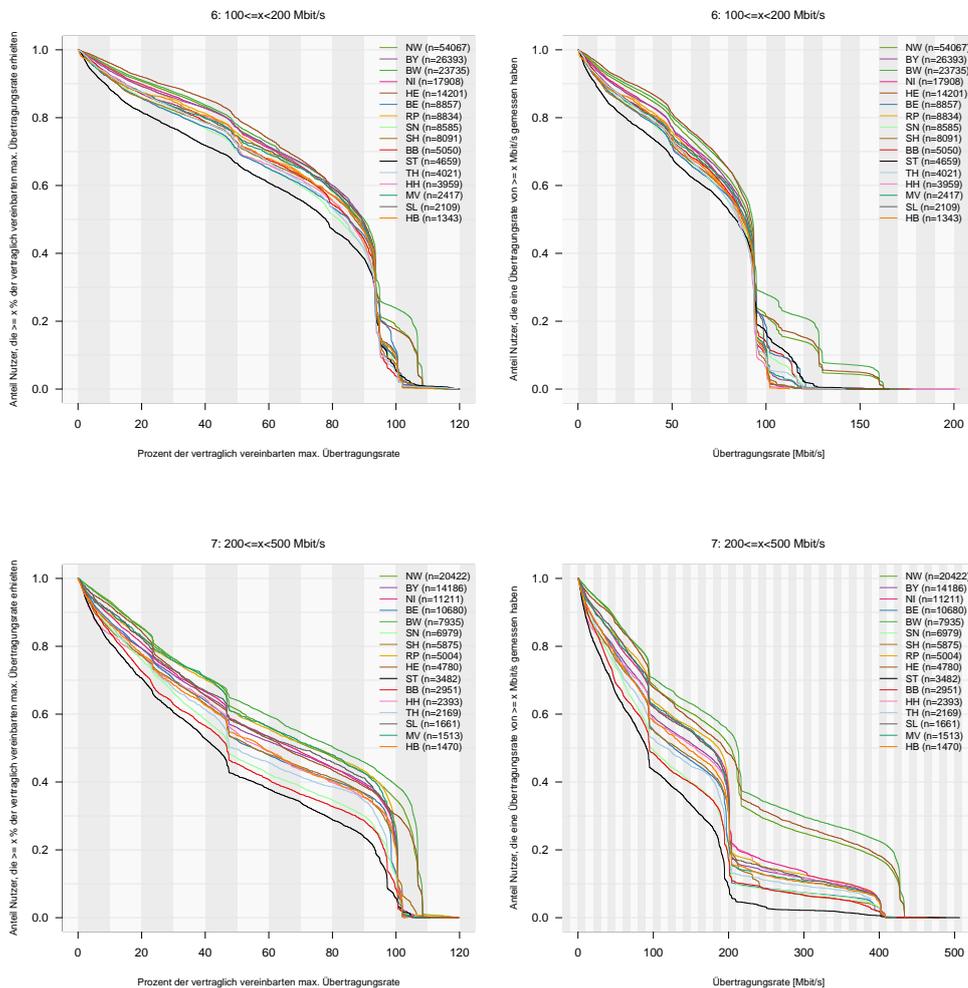


Abbildung 6.12: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual (links) und absolut (rechts) erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern je Bandbreiteklasse

6.1.5 Tageszeitlicher Verlauf

In diesem Abschnitt wird die gemessene Bandbreite über den 24-Stunden-Turnus eines Tages betrachtet. Dazu wurden Messungen innerhalb eines 3-Stundenfensters zusammengefasst und als Median dargestellt. Diese Betrachtung liefert einen Einblick in die tageszeitliche Abhängigkeit der gemessenen Bandbreite.

Betrachtet man den Verlauf aufgeschlüsselt nach Bandbreiteklassen so ist eine Abhängigkeit des prozentualen Verhältnisses zwischen tatsächlicher und vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate im Download von der Tageszeit festzustellen (vgl. Abbildung 6.13), wobei sich die Bandbreiteklassen voneinander unterscheiden. Bei allen Bandbreiteklassen wurde eine leichte Abnahme im Laufe des Tages beobachtet, die sich am stärksten in den Abendstunden bemerkbar machte. Vor allem für die höchste Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) konnte dieser Effekt beobachtet werden. Diese Bandbreiteklasse wird von Messungen bei Kabelnetzbetreibern geprägt. Abends sank die gemessene Datenübertragungsrate in der Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) um fast 40 Prozentpunkte gegenüber dem morgens gemessenen Maximalwert ab. In den anderen Bandbreiteklassen waren die Abnahmen deutlich weniger ausgeprägt.

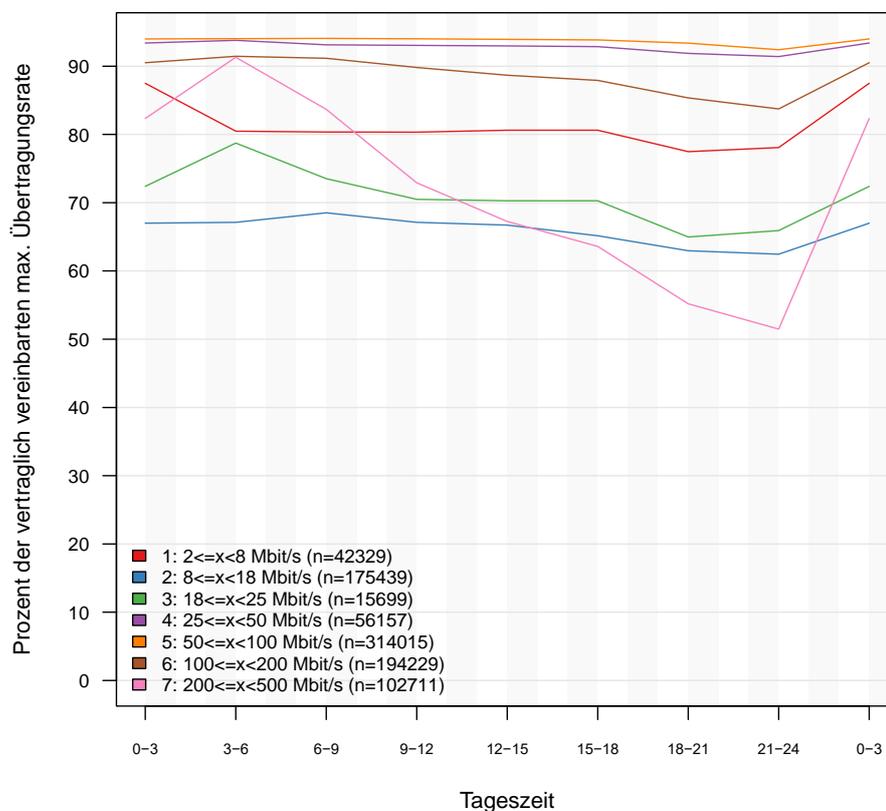


Abbildung 6.13: Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen

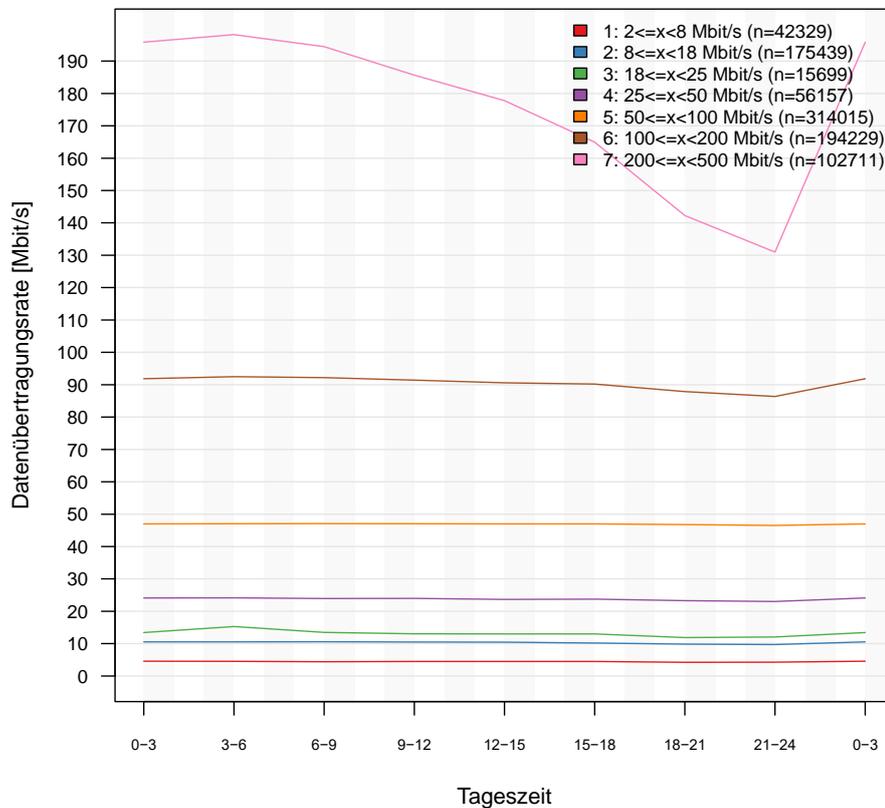


Abbildung 6.14: Tageszeitlicher Verlauf der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen

Abbildung 6.14 stellt die ermittelten Datenübertragungsraten im Download im Tagesverlauf dar. In den unteren und mittleren Bandbreitklassen (Bandbreitklassen 1 bis 5) sind die Kurvenverläufe mit Blick auf die ermittelten Datenübertragungsraten im Download weitgehend stabil. Die gemessene Datenübertragungsrate im Download verändert sich hier im Tagesverlauf nur geringfügig. Bandbreitklasse 6 zeigt eine leichte Abnahme in den Abendstunden. Hingegen ist in der höchsten Klasse 7 eine deutliche Abnahme der absolut gemessenen Datenübertragungsraten zu beobachten.

6.1.6 Quartalsverlauf

Abbildung 6.15 stellt die Verhältnismerte bezogen auf das jeweilige Quartal dar. Die Kurvenverläufe sind ähnlich, das Niveau des prozentualen Verhältnisses zwischen tatsächlicher und vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate nimmt von Quartal 4/2017 zu Quartal 2/2018 leicht zu und verbleibt dann im Quartal 3/2018 auf ähnlichem Niveau.

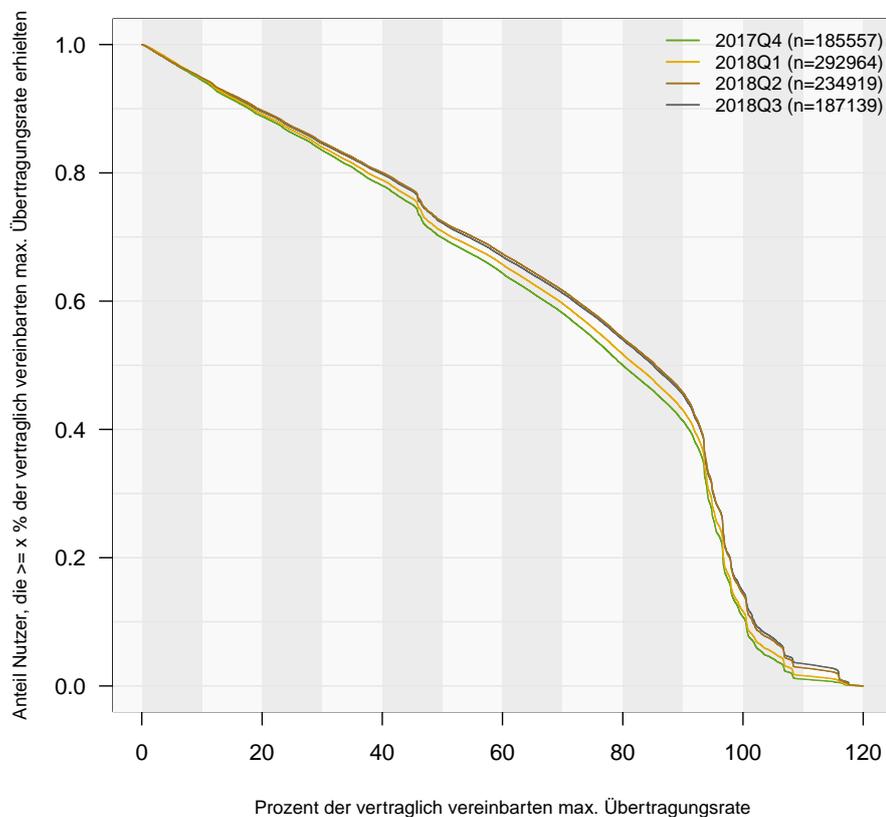


Abbildung 6.15: Quartalsverlauf der empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download

Mit Blick auf den Quartalsverlauf lässt sich eine leichte Verbesserung über das Gesamtjahr feststellen. Dies zeigt sich auch in den in Abbildung 6.16 dargestellten Boxplots.

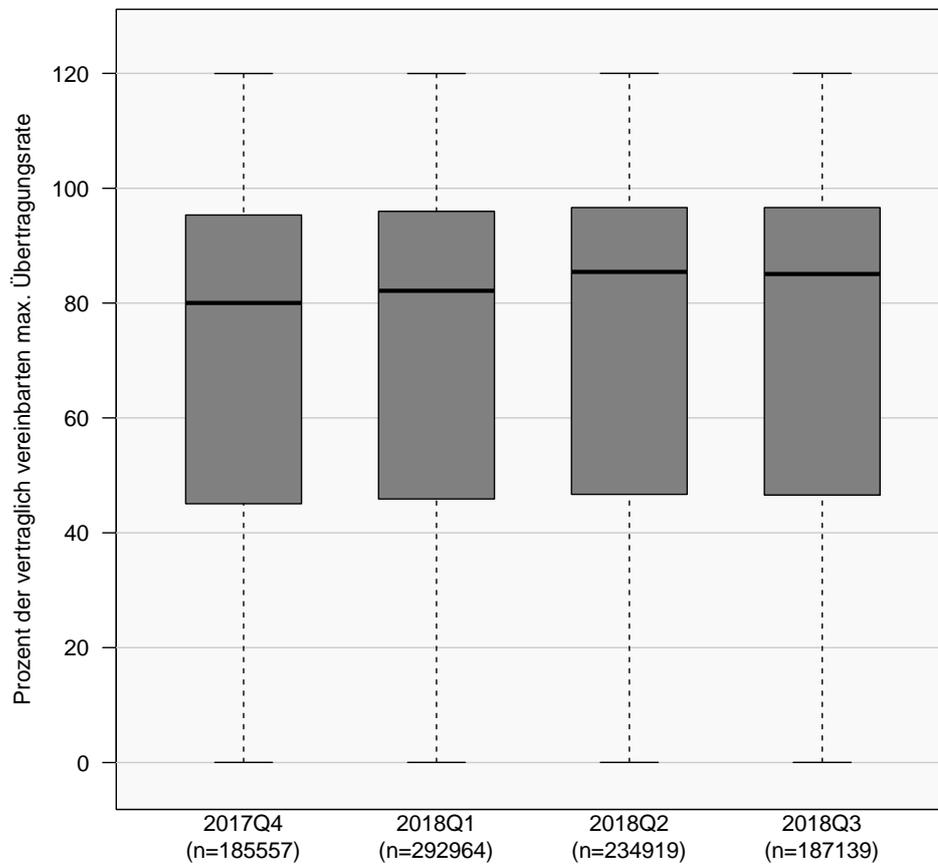


Abbildung 6.16: Quartalsverlauf der Boxplots der prozentual erreichten Datenübertragungsraten Download

6.1.7 Kundenzufriedenheit

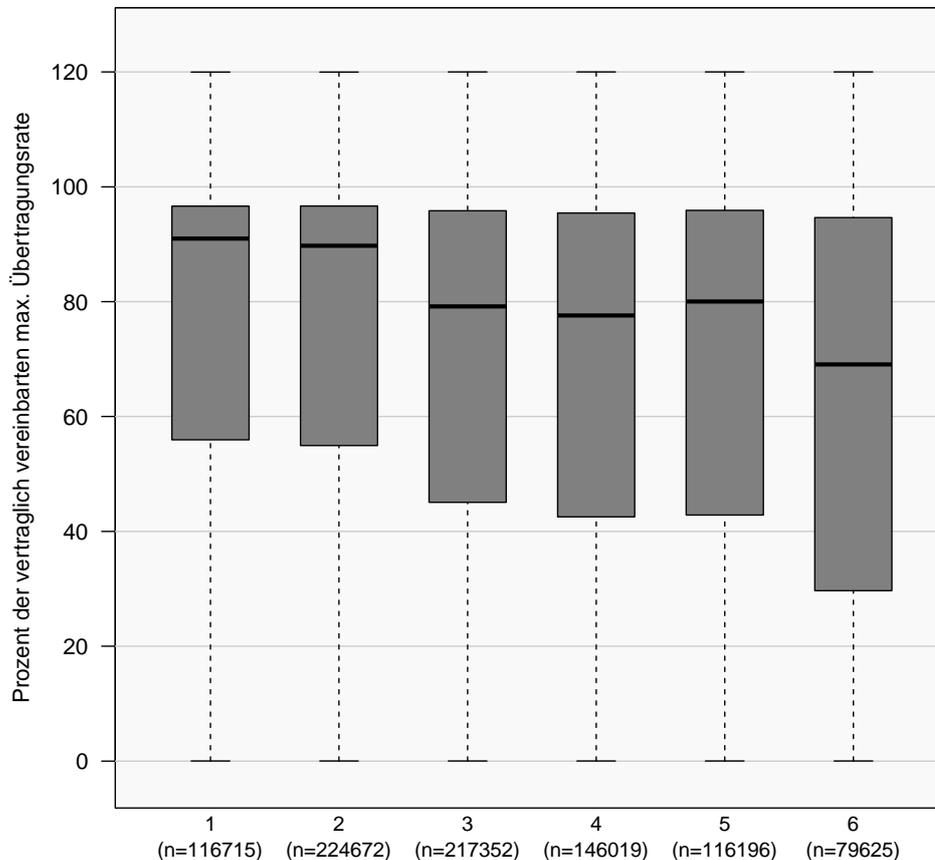


Abbildung 6.17: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Kundenzufriedenheit

Die in Abbildung 6.17 dargestellten Boxplots zeigen das Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate, das die Nutzer in den einzelnen Bewertungsstufen der erhobenen Kundenzufriedenheit erhalten haben.

Die Kundenzufriedenheit wurde im Vorfeld der eigentlichen Messung abgefragt, sodass der Nutzer hier bereits eine Aussage traf, bevor das Ergebnis der Breitbandmessung vorlag.

Die Boxplots zeigen, dass tendenziell die Nutzer, die mit ihrem Anbieter zufrieden waren, einen höheren Prozentwert der vertraglich vereinbarten Datenübertragungsrate im Rahmen der Messung erhalten haben, als Nutzer, die ihrem Anbieter eine schlechte Bewertung gegeben hatten. Ausgeprägt sind diese Unterschiede vor allem zwischen sehr guter oder guter Bewertung (Noten 1 und 2) gegenüber den Noten 3 bis 5. Innerhalb dieser Gruppen sind die Unterschiede in den gemessenen Datenübertragungsraten gering. Die niedrigsten Datenübertragungsraten wurden von den Nutzern gemessen, die ihren Anbieter mit der Note 6 (ungenügend) bewertet hatten.

Daraus kann man folgern, dass Nutzer, die von ihrem jeweiligen Anbieter generell auch einen hohen prozentualen Anteil der vertraglich zugesicherten Datenübertragungsrate erhalten, eher mit der Leistung des Anbieters zufrieden sind.

6.2 Datenübertragungsrate Upload

Abbildung 6.18 zeigt das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent für den Upload als empirische Verteilungsfunktion über alle Anbieter und Bandbreitklassen hinweg.

Ab einem Wert von 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate fällt der Kurvenverlauf stark ab, lediglich 12,4 % der Nutzer haben die vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate im Upload erreicht. Dieser Wert liegt um 2,6 Prozentpunkte höher als in der Vorjahresmessperiode beobachtet. 80,1 % der Nutzer erreichten 50 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate oder mehr. Über weite Teile des Kurvenverlaufs bewegt sich das Ergebnis auf einem höheren Niveau als im Download.

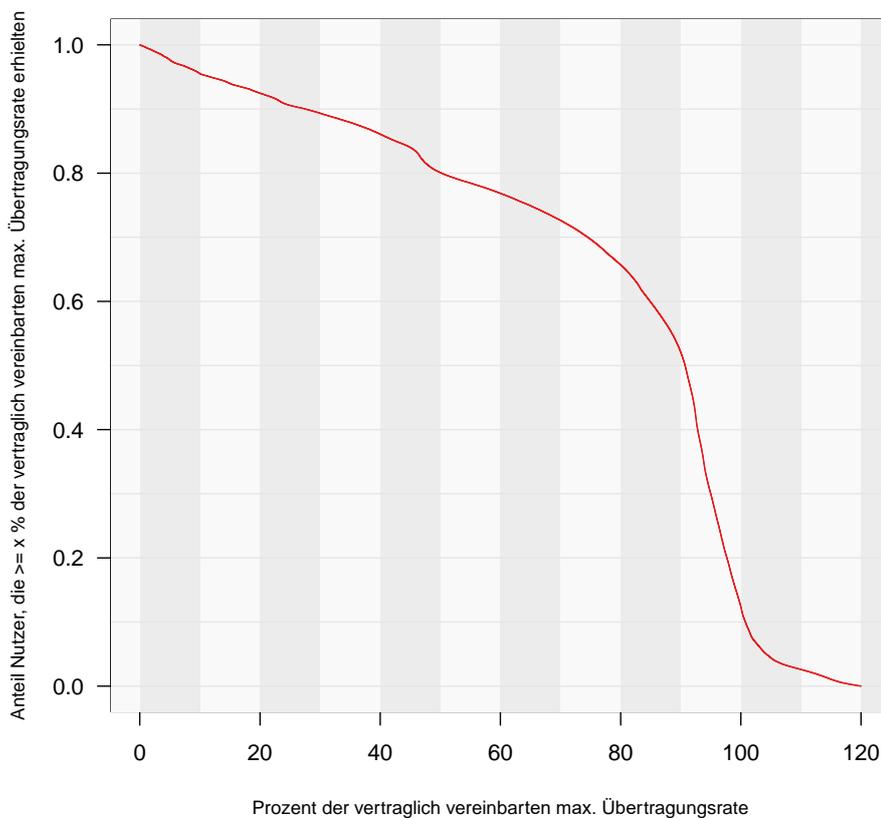


Abbildung 6.18: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 801.174).

6.2.1 Bandbreiteklasse

Die Messergebnisse für die einzelnen Bandbreiteklassen werden in Abbildung 6.19 dargestellt. Die Ergebnisse in den einzelnen Bandbreiteklassen fallen zum Teil sehr unterschiedlich aus. Die Kurve der Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) bildet das obere Ende der Spanne zwischen den Kurven im Bereich von 20 bis 100 %, die Kurve der Bandbreiteklasse 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) das untere Ende im Bereich von 40 bis oberhalb von 100 %.

Diese Ergebnisse unterscheiden sich damit deutlich von den Ergebnissen im Download (s. Abbildung 6.1).

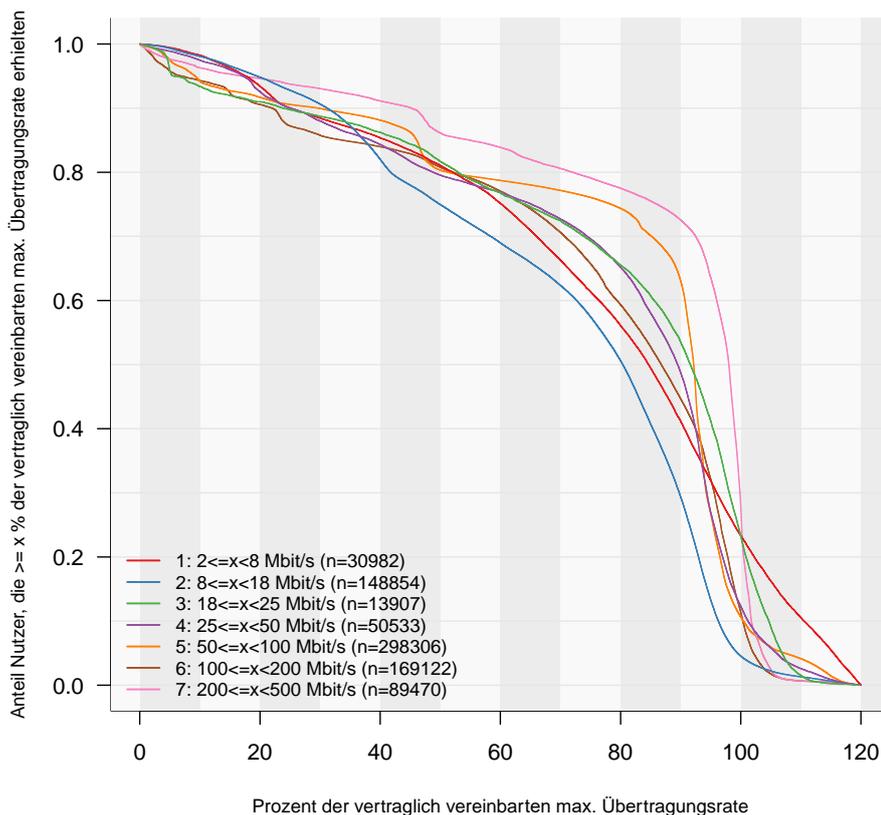


Abbildung 6.19: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreiteklassen

In Abbildung 6.20 ist das Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in den unterschiedlichen Bandbreiteklassen als Boxplot dargestellt.

Es fällt auf, dass in den höheren Bandbreiteklassen 3, 4, 5 und 6 tendenziell höhere Mediane erreicht werden. Die Streuung der Messergebnisse in diesen Klassen ist zum Teil geringer als in den niedrigeren Bandbreiteklassen, fällt im Vergleich zum Vorjahr aber größer aus.

In Bandbreiteklasse 7 erreichte die Hälfte aller Nutzer (Median) nahezu die volle vertraglich zugesicherte maximale Upload-Datenübertragungsrate.

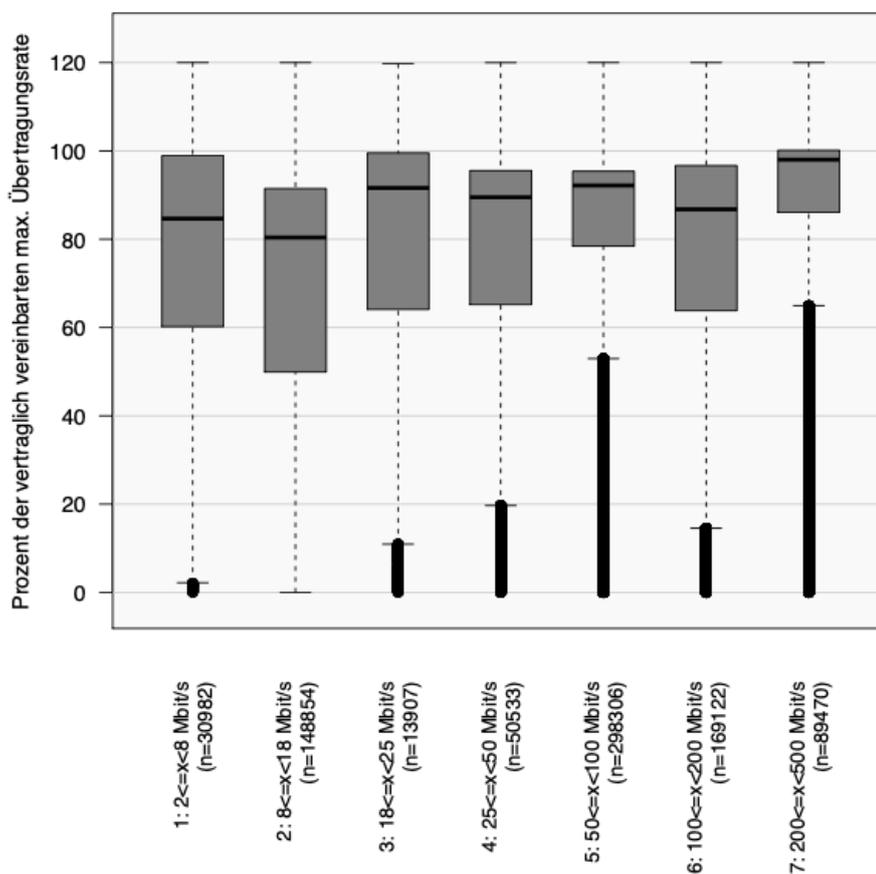


Abbildung 6.20: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreiteklassen

Die Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, bezogen auf die einzelnen Bandbreiteklassen sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle werden in Tabelle 6.5 dargestellt.

Tabelle 6.5: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate Upload erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bandbreiteklasse

Bandbreiteklasse	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	81.1 [80.6-81.5]	75.1 [74.7-75.6]	66.3 [65.7-66.8]	56.1 [55.5-56.6]	41.2 [40.6-41.7]	23.3 [22.9-23.8]
2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	75.0 [74.7-75.2]	69.0 [68.8-69.2]	62.3 [62.1-62.6]	50.6 [50.4-50.9]	29.3 [29.1-29.6]	4.5 [4.4-4.6]
3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	81.7 [81.0-82.3]	76.8 [76.1-77.5]	72.4 [71.7-73.2]	65.5 [64.7-66.3]	53.5 [52.7-54.4]	23.2 [22.5-23.9]
4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	79.5 [79.2-79.9]	76.9 [76.5-77.3]	72.7 [72.3-73.1]	65.2 [64.8-65.6]	48.7 [48.3-49.2]	12.3 [12.0-12.6]
5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	80.3 [80.2-80.5]	78.7 [78.6-78.9]	77.2 [77.0-77.3]	74.4 [74.2-74.5]	63.0 [62.9-63.2]	10.6 [10.5-10.7]
6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	80.8 [80.6-81.0]	77.0 [76.8-77.2]	70.6 [70.4-70.8]	59.3 [59.1-59.6]	44.6 [44.4-44.9]	11.3 [11.2-11.5]
7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	86.1 [85.9-86.4]	83.9 [83.6-84.1]	80.6 [80.3-80.8]	77.5 [77.2-77.8]	72.5 [72.2-72.8]	27.7 [27.4-28.0]

6.2.2 Anbieter

In diesem Abschnitt werden die Messungen der Datenübertragungsrates im Upload nach Anbietern dargestellt. Wie oben beschrieben (s. Kapitel 4.3) wird eine Anzahl von mindestens 400 validen Messungen verlangt, bevor eine separate Darstellung des Anbieters erfolgt. Insgesamt liegt für 55 Anbieter eine entsprechende Zahl an validen Messungen vor. Alle anderen Anbieter werden in der Gruppe „Sonstige“ zusammengefasst.

Die Verteilungsfunktionen aller 55 Anbieter können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden (s. Abbildung 6.21). Dort sind eine Betrachtung einzelner Anbieter sowie ein Vergleich zwischen zwei oder mehr Anbietern untereinander benutzerfreundlich in der interaktiven Ergebnisdarstellung möglich.

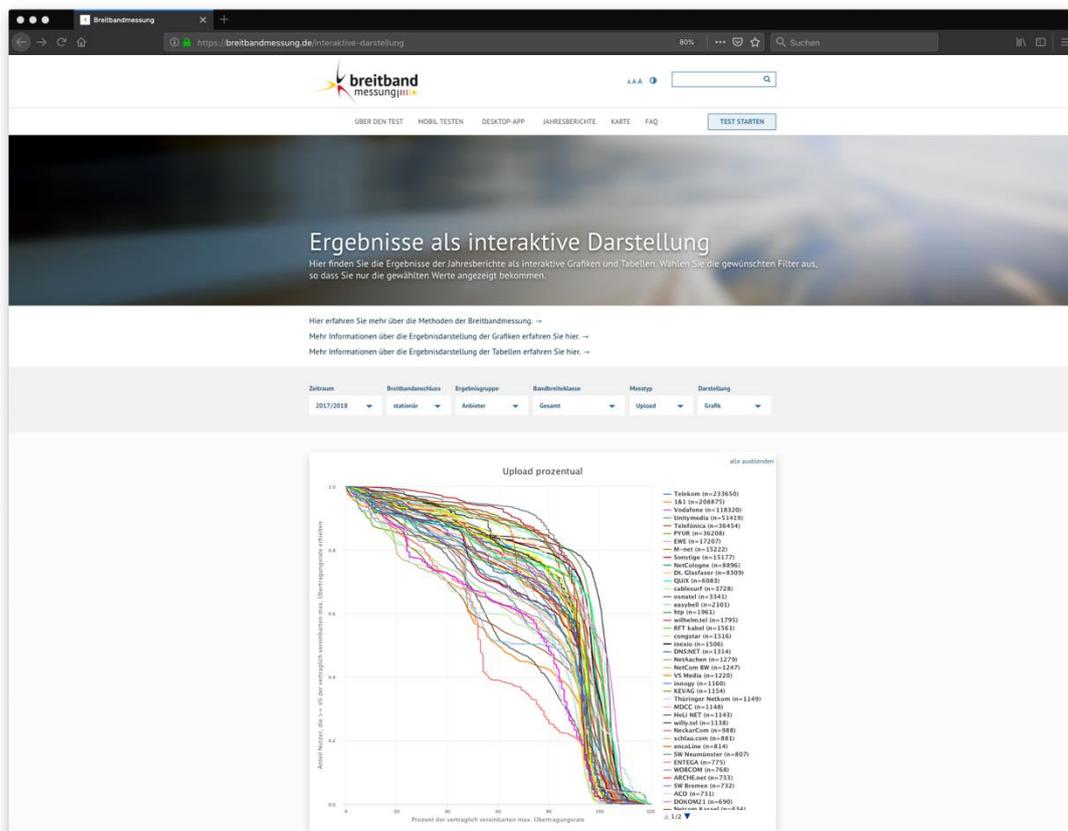


Abbildung 6.21: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrates im Upload nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung>

In diesem Bericht wird aus Gründen der Lesbarkeit auf eine Darstellung aller Anbieter in Form von Verteilungsfunktionen verzichtet. Stattdessen wird eine Fokussierung auf die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen vorgenommen.

In Abbildung 6.22 werden die Verteilungsfunktionen über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt²⁵. Diese decken 91,7 % der validen Messungen ab. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.

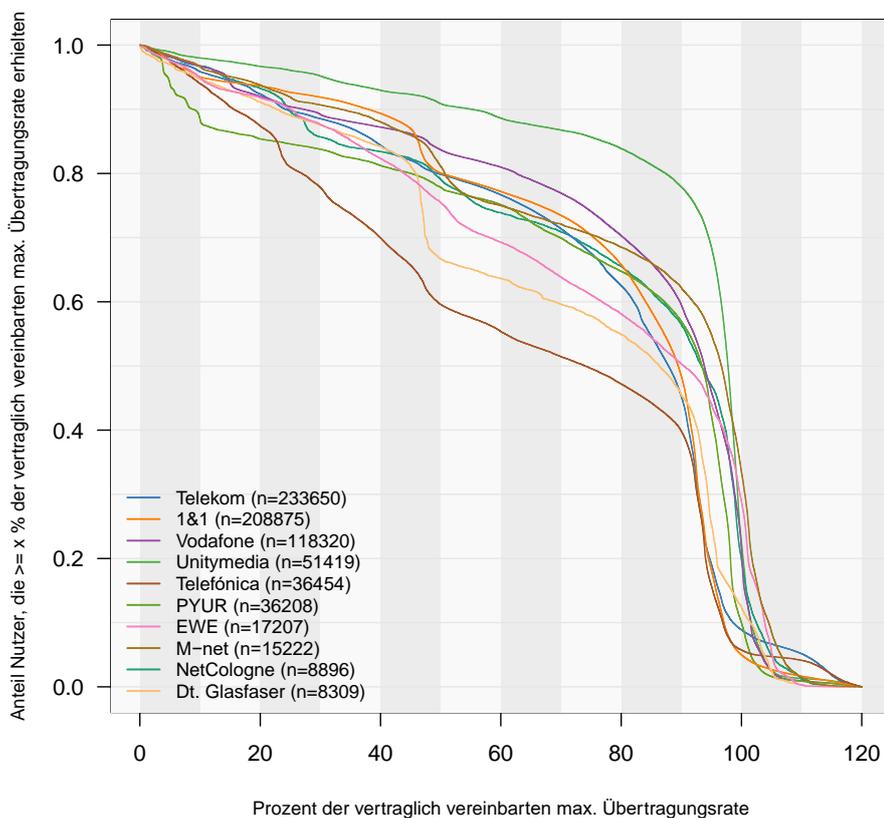


Abbildung 6.22: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.

²⁵ Beim Anbieter 1&1 besteht neben der manuellen Auswahl des Tarif-Typs auch die Möglichkeit eines automatischen Abrufs der Tarifinformationen.

Wie bei den Ergebnissen im Download-Bereich fallen mit Blick auf die Anzahl der Nutzer, die über 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrates im Upload erreichten, die Ergebnisse bezogen auf die einzelnen Anbieter sehr unterschiedlich aus. Im Bereich von 0 % bis 90 % ist die Spanne zwischen oberster und unterster Kurve kleiner, aber die Kurvenverläufe weisen charakteristische Unterschiede zwischen einzelnen Anbietern auf. In diesem Bereich bewegt sich das Niveau für weite Teile des Kurvenverlaufs über dem Niveau im Download, die Kurven fallen weniger stark ab.

In Abbildung 6.23 ist das Verhältnis der ermittelten Upload-Datenübertragungsrates zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrates für alle 55 Anbieter als Boxplot dargestellt. Ebenso wie beim Download gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den Medianen der einzelnen Anbieter. Während für einzelne Anbieter 50 % der Nutzer nahezu die volle vermarktete Datenübertragungsrates gemessen haben, lag der Median bei einigen wenigen Anbietern bei weniger als 60 % der vermarkteten Rate.

Die Boxgröße variiert zwischen den Anbietern enorm. Während bei vier Anbietern alle Messungen zwischen dem 25 %- und 75 %-Quantil im Bereich von weniger als 10 Prozentpunkten liegen, beträgt die Boxgröße bei anderen Anbietern mehr als 50 Prozentpunkte.

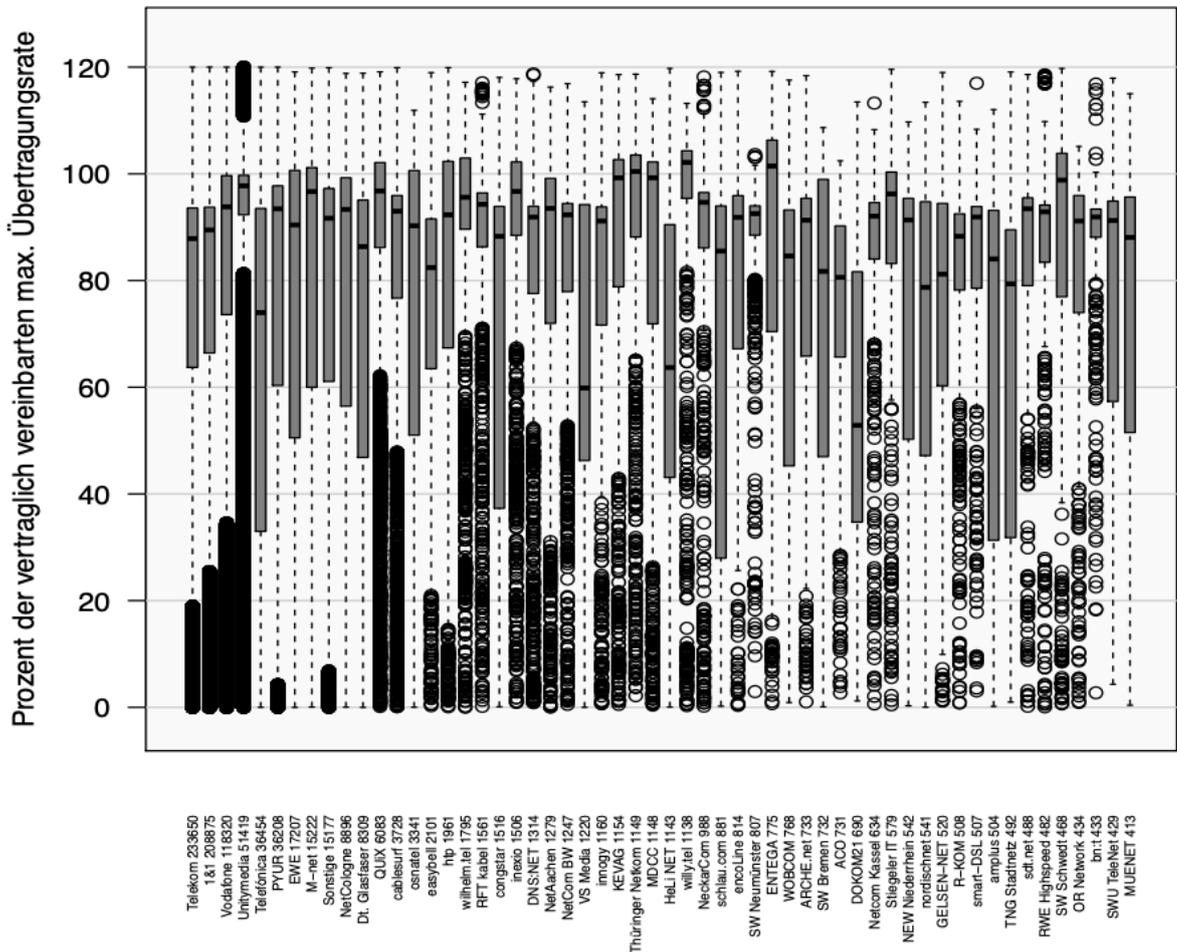


Abbildung 6.23: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Anbietern

Die Tabelle 6.6 stellt ebenfalls für alle 55 Anbieter die Anteile der Nutzer bezogen auf den jeweiligen Anbieter dar, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle.

Die Spannweite bei 100 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate reicht von 63,4 % bis zu 0,4 % der Nutzer des jeweiligen Anbieters. Die größte Spanne zwischen den Kurven ist im Bereich von 70 % bis 90 % festzustellen.

Tabelle 6.6: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate Upload erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Anbietern (Reihung nach Anzahl valider Messungen)

Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Telekom	79.9 [79.7-80.0]	76.7 [76.5-76.8]	71.4 [71.2-71.6]	62.5 [62.3-62.7]	45.2 [45.0-45.4]	8.9 [8.8-9.0]
1&1	80.1 [79.9-80.2]	77.2 [77.0-77.4]	73.5 [73.3-73.6]	65.8 [65.6-66.0]	48.4 [48.2-48.6]	5.0 [4.9-5.1]
Vodafone	83.7 [83.5-83.9]	81.0 [80.8-81.2]	76.9 [76.7-77.2]	70.3 [70.1-70.6]	59.5 [59.2-59.8]	21.4 [21.1-21.6]
Unitymedia	90.9 [90.6-91.1]	88.6 [88.3-88.9]	86.8 [86.5-87.0]	83.9 [83.5-84.2]	77.9 [77.5-78.2]	22.4 [22.0-22.7]
Telefónica	59.6 [59.1-60.1]	55.4 [54.9-55.9]	51.4 [50.9-52.0]	47.2 [46.7-47.7]	39.8 [39.3-40.3]	5.7 [5.5-6.0]
PYUR	77.9 [77.4-78.3]	75.1 [74.7-75.5]	69.9 [69.4-70.4]	64.7 [64.3-65.2]	57.0 [56.4-57.5]	10.0 [9.7-10.3]
EWE	75.5 [74.8-76.1]	69.3 [68.6-70.0]	63.8 [63.1-64.6]	58.1 [57.4-58.8]	50.3 [49.6-51.1]	28.8 [28.2-29.5]
M-net	81.1 [80.5-81.7]	75.0 [74.3-75.7]	72.1 [71.4-72.8]	68.5 [67.8-69.2]	62.2 [61.4-63.0]	33.5 [32.7-34.2]
Sonstige	79.3 [78.6-79.9]	75.4 [74.7-76.0]	71.7 [71.0-72.4]	65.9 [65.1-66.6]	54.1 [53.3-54.9]	17.9 [17.3-18.5]
NetCologne	79.0 [78.2-79.9]	73.9 [73.0-74.8]	70.9 [69.9-71.8]	65.5 [64.6-66.5]	56.5 [55.4-57.5]	19.8 [19.0-20.6]
Dt. Glasfaser	66.7 [65.7-67.7]	63.6 [62.6-64.6]	59.6 [58.6-60.7]	54.9 [53.8-56.0]	45.5 [44.4-46.6]	12.4 [11.7-13.1]
QUiX	83.9 [83.0-84.8]	81.8 [80.8-82.8]	80.2 [79.2-81.2]	77.5 [76.5-78.6]	72.0 [70.8-73.1]	34.6 [33.4-35.8]
cablesurf	85.0 [83.8-86.1]	82.2 [81.0-83.4]	78.6 [77.3-79.9]	73.1 [71.7-74.5]	61.7 [60.1-63.2]	6.9 [6.1-7.8]
osnatel	76.0 [74.5-77.4]	70.2 [68.6-71.7]	64.8 [63.2-66.4]	59.7 [58.0-61.3]	50.1 [48.4-51.8]	28.7 [27.2-30.3]
easybell	82.9 [81.2-84.5]	77.7 [75.8-79.4]	67.9 [65.8-69.8]	54.3 [52.1-56.4]	32.6 [30.6-34.6]	0.4 [0.2-0.7]
htp	84.2 [82.5-85.7]	78.8 [77.0-80.6]	74.1 [72.1-76.0]	69.7 [67.6-71.7]	56.7 [54.5-58.8]	32.7 [30.6-34.8]
wilhelm.tel	87.0 [85.3-88.4]	83.5 [81.7-85.1]	82.0 [80.2-83.7]	80.4 [78.5-82.2]	74.5 [72.5-76.5]	40.0 [37.8-42.3]
RFT kabel	91.5 [90.0-92.8]	90.1 [88.5-91.5]	86.8 [85.0-88.4]	80.8 [78.8-82.7]	68.4 [66.0-70.6]	5.6 [4.5-6.8]
congstar	69.6 [67.2-71.9]	66.3 [63.9-68.6]	63.5 [61.1-65.9]	59.0 [56.5-61.5]	46.3 [43.8-48.8]	4.2 [3.3-5.3]
inexio	85.5 [83.7-87.2]	83.7 [81.8-85.5]	81.7 [79.6-83.5]	78.8 [76.7-80.8]	73.7 [71.4-75.9]	32.8 [30.5-35.2]
DNS:NET	84.2 [82.2-86.1]	81.3 [79.1-83.3]	79.0 [76.7-81.1]	72.5 [70.1-74.9]	59.9 [57.2-62.5]	2.3 [1.6-3.2]

Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
NetAachen	84.0 [81.9-85.9]	79.4 [77.1-81.6]	76.5 [74.1-78.7]	69.9 [67.3-72.3]	59.2 [56.5-61.8]	18.0 [16.0-20.2]
NetCom BW	87.7 [85.8-89.4]	81.7 [79.5-83.8]	78.7 [76.3-80.9]	73.3 [70.8-75.7]	62.5 [59.7-65.1]	4.9 [3.8-6.2]
VS Media	57.7 [54.9-60.4]	49.9 [47.1-52.7]	44.9 [42.1-47.7]	42.3 [39.6-45.1]	34.3 [31.7-37.0]	11.5 [9.8-13.4]
innogy	87.8 [85.8-89.6]	83.5 [81.3-85.6]	77.0 [74.5-79.3]	65.4 [62.6-68.1]	52.5 [49.6-55.4]	4.3 [3.3-5.6]
KEVAG	85.9 [83.7-87.8]	82.6 [80.3-84.7]	78.0 [75.5-80.3]	74.8 [72.2-77.2]	68.2 [65.5-70.8]	47.7 [44.8-50.5]
Thüringer Netkom	90.9 [89.1-92.4]	88.2 [86.2-89.9]	85.7 [83.6-87.6]	81.8 [79.5-83.9]	72.8 [70.2-75.3]	50.8 [47.9-53.7]
MDCC	83.0 [80.7-85.1]	79.4 [77.0-81.7]	76.4 [73.9-78.8]	67.7 [64.9-70.3]	65.3 [62.5-68.0]	45.5 [42.6-48.4]
HeLi NET	67.4 [64.6-70.0]	52.2 [49.3-55.1]	47.1 [44.2-50.0]	38.8 [36.0-41.6]	26.1 [23.6-28.7]	5.4 [4.3-6.9]
willy.tel	86.8 [84.7-88.7]	84.5 [82.3-86.5]	83.6 [81.3-85.6]	82.2 [79.9-84.4]	79.3 [76.9-81.6]	63.4 [60.6-66.2]
NeckarCom	91.4 [89.5-93.0]	89.5 [87.4-91.2]	87.7 [85.5-89.6]	82.0 [79.5-84.3]	68.1 [65.1-70.9]	10.2 [8.5-12.3]
schlau.com	66.7 [63.6-69.8]	63.2 [60.0-66.3]	58.6 [55.3-61.8]	53.7 [50.4-57.0]	40.6 [37.4-43.9]	4.2 [3.1-5.7]
encoLine	92.5 [90.5-94.1]	88.9 [86.6-90.9]	69.3 [66.0-72.4]	63.9 [60.5-67.1]	54.5 [51.1-57.9]	16.7 [14.3-19.4]
SW Neumünster	94.8 [93.0-96.1]	94.1 [92.2-95.5]	92.3 [90.3-94.0]	85.6 [83.0-87.9]	69.8 [66.5-72.8]	0.7 [0.3-1.6]
ENTEKA	84.0 [81.3-86.4]	79.1 [76.1-81.8]	75.1 [71.9-78.0]	70.8 [67.5-73.9]	64.1 [60.7-67.4]	52.1 [48.6-55.6]
WOBKOM	67.2 [63.8-70.4]	63.3 [59.8-66.6]	60.7 [57.2-64.1]	55.2 [51.7-58.7]	40.4 [37.0-43.9]	4.0 [2.9-5.7]
ARCHE.net	84.6 [81.8-87.0]	79.5 [76.5-82.3]	71.6 [68.3-74.8]	64.5 [61.0-67.9]	53.2 [49.6-56.8]	5.9 [4.4-7.8]
SW Bremen	71.9 [68.5-75.0]	67.1 [63.6-70.4]	58.6 [55.0-62.1]	51.1 [47.5-54.7]	42.3 [38.8-46.0]	17.3 [14.8-20.3]
ACO	85.5 [82.8-87.9]	79.2 [76.1-82.0]	71.1 [67.7-74.3]	51.8 [48.2-55.4]	25.3 [22.3-28.6]	0.5 [0.2-1.4]
DOKOM21	62.8 [59.1-66.3]	39.0 [35.4-42.7]	35.8 [32.3-39.4]	26.1 [22.9-29.5]	21.3 [18.4-24.5]	9.3 [7.3-11.7]
Netcom Kassel	92.9 [90.6-94.7]	90.7 [88.2-92.7]	87.1 [84.2-89.5]	81.4 [78.2-84.2]	60.1 [56.2-63.8]	2.4 [1.4-3.9]
Stiegeler IT	88.9 [86.1-91.2]	87.4 [84.4-89.9]	84.3 [81.1-87.0]	76.3 [72.7-79.6]	70.5 [66.6-74.0]	25.9 [22.5-29.6]
NEW Niederrhein	75.1 [71.3-78.5]	69.7 [65.7-73.5]	66.1 [62.0-69.9]	61.4 [57.3-65.4]	52.6 [48.4-56.8]	11.6 [9.2-14.6]
nordischnet	61.2 [57.0-65.2]	51.4 [47.2-55.6]	50.5 [46.3-54.7]	49.7 [45.5-53.9]	47.7 [43.5-51.9]	10.9 [8.5-13.8]
GELSEN-NET	83.5 [80.0-86.4]	75.4 [71.5-78.9]	57.3 [53.0-61.5]	51.5 [47.2-55.8]	39.8 [35.7-44.1]	7.3 [5.4-9.9]
R-KOM	85.0 [81.7-87.9]	80.9 [77.3-84.1]	78.9 [75.2-82.3]	72.2 [68.2-76.0]	41.7 [37.5-46.1]	0.6 [0.2-1.7]

Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
smart-DSL	90.1 [87.2-92.4]	81.9 [78.3-85.0]	79.1 [75.3-82.4]	73.8 [69.8-77.4]	58.4 [54.0-62.6]	5.3 [3.7-7.6]
amplus	61.5 [57.2-65.7]	59.9 [55.6-64.1]	56.3 [52.0-60.6]	52.2 [47.8-56.5]	43.1 [38.8-47.4]	0.6 [0.2-1.7]
TNG Stadtnetz	67.5 [63.2-71.5]	63.2 [58.9-67.4]	60.2 [55.8-64.4]	49.0 [44.6-53.4]	23.6 [20.0-27.5]	1.8 [1.0-3.4]
sdt.net	87.3 [84.0-90.0]	84.8 [81.4-87.7]	80.3 [76.6-83.6]	74.2 [70.1-77.9]	59.8 [55.4-64.1]	3.5 [2.2-5.5]
RWE Highspeed	90.2 [87.3-92.6]	88.0 [84.8-90.6]	83.2 [79.6-86.3]	78.2 [74.3-81.7]	67.8 [63.5-71.9]	5.0 [3.4-7.3]
SW Schwedt	83.1 [79.5-86.2]	77.6 [73.6-81.1]	76.3 [72.2-79.9]	74.8 [70.7-78.5]	70.7 [66.4-74.7]	43.8 [39.4-48.3]
OR Network	84.8 [81.1-87.9]	81.1 [77.2-84.5]	77.6 [73.5-81.3]	69.4 [64.9-73.5]	53.9 [49.2-58.6]	5.3 [3.6-7.8]
bn:t	94.5 [91.9-96.2]	93.1 [90.3-95.1]	88.7 [85.4-91.3]	84.5 [80.8-87.6]	68.4 [63.8-72.6]	2.3 [1.3-4.2]
SWU TeleNet	80.9 [76.9-84.3]	73.0 [68.6-76.9]	72.0 [67.6-76.1]	67.1 [62.6-71.4]	56.2 [51.4-60.8]	6.5 [4.6-9.3]
MUNET	76.5 [72.2-80.3]	71.2 [66.6-75.3]	64.9 [60.2-69.3]	60.3 [55.5-64.9]	46.5 [41.7-51.3]	16.9 [13.6-20.9]

6.3 Laufzeit

Die Laufzeit gibt die Zeit in Millisekunden an, die ein Datenpaket benötigt, um von einem Sender (hier: Messclient) zu einem Empfänger (hier: Messserver) und zurück zu gelangen. Während die Laufzeit bei Streaming-Diensten wie z. B. Video-Streaming aufgrund der genutzten Puffer eher eine untergeordnete Rolle spielt, ist sie im Bereich der Video-Telefonie und von Online-Spielen von entscheidender Bedeutung. Nur bei sehr geringen Laufzeiten ist hier ein Echtzeit-Erlebnis möglich.

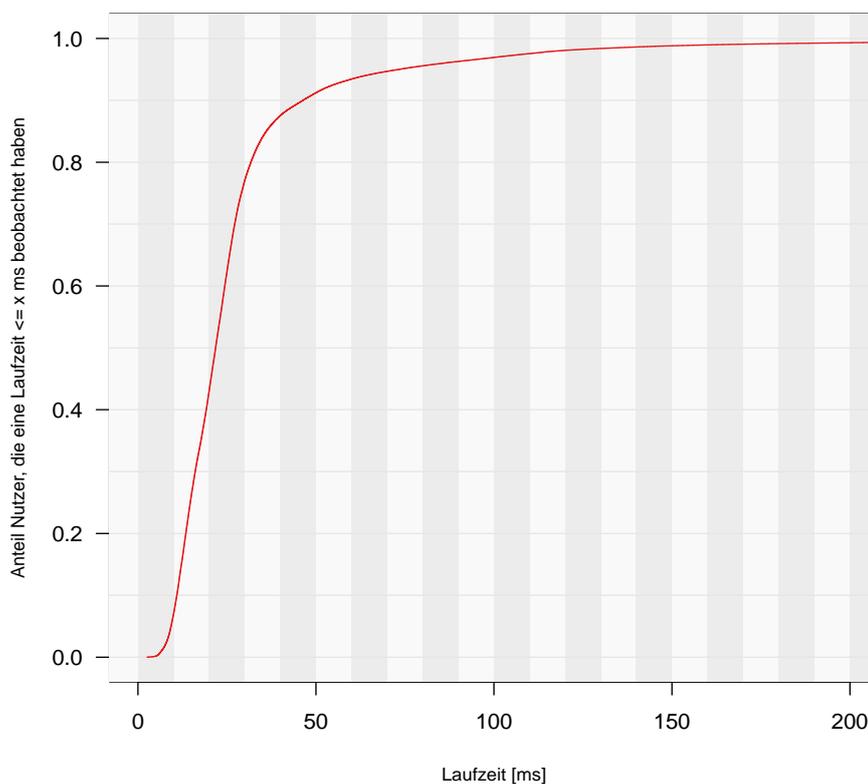


Abbildung 6.24: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 882.657).

Abbildung 6.24 stellt die Laufzeit über alle Bandbreiteklassen und Anbieter hinweg als empirische Verteilungsfunktion dar. Die Kurve verläuft stark steigend. 87,6 % der Nutzer haben eine Laufzeit von 40 ms oder weniger gemessen. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich

dieser Anteil um 3,9 Prozentpunkte gesteigert. Die Verbesserung ist auf einen gestiegenen Anteil von Nutzern in den Bandbreiteklassen 1 bis 3 zurückzuführen, die eine Laufzeit von 40 ms oder weniger gemessen haben.

6.3.1 Bandbreiteklasse

In Abbildung 6.25 werden die Messergebnisse mit Blick auf die ermittelte Laufzeit in den einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt. In den hohen Bandbreiteklassen 5 (50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s), 6 (100 Mbit/s bis kleiner 200 Mbit/s) und 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) haben weniger als 10 % der Nutzer Laufzeiten von 40 ms und mehr festgestellt, in der Klasse 1 (2 Mbit/s bis kleiner 8 Mbit/s) waren es 37,4 %.

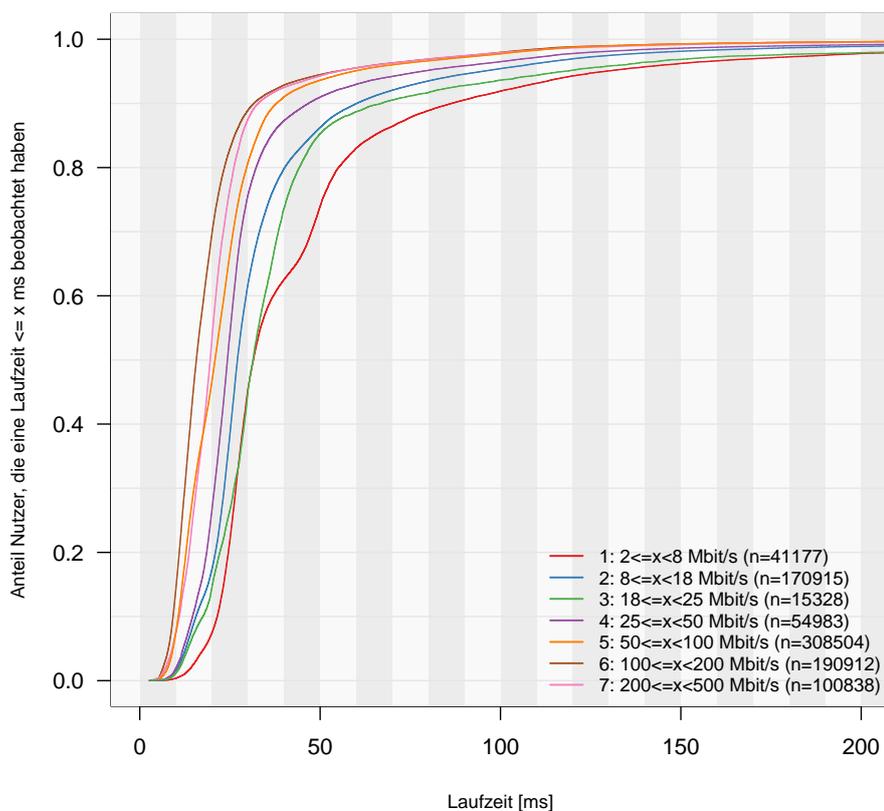


Abbildung 6.25: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Bandbreiteklassen

Die in den Boxplots der Abbildung 6.26 dargestellten Mediane verdeutlichen die Unterschiede zwischen den einzelnen Bandbreiteklassen. Während in der Bandbreiteklasse 6 die kürzesten Laufzeiten ermittelt wurden, sind in der Bandbreiteklasse 1 und 3 die längsten Laufzeiten gemessen worden.

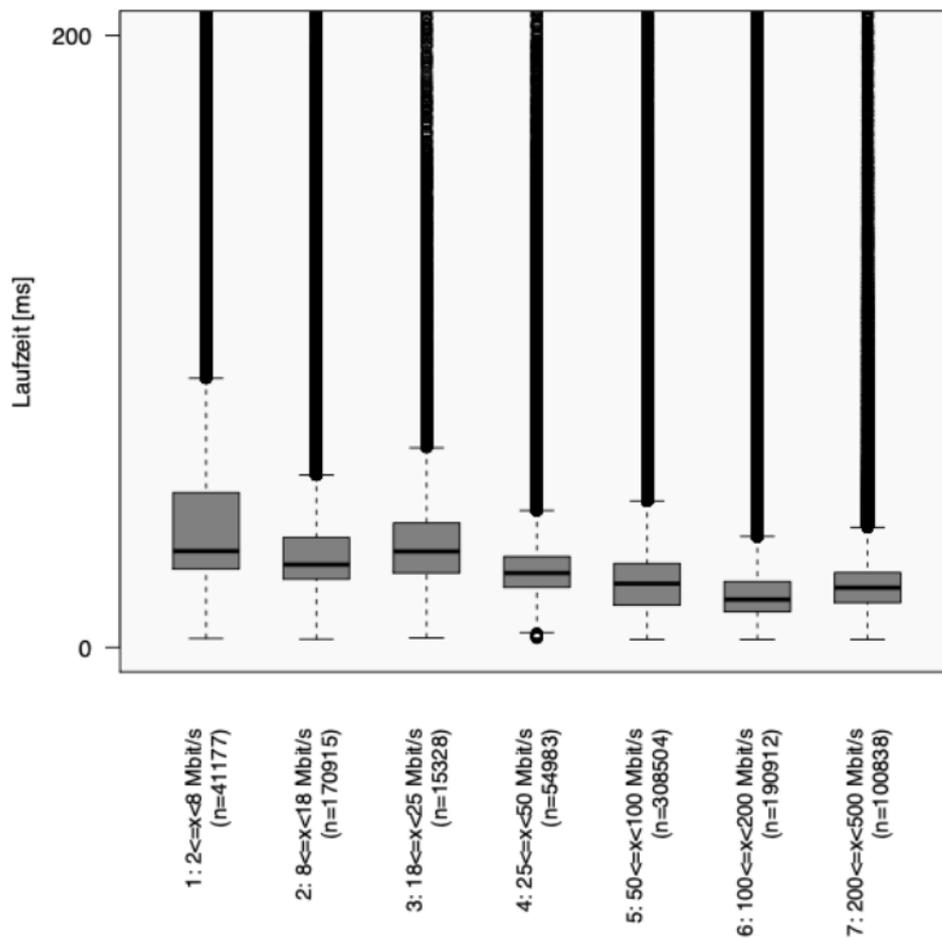


Abbildung 6.26: Boxplot der Laufzeit nach Bandbreiteklasse

Tabelle 6.7 stellt den Anteil der Nutzer bezogen auf die Höhe der Laufzeiten mit Blick auf die einzelnen Bandbreitklassen dar. So haben beispielsweise 69,8 % der Nutzer in der Bandbreitklasse 6 Laufzeiten von 20 ms oder weniger gemessen. In der Bandbreitklasse 1 liegt dieser Wert bei 7,4 %.

Tabelle 6.7: Anteile der Nutzer, die eine Laufzeit (Round-Trip-Time) von bis zu x Millisekunden beobachtet haben und 95 %-Konfidenzintervalle

Bandbreitklasse	10ms	20ms	30ms	40ms	50ms
1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	0.4 [0.3-0.4]	7.4 [7.2-7.7]	45.6 [45.1-46.0]	62.6 [62.1-63.0]	74.0 [73.5-74.4]
2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	1.5 [1.4-1.5]	17.4 [17.2-17.6]	61.9 [61.6-62.1]	79.9 [79.7-80.1]	86.3 [86.1-86.4]
3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	1.2 [1.0-1.4]	14.6 [14.1-15.2]	45.2 [44.4-46.0]	73.7 [73.0-74.4]	85.3 [84.7-85.8]
4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	2.0 [1.8-2.1]	26.7 [26.4-27.1]	75.8 [75.4-76.1]	87.3 [87.0-87.6]	91.0 [90.7-91.2]
5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	7.6 [7.5-7.7]	46.7 [46.6-46.9]	80.8 [80.7-80.9]	91.0 [90.9-91.1]	93.6 [93.5-93.7]
6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	14.4 [14.2-14.5]	69.8 [69.6-70.0]	89.0 [88.8-89.1]	92.9 [92.7-93.0]	94.5 [94.4-94.6]
7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	7.5 [7.4-7.7]	53.5 [53.2-53.8]	87.6 [87.4-87.8]	92.5 [92.3-92.7]	94.3 [94.2-94.4]

6.3.2 Anbieter

In diesem Abschnitt werden die Messergebnisse mit Blick auf die Laufzeiten nach Anbietern dargestellt. Wie oben beschrieben (s. Kapitel 4.3) wird eine Anzahl von mindestens 400 validen Messungen verlangt, bevor eine separate Darstellung des Anbieters erfolgt. Insgesamt liegt für 58 Anbieter eine entsprechende Zahl an validen Messungen vor. Alle anderen Anbieter werden in der Gruppe „Sonstige“ zusammengefasst.

Die Verteilungsfunktionen aller 58 Anbieter können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden (s. Abbildung 6.27). Dort sind eine Betrachtung einzelner Anbieter sowie ein Vergleich zwischen zwei oder mehr Anbietern untereinander benutzerfreundlich in der interaktiven Ergebnisdarstellung möglich.

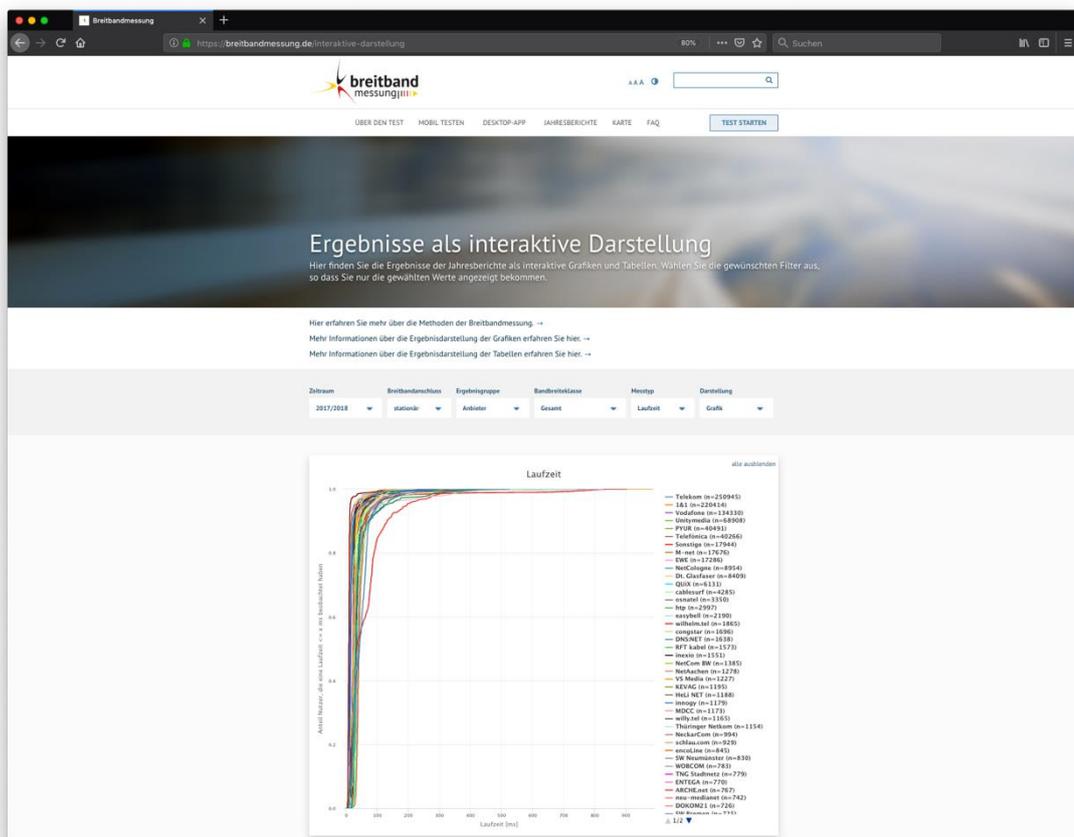


Abbildung 6.27: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung>

In diesem Bericht wird aus Gründen der Lesbarkeit auf eine Darstellung aller Anbieter in Form von Verteilungsfunktionen verzichtet. Stattdessen wird eine Fokussierung auf die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen vorgenommen.

In Abbildung 6.28 werden die Verteilungsfunktionen über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt. Diese decken 91,5 % der validen Messungen ab. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.

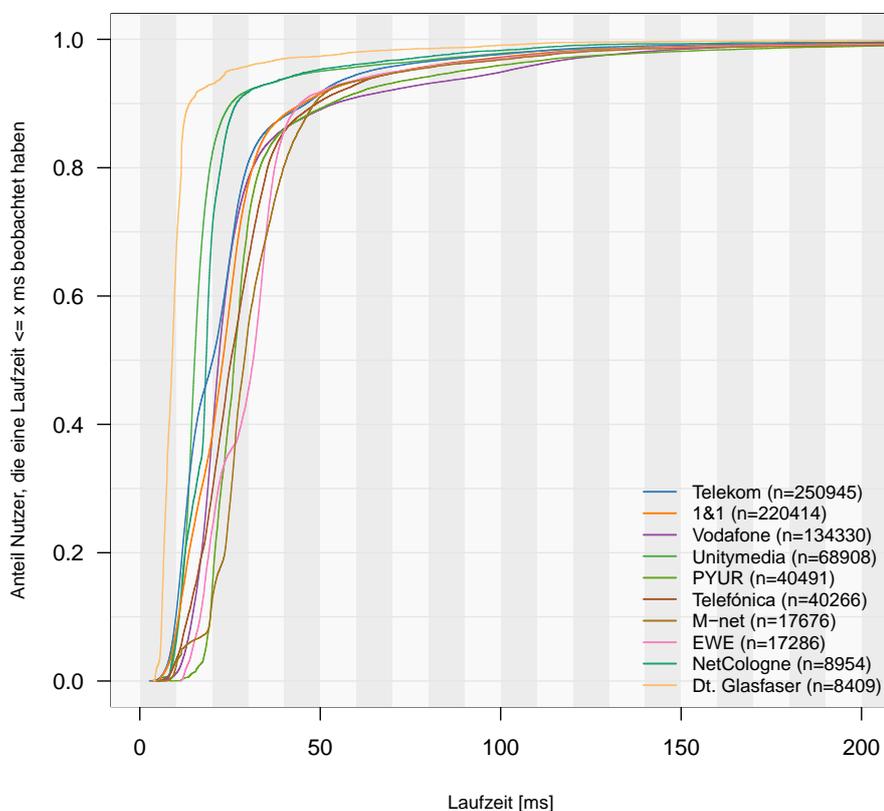


Abbildung 6.28 Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.

Bei den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen zeigen sich Unterschiede. Bietet ein Anbieter überwiegend Produkte in höheren Bandbreitklassen an, dann wurden vermehrt kürzere Laufzeiten im Rahmen der Breitbandmessung ermittelt. Die Kurven derartiger Anbieter heben sich insbesondere im Bereich bis 70 ms von den Kurven der anderen ab.

7 Mobile Breitbandanschlüsse

7.1 Datenübertragungsrate Download

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Breitbandmessung mit Blick auf mobile Breitbandanschlüsse betrachtet. Abbildung 7.1 stellt das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent über alle Anbieter und Bandbreitklassen hinweg dar.

Der Kurvenverlauf unterscheidet sich deutlich von der Darstellung bei stationären Breitbandanschlüssen (vgl. Kap. 6.1). Die Kurve fällt hier bereits von Beginn an stark ab. Über alle Bandbreitklassen und Anbieter hinweg erhielten im Download 16,1 % der Nutzer mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate; bei 1,5 % der Nutzer wurde diese voll erreicht oder überschritten.

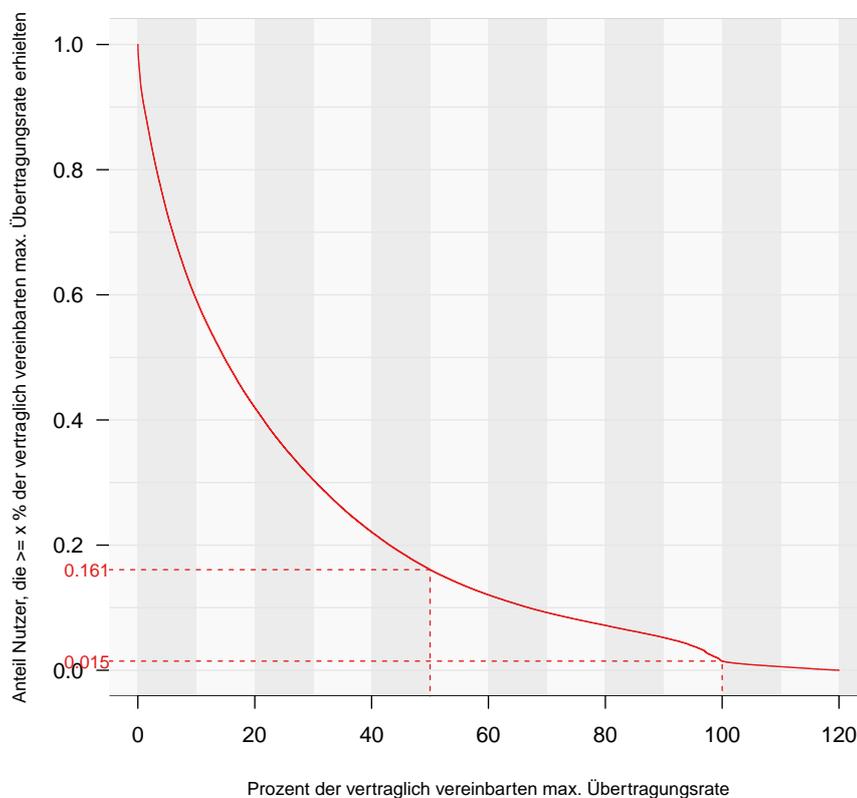


Abbildung 7.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 384.999).

7.1.1 Bandbreiteklasse

Die Betrachtung der ermittelten Prozentwerte der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate aufgeschlüsselt nach ermittelter Bandbreiteklasse zeigt, wie bereits bei den stationären Breitbandanschlüssen beobachtet, dass zwischen den einzelnen Bandbreiteklassen teilweise deutliche Unterschiede bestehen. In Abbildung 7.2 ist eine stark abnehmende Tendenz der erreichten Datenübertragungsraten von den niedrigen zu den hohen Bandbreiteklassen zu beobachten. In den Bandbreiteklassen 4 (25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s) bis 8 (500 Mbit/s)²⁶ wurden die vertraglich vereinbarte geschätzte maximale Datenraten nur zu einem geringen Prozentsatz erreicht.

Nutzer der Bandbreiteklassen 7 und 8 konnten in keinem Fall die geschätzte maximale Datenübertragungsrate erzielen, für Nutzer in der Bandbreiteklasse 1 war dies immerhin für einen Anteil von 9,7 % zu erzielen. Die Hälfte der vermarkteten Bandbreite erhielten in der Klasse 7 1,7 % der Nutzer, in der Klasse 8 0 % und in den Klassen 1 bis 3 jeweils mehr als 40 % der Nutzer (siehe Tabelle 7.1).

²⁶ Die Bandbreiteklasse 8 wurde in die Betrachtung neu aufgenommen.

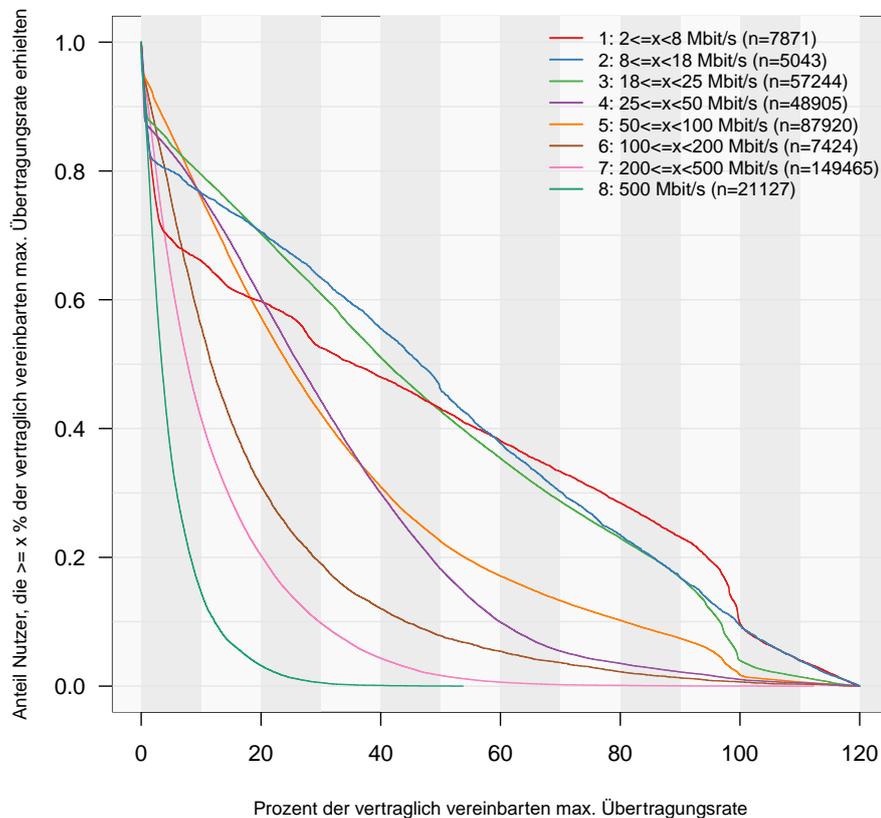


Abbildung 7.2: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen

Die beschriebene abnehmende Tendenz des prozentualen Verhältniswertes in höheren Bandbreitklassen zeigt sich auch in den in Abbildung 7.3 dargestellten Boxplots. Mit Abnahme der im Mittel erzielten prozentualen Übertragungsraten nimmt auch die Streuung der mittleren 50 % der Messwerte (Länge der Boxen) ab. Diese ist in den unteren Bandbreitklassen 1, 2 und 3 deutlich größer als in den mittleren Bandbreitklassen 4 und 5 sowie den höheren Bandbreitklassen 6, 7 und 8.

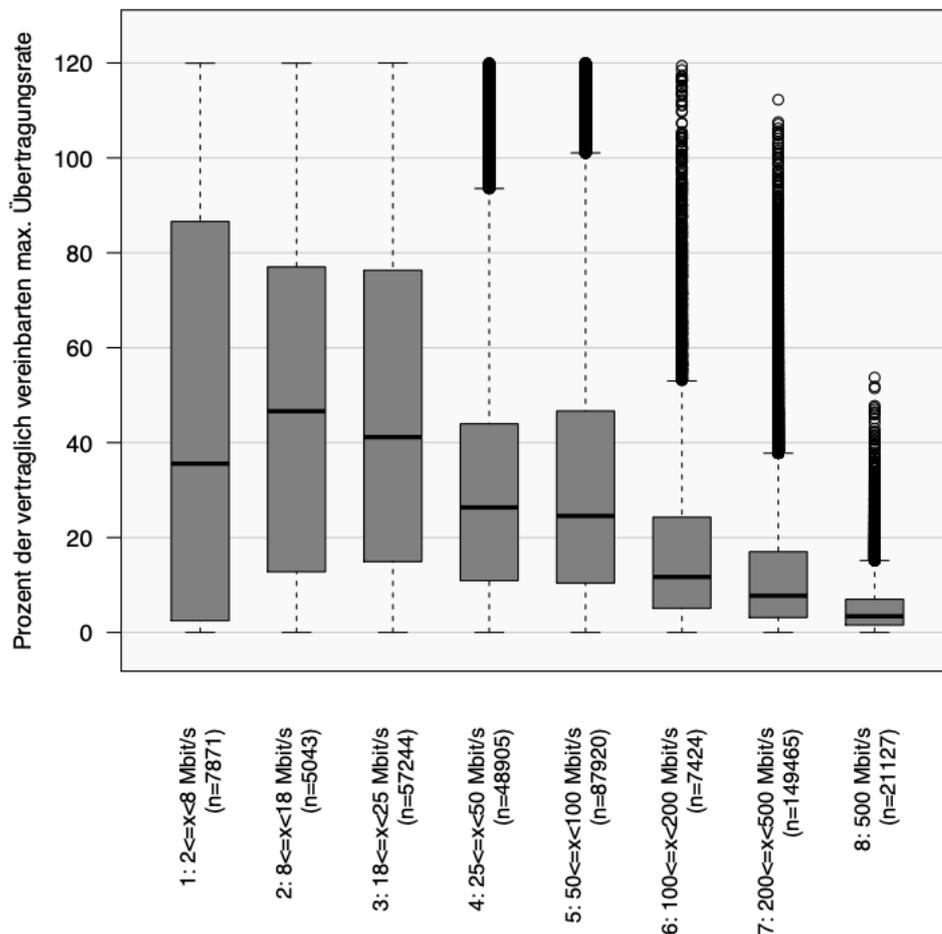


Abbildung 7.3: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen

Die Tabelle 7.1 stellt ergänzend für ausgewählte Werte die Anteile der Nutzer bezogen auf die einzelnen Bandbreitklassen dar, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, sowie in den eckigen Klammern die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle.

Tabelle 7.1: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bandbreiteklasse

Bandbreiteklasse	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	43.1 [42.0-44.2]	38.1 [37.0-39.2]	33.3 [32.3-34.4]	28.5 [27.5-29.5]	23.1 [22.2-24.1]	9.7 [9.1-10.4]
2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	46.1 [44.7-47.5]	37.7 [36.4-39.1]	30.2 [28.9-31.5]	23.5 [22.4-24.7]	16.9 [15.9-18.0]	9.4 [8.6-10.2]
3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	42.7 [42.3-43.1]	35.4 [35.0-35.8]	28.7 [28.3-29.1]	23.0 [22.6-23.3]	16.9 [16.5-17.2]	4.0 [3.8-4.1]
4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	18.2 [17.8-18.5]	9.9 [9.7-10.2]	5.4 [5.2-5.6]	3.5 [3.4-3.7]	2.2 [2.1-2.3]	1.0 [0.9-1.1]
5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	22.5 [22.2-22.7]	17.1 [16.8-17.3]	13.3 [13.0-13.5]	10.2 [10.0-10.4]	7.4 [7.3-7.6]	1.7 [1.6-1.8]
6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	7.8 [7.2-8.5]	5.4 [4.9-5.9]	3.7 [3.2-4.1]	2.2 [1.9-2.6]	1.3 [1.1-1.6]	0.6 [0.5-0.9]
7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	1.7 [1.6-1.7]	0.6 [0.6-0.7]	0.2 [0.2-0.2]	0.1 [0.1-0.1]	0.0 [0.0-0.1]	0.0 [0.0-0.0]
8: 500 Mbit/s	0.0 [0.0-0.0]	0.0 [0.0-0.0]	0.0 [0.0-0.0]	0.0 [0.0-0.0]	0.0 [0.0-0.0]	0.0 [0.0-0.0]

7.1.2 Anbieter

In diesem Abschnitt werden die Messungen der Datenübertragungsrate im Download nach Anbietern²⁷ dargestellt. Wie oben beschrieben (s. Kapitel 4.3) wird eine Anzahl von mindestens 400 validen Messungen verlangt, bevor eine separate Darstellung des Anbieters erfolgt. Insgesamt liegt für 30 Anbieter eine entsprechende Zahl an validen Messungen vor. Alle anderen Anbieter werden in der Gruppe „Sonstige“ zusammengefasst.

Die Verteilungsfunktionen aller 30 Anbieter können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden (s. Abbildung 7.4). Dort ist eine Betrachtung einzelner Anbieter sowie ein Vergleich zwischen zwei oder mehr Anbietern untereinander benutzerfreundlich in der interaktiven Ergebnisdarstellung möglich.

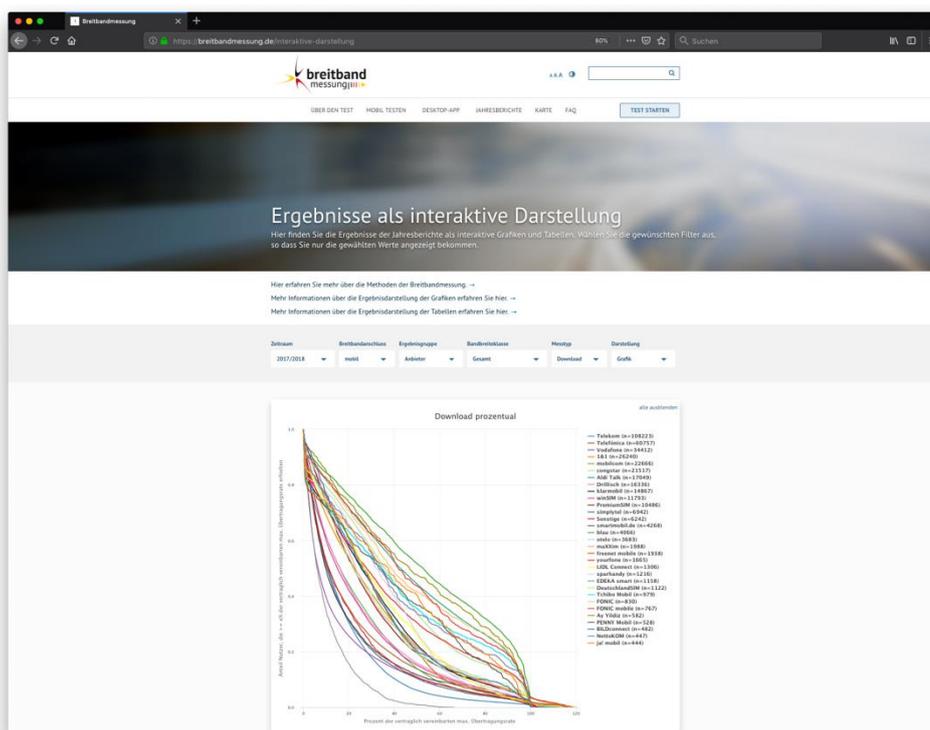


Abbildung 7.4: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung>

²⁷ Als Anbieter gelten im Folgenden auch eigenständige Marken von Telekommunikationsunternehmen.

In diesem Bericht wird aus Gründen der Lesbarkeit auf eine Darstellung aller Anbieter in Form von Verteilungsfunktionen verzichtet. Stattdessen wird eine Fokussierung auf die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen vorgenommen.

In Abbildung 7.5 werden die Verteilungsfunktionen über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt. Diese decken 86,7 % der validen Messungen ab. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.

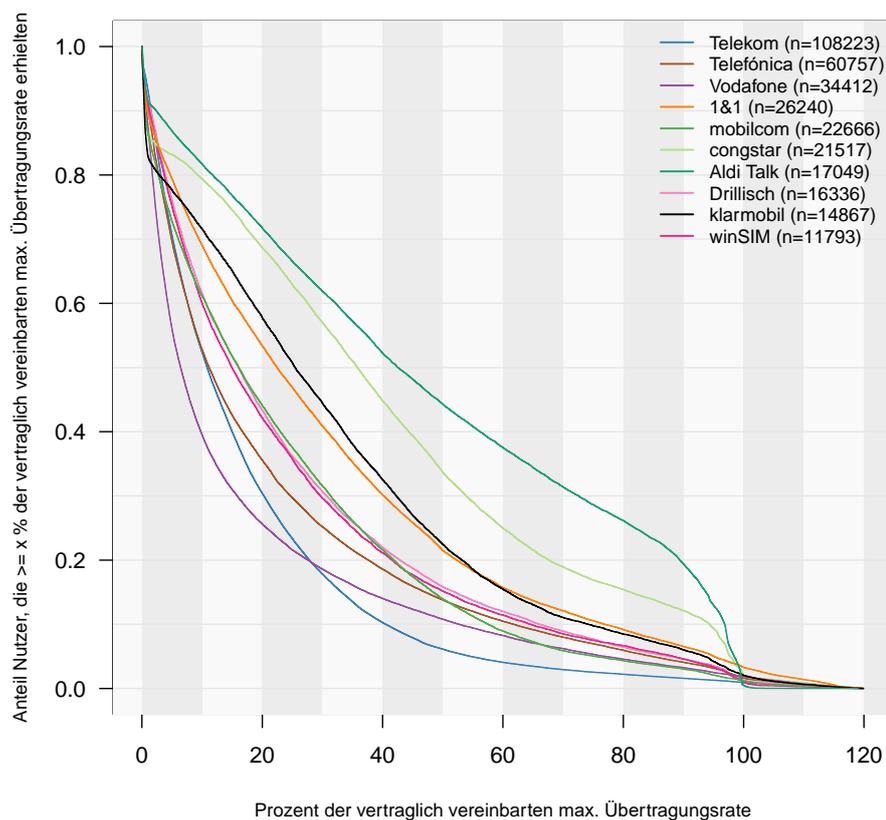


Abbildung 7.5: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.

Es sind deutliche Unterschiede in den Kurvenverläufen bei den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen erkennbar. Diese sind primär darauf zurückzuführen, dass die Verteilung der Anschlüsse auf die Bandbreiteklasse für jeden Anbieter unterschiedlich ausfällt. Damit wirken sich die für die Bandbreiteklasse gezeigten Unterschiede auch auf den Anbietervergleich insgesamt aus²⁸.

Abbildung 7.6 stellt das Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate für alle 30 Anbieter als Boxplot dar. Auch hier sind deutliche Unterschiede sowohl bei den Medianen als auch der Streuung, erkennbar an der Länge der Boxen, zu beobachten.

²⁸ Bei der Telekom ist zu berücksichtigen, dass im Berichtszeitraum der Abruf der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate automatisiert aus der Breitbandmessung heraus teilweise möglich war.

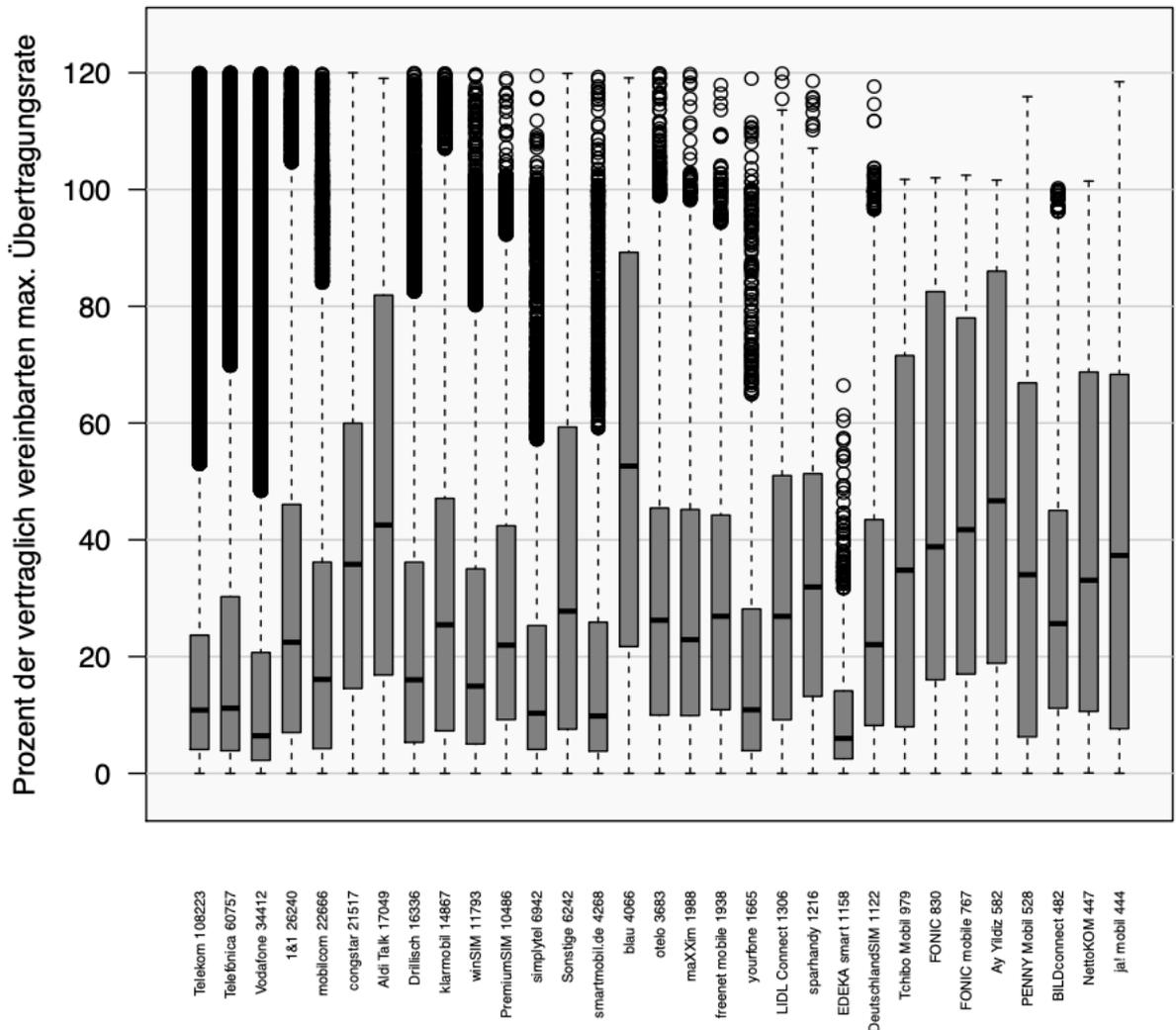


Abbildung 7.6: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Mobilfunk Download nach Anbietern

Tabelle 7.2 stellt für alle 30 Anbieter die Anteile der Nutzer bezogen auf den jeweiligen Anbieter dar, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle.

Tabelle 7.2: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Anbietern (Reihung nach Anzahl valider Messungen)

Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Telekom	6.1 [6.0-6.3]	4.1 [4.0-4.2]	2.9 [2.8-3.0]	2.2 [2.1-2.3]	1.6 [1.5-1.7]	0.9 [0.8-1.0]
Telefónica	13.8 [13.5-14.1]	10.5 [10.2-10.7]	8.0 [7.8-8.2]	5.9 [5.8-6.1]	4.1 [3.9-4.2]	1.6 [1.5-1.7]
Vodafone	10.8 [10.5-11.1]	8.2 [8.0-8.5]	6.2 [6.0-6.5]	4.6 [4.3-4.8]	3.3 [3.1-3.4]	1.9 [1.7-2.0]
1&1	21.5 [21.0-22.0]	15.7 [15.3-16.1]	12.1 [11.7-12.5]	9.2 [8.8-9.5]	6.5 [6.2-6.8]	3.3 [3.1-3.5]
mobilcom	13.9 [13.5-14.4]	9.0 [8.6-9.3]	5.9 [5.6-6.2]	4.3 [4.1-4.6]	3.0 [2.8-3.2]	1.2 [1.1-1.3]
congstar	33.7 [33.0-34.3]	25.0 [24.4-25.6]	18.9 [18.4-19.5]	15.4 [14.9-15.9]	12.1 [11.7-12.6]	2.1 [1.9-2.3]
Aldi Talk	44.3 [43.6-45.0]	37.6 [36.8-38.3]	31.4 [30.7-32.1]	26.1 [25.5-26.8]	19.4 [18.8-20.0]	0.5 [0.4-0.6]
Drillisch	15.8 [15.3-16.4]	12.0 [11.5-12.5]	8.9 [8.5-9.4]	6.5 [6.1-6.8]	4.6 [4.3-4.9]	1.3 [1.1-1.5]
klarmobil	22.4 [21.8-23.1]	15.5 [14.9-16.1]	11.1 [10.6-11.6]	8.5 [8.0-8.9]	6.0 [5.7-6.4]	2.0 [1.8-2.3]
winSIM	15.2 [14.5-15.8]	11.4 [10.9-12.0]	8.5 [8.0-9.0]	6.7 [6.2-7.1]	4.6 [4.2-5.0]	1.0 [0.9-1.2]
PremiumSIM	19.5 [18.7-20.3]	14.6 [13.9-15.3]	11.3 [10.7-11.9]	8.4 [7.9-9.0]	6.0 [5.6-6.5]	0.7 [0.6-0.9]
simplytel	10.4 [9.7-11.1]	7.5 [6.9-8.1]	5.5 [5.0-6.1]	4.2 [3.8-4.7]	2.9 [2.6-3.3]	0.5 [0.4-0.7]
Sonstige	30.4 [29.3-31.6]	24.7 [23.7-25.8]	20.0 [19.1-21.0]	16.5 [15.6-17.4]	12.9 [12.1-13.7]	3.7 [3.2-4.1]
smartmobil.de	11.7 [10.7-12.7]	9.3 [8.5-10.3]	7.4 [6.7-8.3]	5.6 [4.9-6.3]	4.0 [3.5-4.7]	1.1 [0.8-1.4]
blau	51.7 [50.2-53.2]	44.4 [42.9-46.0]	38.2 [36.7-39.7]	32.0 [30.6-33.4]	24.4 [23.2-25.8]	2.1 [1.7-2.6]
otelo	20.9 [19.6-22.3]	14.6 [13.5-15.8]	10.4 [9.4-11.4]	7.6 [6.8-8.5]	5.7 [5.0-6.5]	2.3 [1.8-2.8]
maXXim	21.2 [19.5-23.1]	16.8 [15.2-18.5]	13.0 [11.6-14.5]	9.6 [8.4-11.0]	6.1 [5.2-7.3]	1.6 [1.1-2.2]
freenet mobile	19.6 [17.9-21.4]	11.2 [9.9-12.7]	7.4 [6.3-8.7]	5.2 [4.3-6.3]	3.6 [2.8-4.5]	1.2 [0.8-1.8]
yourfone	10.9 [9.5-12.5]	8.2 [7.0-9.6]	6.2 [5.1-7.4]	4.5 [3.6-5.6]	3.1 [2.4-4.1]	0.8 [0.5-1.4]
LIDL Connect	26.0 [23.7-28.4]	17.6 [15.6-19.8]	11.5 [9.9-13.3]	7.0 [5.7-8.5]	3.6 [2.7-4.8]	1.7 [1.1-2.5]
sparhandy	26.8 [24.4-29.4]	15.5 [13.6-17.7]	9.4 [7.9-11.1]	6.2 [4.9-7.7]	4.9 [3.9-6.3]	2.0 [1.3-2.9]
EDEKA smart	0.9 [0.5-1.7]	0.3 [0.1-0.8]	0.0 [0.0-0.3]	0.0 [0.0-0.3]	0.0 [0.0-0.3]	0.0 [0.0-0.3]
DeutschlandSIM	19.9 [17.6-22.3]	15.6 [13.6-17.8]	12.9 [11.1-15.0]	10.3 [8.7-12.3]	7.7 [6.2-9.4]	1.9 [1.2-2.8]
Tchibo Mobil	35.6 [32.7-38.7]	29.6 [26.8-32.6]	25.7 [23.1-28.6]	22.3 [19.8-25.0]	17.6 [15.3-20.1]	0.9 [0.5-1.7]
FONIC	41.6 [38.3-45.0]	36.1 [32.9-39.5]	30.6 [27.6-33.8]	26.4 [23.5-29.5]	20.2 [17.6-23.1]	0.8 [0.4-1.7]
FONIC mobile	43.8 [40.3-47.3]	35.2 [31.9-38.6]	28.3 [25.2-31.6]	23.6 [20.7-26.7]	18.9 [16.3-21.8]	1.0 [0.5-2.0]
Ay Yildiz	47.8 [43.7-51.8]	41.1 [37.1-45.1]	35.4 [31.6-39.4]	29.0 [25.5-32.9]	21.5 [18.3-25.0]	0.3 [0.1-1.2]
PENNY Mobil	36.7 [32.7-40.9]	31.4 [27.6-35.5]	21.4 [18.1-25.1]	16.5 [13.6-19.9]	9.7 [7.4-12.5]	1.9 [1.0-3.5]
BILDconnect	20.3 [17.0-24.2]	15.1 [12.2-18.6]	12.2 [9.6-15.5]	10.2 [7.8-13.2]	7.5 [5.4-10.2]	0.2 [0.0-1.2]
NettoKOM	33.8 [29.6-38.3]	28.6 [24.6-33.0]	24.6 [20.8-28.8]	19.2 [15.9-23.1]	14.5 [11.6-18.1]	0.2 [0.0-1.3]
ja! mobil	40.3 [35.9-44.9]	31.1 [27.0-35.5]	24.1 [20.4-28.3]	19.4 [16.0-23.3]	12.2 [9.4-15.5]	1.4 [0.6-2.9]

Anbieter je Bandbreiteklasse

In den folgenden Abbildungen werden die Verteilungen für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen nach Anbieter und Bandbreiteklasse dargestellt²⁹. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt jeweils nach absteigender Anzahl von validen Messungen. Wie oben beschrieben (s. auch Kapitel 4.3) wurde eine Anzahl von mindestens 400 validen Messungen zugrunde gelegt, bevor eine Darstellung für einen einzelnen Anbieter erfolgt.

In Abbildung 7.7 werden je Bandbreiteklasse jeweils im linken Bild das prozentuale Verhältnis von tatsächlicher zu vertraglich vereinbarter geschätzter maximaler Datenübertragungsrate sowie im rechten Bild die ermittelte Datenübertragungsrate im Download in Mbit/s bezogen auf den Anteil der Nutzer, die einen entsprechenden Wert mit Blick auf den jeweiligen Anbieter erhalten haben, dargestellt.

In der Bandbreiteklasse 1 (2 Mbit/s bis kleiner 8 Mbit/s) zeigt sich, dass der Kurvenverlauf eines Anbieters über den gesamten Messbereich deutlich unterhalb der Kurven der anderen Anbieter verläuft. Im Bereich 50 % bis 100 % zeigt sich, dass ein Anbieter klar oberhalb der Kurven der anderen Anbieter verläuft.

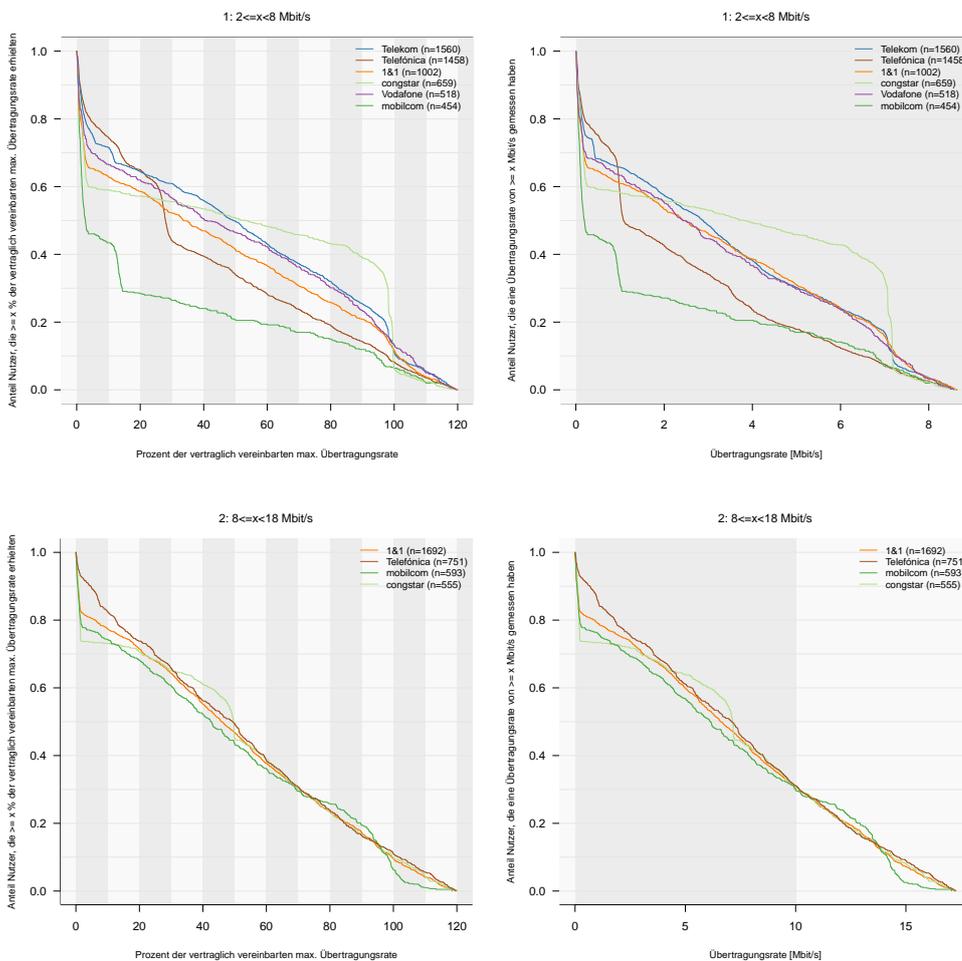
In Bandbreiteklasse 4 sind zwei Anbieterkurven zu erkennen, die im Bereich 50 % bis 100 % oberhalb der anderen Kurven verlaufen.

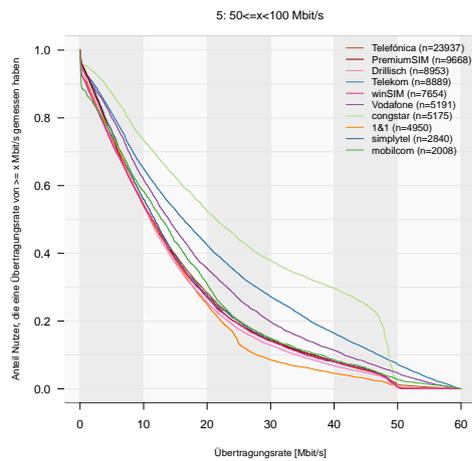
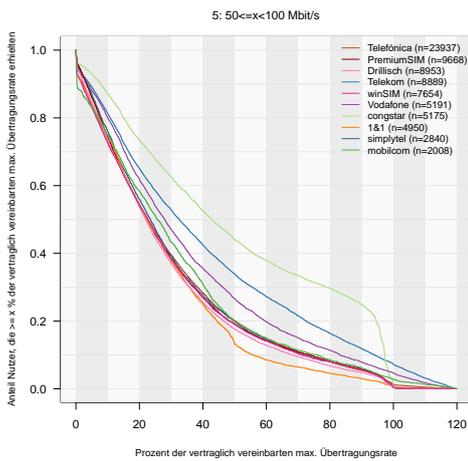
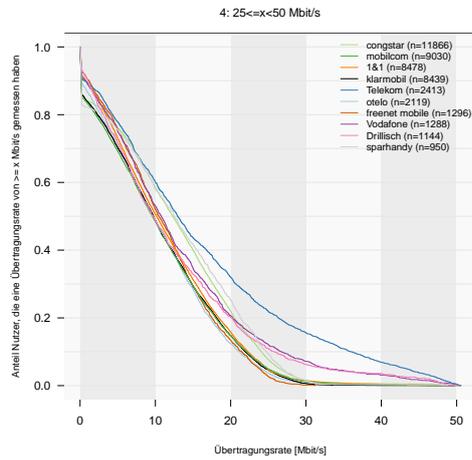
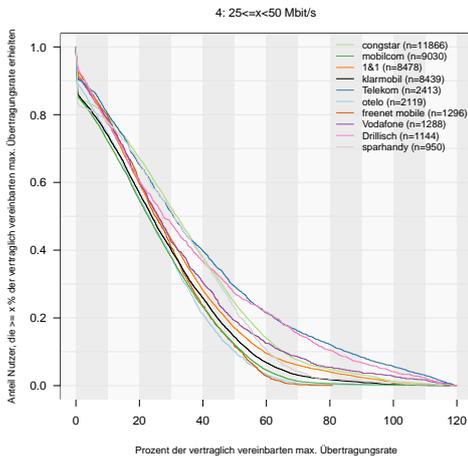
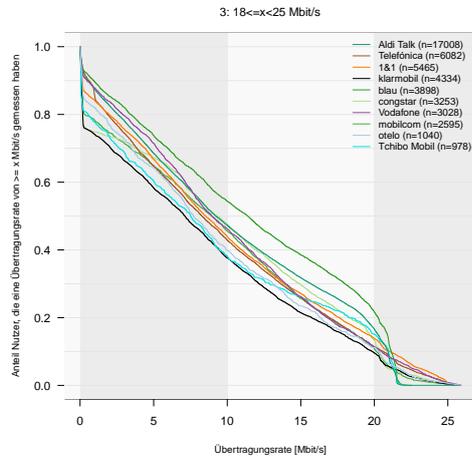
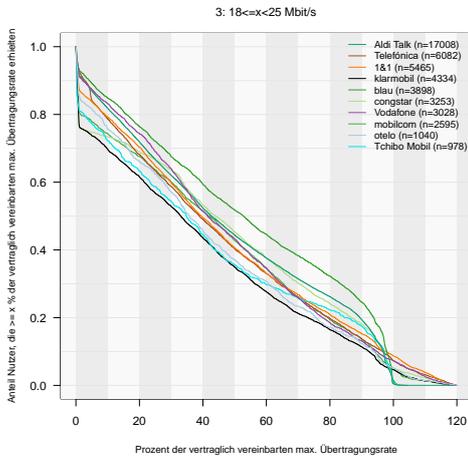
In Bandbreiteklasse 5 ist eine Kurve zu beobachten, die über die gesamte Skala der Übertragungsrate deutlich oberhalb der anderen Anbieter verläuft. Die maximale Spanne zwischen den Kurven ist im Bereich 40 % bis 60 % zu beobachten und beträgt bis zu 30 %. In der Bandbreiteklasse 6 mit insgesamt vier einzeln dargestellten Anbietern zeigen sich wiederum Unterschiede, eine Kurve verläuft über die gesamte Skala unterhalb der anderen drei Anbieterkurven.

²⁹ Eine Betrachtung aller einzeln dargestellten Anbieter sowie ein Vergleich zwischen zwei oder mehr Anbietern ist auf der interaktiven Onlineplattform unter <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> möglich.

In Bandbreiteklasse 7 mit insgesamt 7 dargestellten Anbietern zeigen sich Unterschiede, vor allem im Bereich 0 % bis 50 %, bei insgesamt niedrigerem Niveau der beobachteten prozentualen Datenübertragungsrate im Vergleich zu vorangehenden Bandbreiteklassen.

In der neu aufgenommenen Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) sind zwei Anbieter vertreten, die Tarife mit einer geschätzten maximalen Datenübertragungsrate von genau 500 Mbit/s vermarkten. Die Kurven der beiden Anbieter verlaufen annähernd überlappend, im Vergleich zu den anderen Bandbreiteklassen aber auf deutlich niedrigerem Niveau max in der prozentualen Datenübertragungsrate.





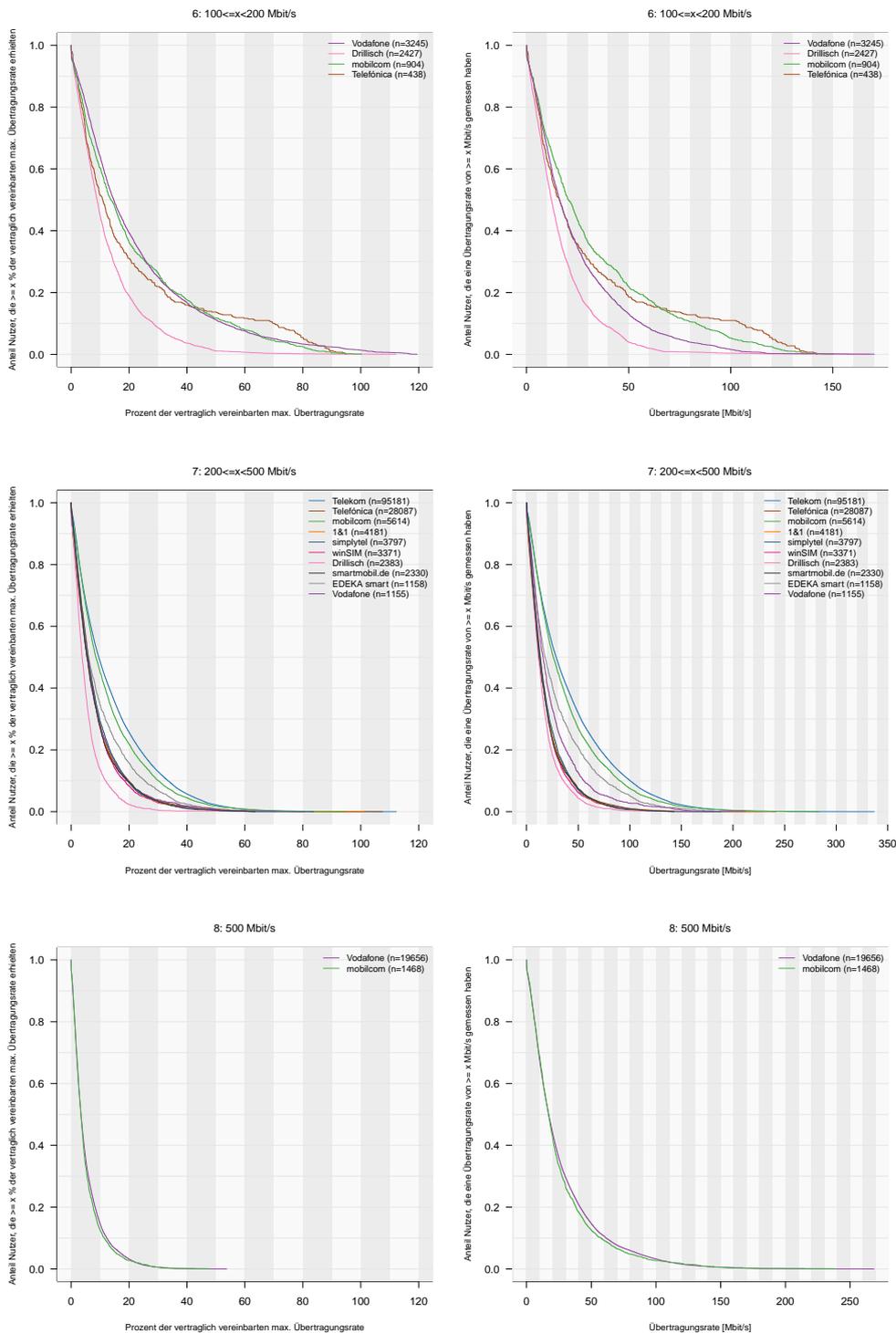


Abbildung 7.7: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual (links) und absolut (rechts) erreichten Datenübertragungsrate Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen je Bandbreiteklasse.

Mit Blick auf die einzelnen Grafiken lässt sich wie bereits oben beschrieben (vgl. Kap. 7.1.1) eine abnehmende Tendenz des Verhältnisses von tatsächlicher zu vertraglich vereinbarter geschätzter maximaler Datenübertragungsrates von Bandbreiteklasse zu Bandbreiteklasse feststellen. Besonders ausgeprägt zeigt sich dies in Bandbreiteklassen 7 und 8. Die gemessenen Datenübertragungsrates nehmen hier nicht im gleichen Maße zu wie die vertraglich vereinbarte geschätzte maximale Datenübertragungsrates.

Im Rahmen der Breitbandmessung werden die Tarifinformationen der Anbieter mittels Auswahlmenü vorgefiltert. Dabei wird auf die seitens der TK-Unternehmen gemeldeten Tarifdaten zurückgegriffen. Die individuelle Tarifauswahl erfolgt durch den Nutzer. Eine fehlerhafte Tarifauswahl kann dabei nicht ausgeschlossen werden. Dies kann auch Auswirkungen auf die Zuordnung von Messungen zu einzelnen Bandbreiteklassen haben.

In Bandbreiteklassen, in denen ein Anbieter im Hinblick auf die anbieterbezogene Gesamtzahl an Messungen mit relativ wenigen Messungen vertreten ist, können sich Falschangaben stärker auf den Kurvenverlauf auswirken.

Mit Inkrafttreten der TK-Transparenzverordnung sind die Anbieter verpflichtet, der Bundesnetzagentur Informationen zu ihren Tarifen und den vermarkteten Datenübertragungsrates zur Verfügung zu stellen. Die durch die Anbieter bereitgestellten Daten werden im Rahmen der Breitbandmessung hinterlegt. Die Tarifauswahl des Endkunden wird hierdurch erleichtert.

7.1.3 Geografischer Bereich

Abbildung 7.8 stellt die Ergebnisse der Breitbandmessung für mobile Breitbandanschlüsse mit Blick auf den geografischen Bereich dar. Die Kurvenverläufe unterscheiden sich zwischen den drei Bereichen im Bereich von 0 % bis 50 % der prozentualen vermarkteten Datenübertragungsrate wobei im städtischen Bereich tendenziell bessere Ergebnisse erzielt wurden als im halbstädtischen Bereich. Die Ergebnisse im ländlichen Bereich lagen noch etwas darunter.

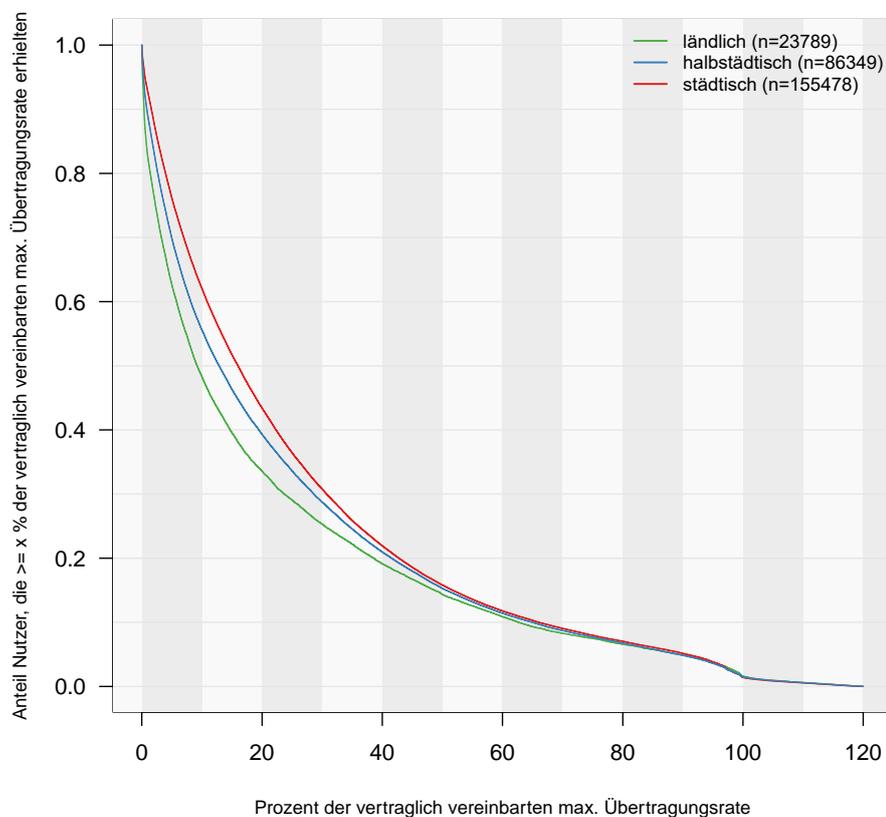


Abbildung 7.8: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich

Hinsichtlich der tatsächlich gemessenen Datenübertragungsrate im Download lässt sich feststellen, dass die Kurvenverläufe grundsätzlich ähnlich sind (vgl. Abbildung 7.9), wobei das Niveau der gemessenen Werte in städtischen Gebieten ebenfalls am höchsten ist. Unterschiede sind vor allem im Bereich zwischen 20 und 120 Mbit/s zu beobachten.

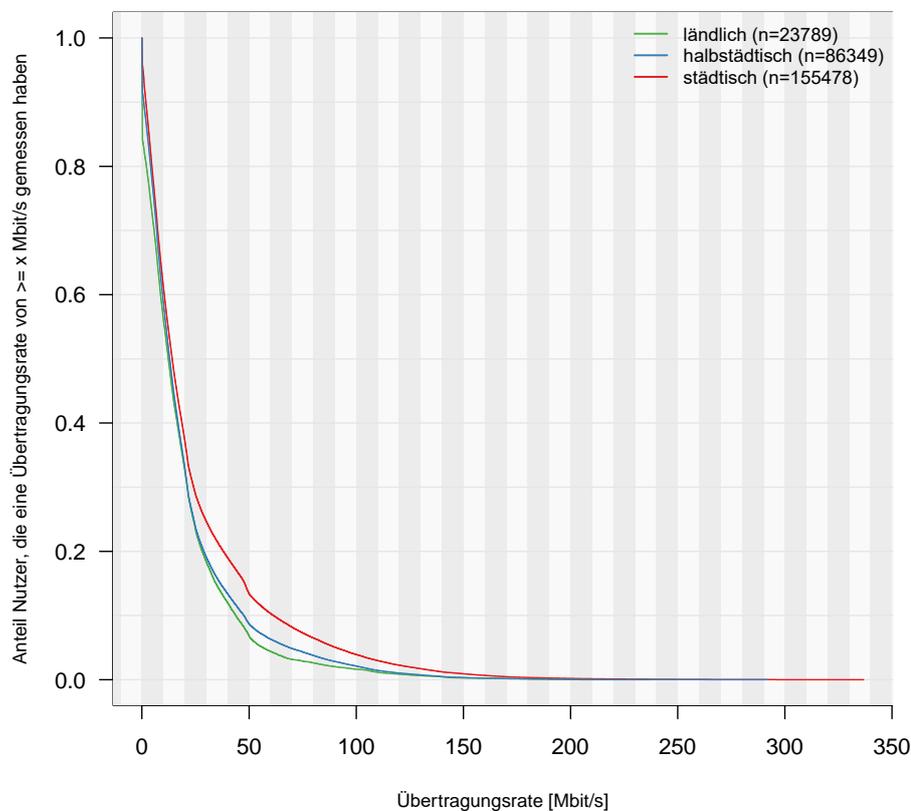


Abbildung 7.9: Empirische Verteilungsfunktion der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich

Die Tabelle 7.3 stellt die Anteile der Nutzer bezogen auf die einzelnen Bereiche dar, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle.

Tabelle 7.3: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach geografischem Bereich

Geografischer Bereich	50%	60%	70%	80%	90%	100%
ländlich	14.3 [13.9-14.8]	10.9 [10.5-11.3]	8.3 [7.9-8.6]	6.6 [6.3-6.9]	4.9 [4.6-5.2]	1.6 [1.5-1.8]
halbstädtisch	15.3 [15.0-15.5]	11.4 [11.2-11.6]	8.7 [8.5-8.9]	6.8 [6.6-6.9]	4.8 [4.7-5.0]	1.5 [1.4-1.6]
städtisch	15.8 [15.6-16.0]	11.8 [11.6-11.9]	9.0 [8.9-9.2]	7.0 [6.9-7.2]	5.2 [5.0-5.3]	1.4 [1.4-1.5]

7.1.4 Bundesländer

In Abbildung 7.10 sind die Messergebnisse für mobile Anschlüsse über alle Bandbreiteklassen je Bundesland zusammengefasst. Die Kurvenverläufe sind über den gesamten Wertebereich sehr ähnlich. Die maximale Spanne zwischen niedrigster und höchster Kurve liegt unter 10 Prozentpunkten.

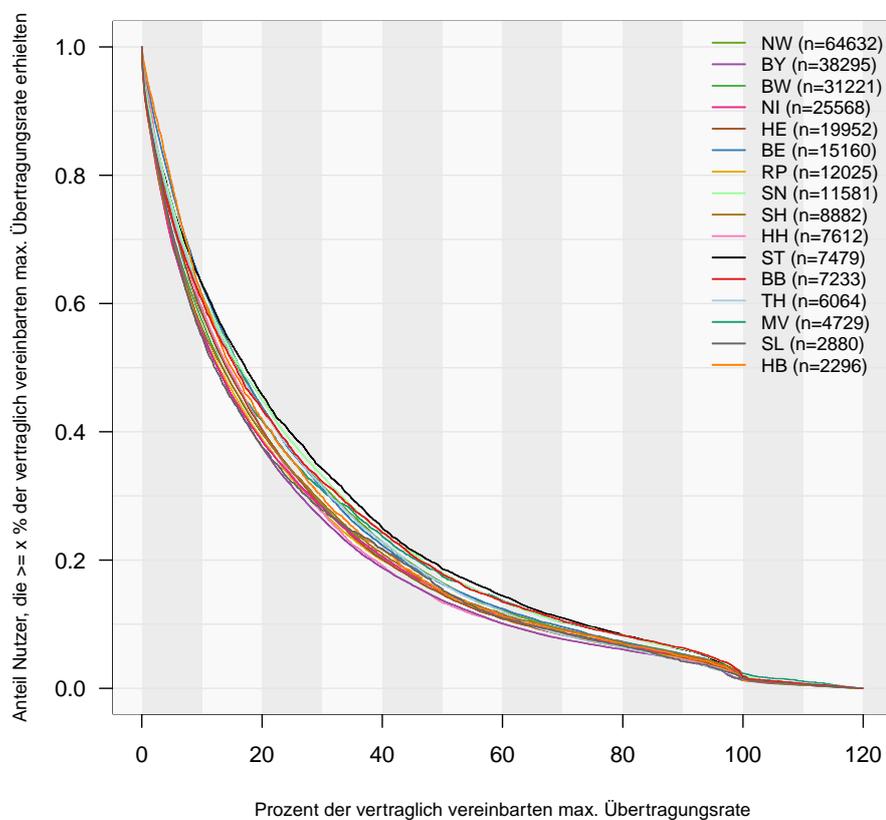


Abbildung 7.10: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern³⁰

³⁰ BB: Brandenburg; BE: Berlin; BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; HB: Bremen; HE: Hessen; HH: Hamburg; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SH: Schleswig-Holstein; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; TH: Thüringen

Auch für die Verteilung der tatsächlich gemessenen absoluten Datenübertragungsrate im Download zeigen sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Bundesländern.

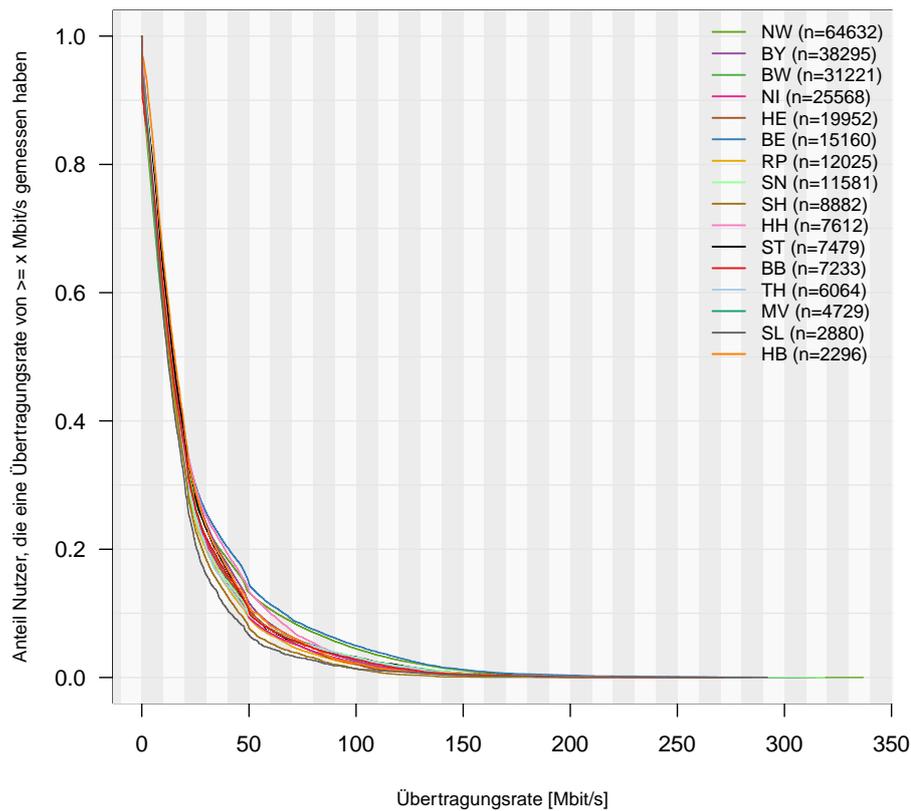


Abbildung 7.11: Empirische Verteilungsfunktion der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern

7.1.5 Tageszeitlicher Verlauf

In diesem Abschnitt wird die gemessene Bandbreite über den 24-Stunden-Turnus eines Tages betrachtet. Dazu wurden Messungen innerhalb eines 3-Stundenfensters zusammengefasst und als Mittelwert dargestellt. Diese Betrachtung liefert einen Einblick in die tageszeitliche Abhängigkeit der ermittelten Bandbreite.

Bandbreiteklasse

Betrachtet man den Verlauf aufgeschlüsselt nach Bandbreiteklassen, so ist eine Abhängigkeit des prozentualen Verhältnisses zwischen tatsächlicher und vertraglich vereinbarter geschätzter maximaler Datenübertragungsrate im Download von der Tageszeit für alle Bandbreiteklassen festzustellen (vgl. Abbildung 7.12), wobei sich die Bandbreiteklassen voneinander unterscheiden.

Für fast alle Bandbreiteklassen zeigt sich, dass in den Nachtstunden zwischen 0 Uhr und 6 Uhr die höchsten prozentualen Datenübertragungsraten beobachtet werden, die von diesem Niveau bis in den Nachmittag abfallen. Für Bandbreiteklasse 1 zeigt sich ein abweichender Verlauf. Das Minimum der prozentualen Datenübertragungsrate wird in den Nachtstunden beobachtet, gefolgt von höheren aber stark variierenden Datenübertragungsraten im weiteren Tagesverlauf.

Für die absolut gemessenen Datenübertragungsraten ergibt sich ein einheitlicheres Bild (Abbildung 7.13), für fast alle Bandbreiteklassen wird im Zeitraum von 0 Uhr bis 3 Uhr ein Maximum erreicht, um dann im Tagesverlauf kontinuierlich bis in die frühen Abendstunden zu geringeren Werten abzufallen, und relativ stark in den Abendstunden wieder anzusteigen. Dies könnte darauf beruhen, dass nachts und in den Randzeiten des Tages das Mobilfunknetz weniger ausgelastet ist, da für die Nutzung mit dem Smartphone zu Hause eher das WLAN des stationären Anschlusses genutzt wird als das Mobilfunknetz. Einzige Ausnahme bildet Bandbreiteklasse 1, für die die maximale Datenübertragungsrate in den Tagestunden zwischen 9 Uhr und 15 Uhr erreicht wurde.

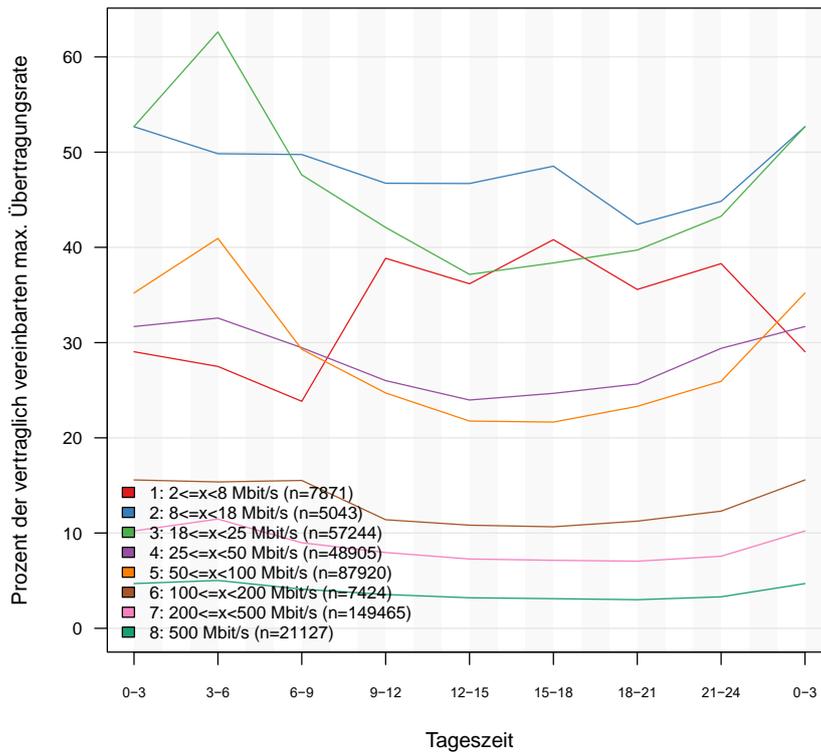


Abbildung 7.12: Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen

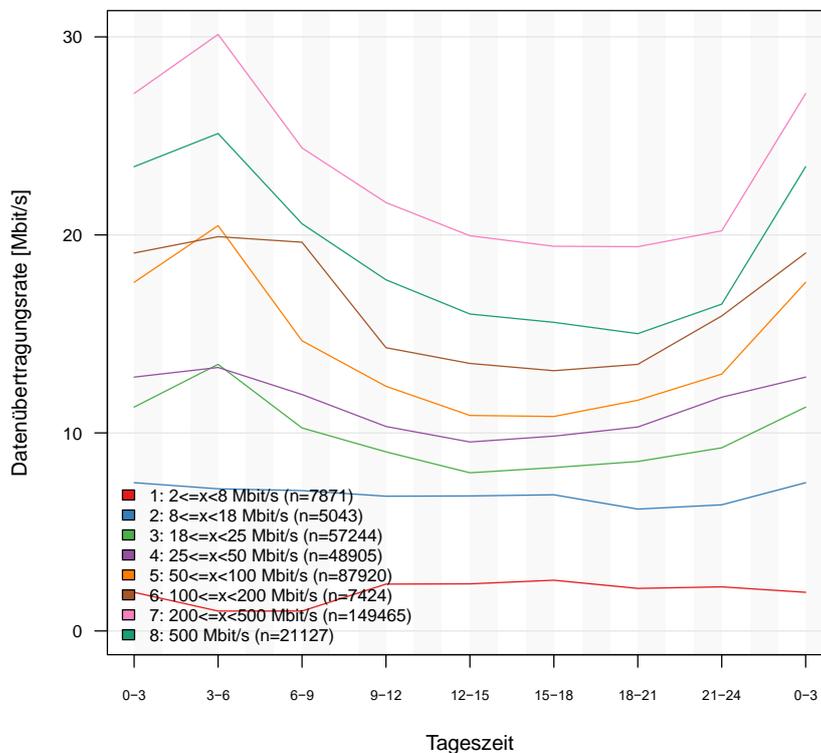


Abbildung 7.13: Tageszeitlicher Verlauf der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen

7.1.6 Quartalsverlauf

Wie der Quartalsverlauf in Abbildung 7.14 sowie die Boxplots in Abbildung 7.15 zeigen, hat sich das Verhältnis von ermittelter zu vertraglich vereinbarter geschätzter maximaler Datenübertragungsrate im Zeitverlauf der Messperiode geringfügig zu höheren Werten verändert.

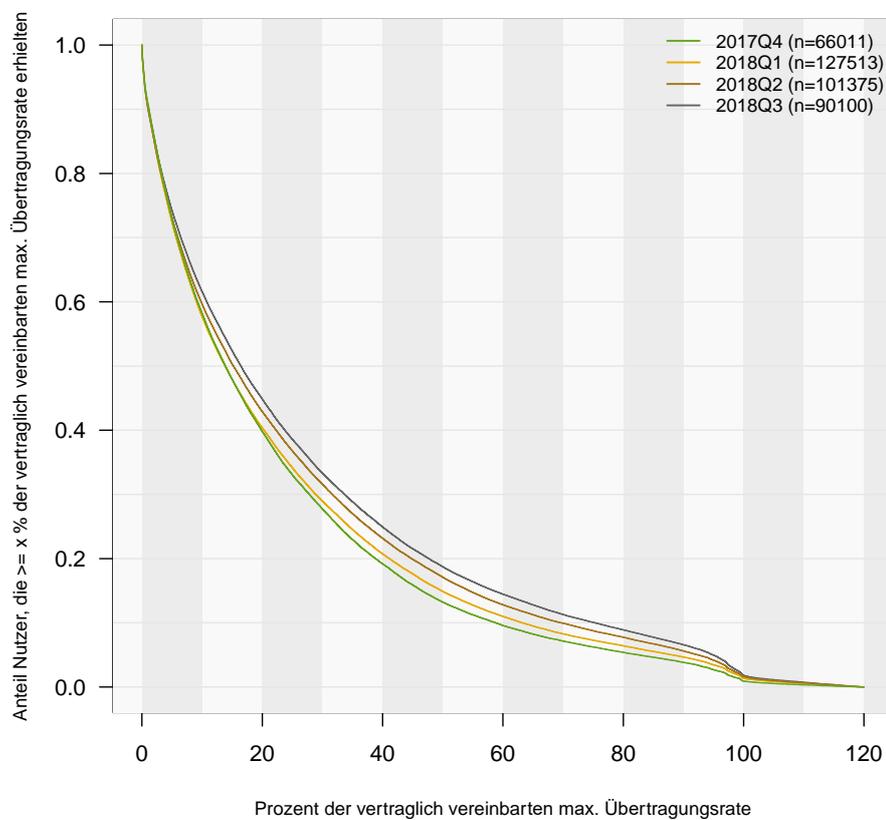


Abbildung 7.14: Quartalsverlauf der empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download

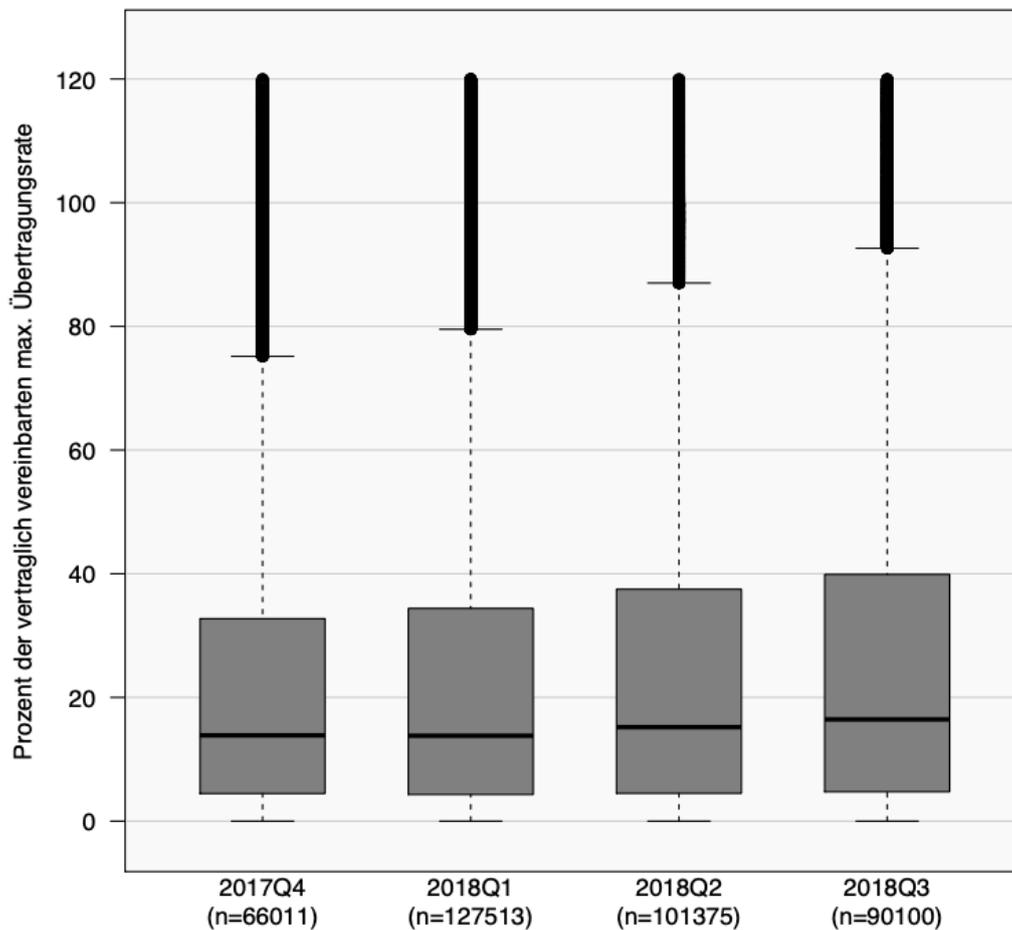


Abbildung 7.15: Quartalsverlauf der Boxplots der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download

7.1.7 Kundenzufriedenheit

Abbildung 7.16 zeigt das prozentuale Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate, das die Nutzer in den einzelnen Kategorien erhalten haben. Wie bereits bei den stationären Breitbandanschlüssen (vgl. Kap. 6.1.7) zeigen die Boxplots, dass generell die Nutzer, die mit ihrem Anbieter zufrieden waren, einen höheren Prozentwert der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate im Rahmen der Messung erhalten haben, als Nutzer, die ihrem Anbieter eine schlechte Bewertung gegeben hatten. Die Kategorie „sehr gut“ stellt hier eine

Ausnahme dar: Kunden, die ihren Anbieter mit dieser Note bewertet haben, erzielten insgesamt schlechtere Ergebnisse als solche, die den Anbieter mit „gut“ bewertet haben.

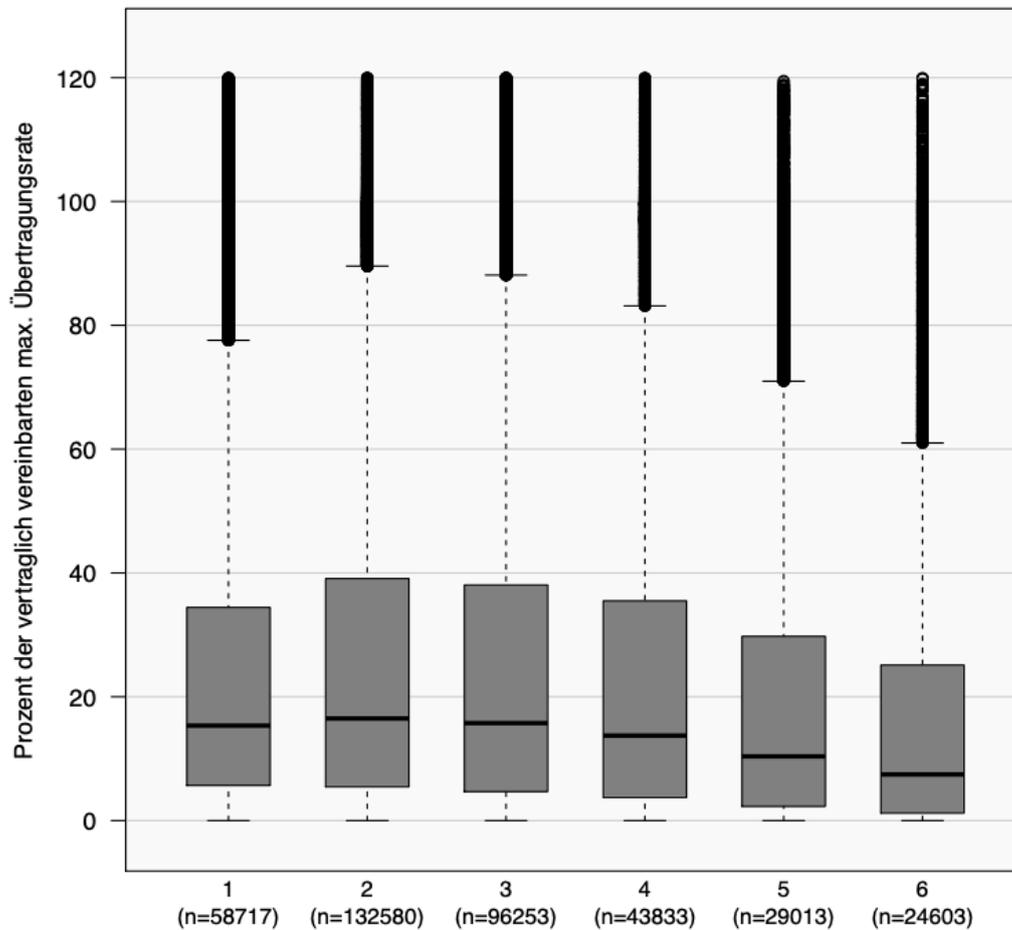


Abbildung 7.16: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Kundenzufriedenheit

Der Großteil (74,7 %) der befragten Nutzer gab den Anbietern Noten im Bereich von 1 bis 3.

7.2 Datenübertragungsrate Upload

Abbildung 7.17 stellt das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent für den Upload als empirische Verteilungsfunktion über alle Anbieter und Bandbreiteklassen dar.

Die Kurve ist der entsprechenden Download-Kurve ähnlich. Bei stationären Anschlüssen sind die prozentualen Datenübertragungsraten im Upload tendenziell höher als im Download (vgl. Kap. 6.1 und 6.2), während bei den mobilen Anschlüssen die Werte im Upload und Download ähnlich sind. Im Upload erhielten 18,1 % der Nutzer mobiler Anschlüsse mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate. Dieser Wert liegt für den Download bei 16,1 %. 1,8 % der Nutzer erreichten 100 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate oder mehr.

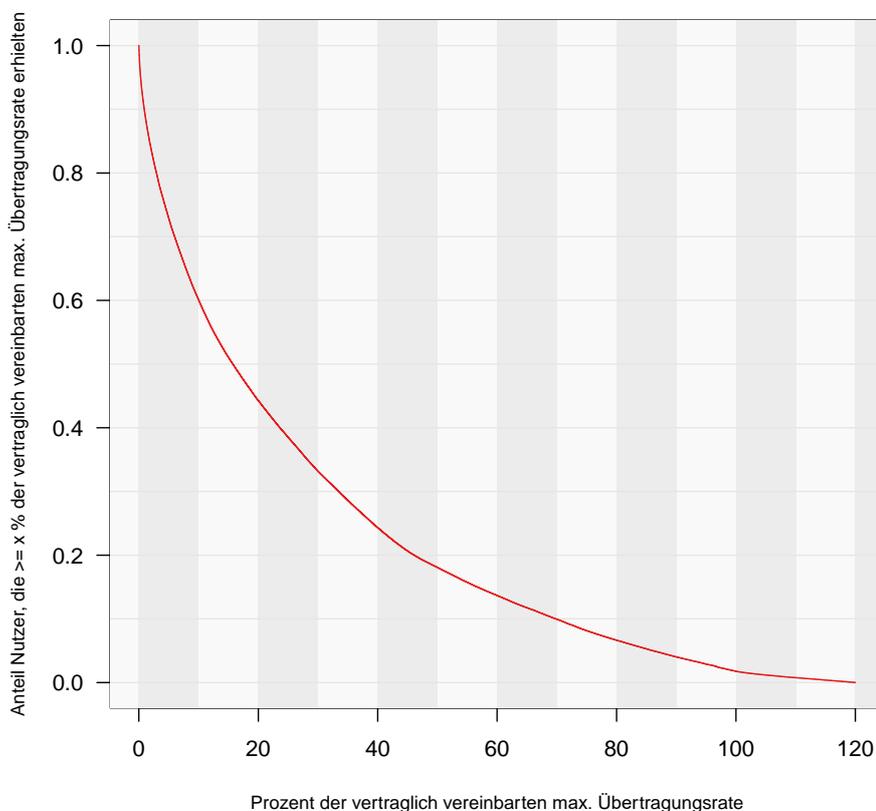


Abbildung 7.17: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 327.779).

7.2.1 Bandbreiteklasse

Für den ermittelten Prozentwert der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate lässt sich mit Blick auf die einzelnen Bandbreiteklassen im Gegensatz zu den entsprechenden Download-Werten keine generell abnehmende Tendenz von den niedrigen zu den hohen Bandbreiteklassen erkennen (vgl. Abbildung 7.18). Am schlechtesten fielen die Messwerte in den Bandbreiteklassen 5, 6, 7 und 8 aus. Über einen weiten Bereich des Kurvenverlaufs liegt die Bandbreiteklasse 4 oberhalb aller anderen Klassen, Bandbreiteklasse 1 schneidet am besten ab im Bereich 75 % bis 100 %.

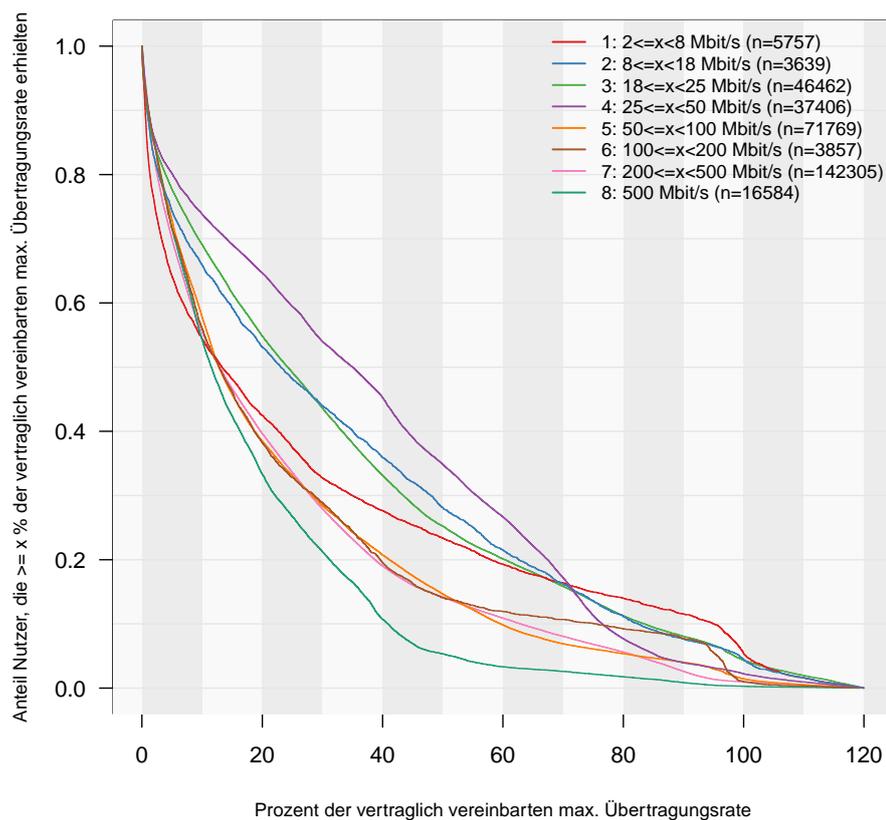


Abbildung 7.18: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreiteklassen

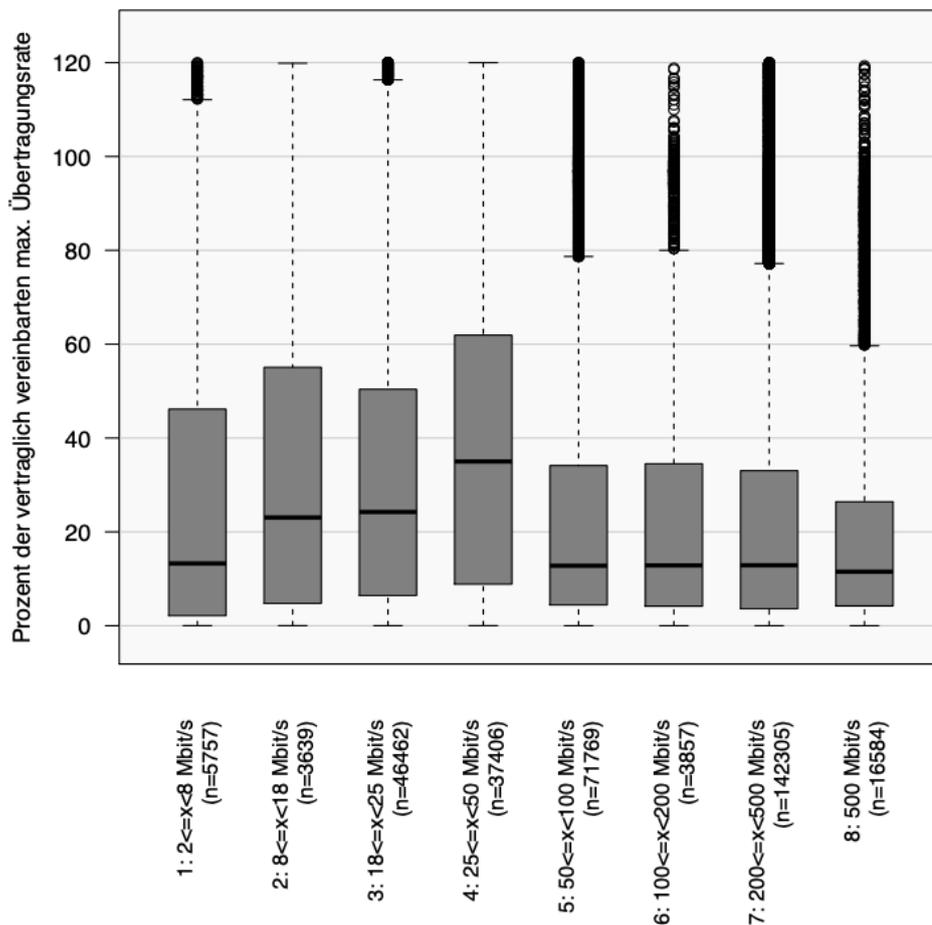


Abbildung 7.19: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreitklassen

Die in Abbildung 7.19 dargestellten Boxplots zeigen das Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate, das die Nutzer in den einzelnen Bandbreitklassen erhalten haben.

Die Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, bezogen auf die einzelnen Bandbreitklassen sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle werden in Tabelle 7.4 dargestellt.

Tabelle 7.4: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate Upload erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bandbreiteklasse

Bandbreiteklasse	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	23.4 [22.3-24.5]	19.3 [18.3-20.3]	16.4 [15.4-17.3]	14.0 [13.1-14.9]	11.5 [10.7-12.4]	5.4 [4.8-6.0]
2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	28.1 [26.7-29.6]	21.5 [20.2-22.9]	16.2 [15.0-17.4]	11.2 [10.2-12.2]	7.6 [6.8-8.5]	4.5 [3.9-5.2]
3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	25.2 [24.8-25.6]	20.1 [19.8-20.5]	15.8 [15.5-16.2]	11.3 [11.0-11.5]	8.1 [7.8-8.3]	4.3 [4.2-4.5]
4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	34.8 [34.3-35.3]	26.7 [26.2-27.1]	17.2 [16.8-17.6]	7.7 [7.4-8.0]	3.9 [3.7-4.1]	2.2 [2.1-2.4]
5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	14.6 [14.4-14.9]	9.8 [9.6-10.1]	6.9 [6.7-7.1]	5.3 [5.2-5.5]	4.0 [3.9-4.2]	1.4 [1.4-1.5]
6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	14.1 [13.0-15.2]	11.9 [10.9-13.0]	10.7 [9.7-11.7]	9.2 [8.3-10.2]	7.7 [6.9-8.6]	1.0 [0.7-1.3]
7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	14.2 [14.0-14.4]	10.9 [10.7-11.1]	8.1 [7.9-8.2]	5.6 [5.5-5.7]	2.6 [2.5-2.7]	1.0 [0.9-1.0]
8: 500 Mbit/s	5.3 [5.0-5.7]	3.3 [3.1-3.6]	2.6 [2.4-2.8]	1.8 [1.6-2.0]	0.9 [0.7-1.0]	0.3 [0.2-0.4]

7.2.2 Anbieter

In diesem Abschnitt werden die Messungen der Datenübertragungsrates im Upload nach Anbietern dargestellt. Wie oben beschrieben (s. Kapitel 4.3) wird eine Anzahl von mindestens 400 validen Messungen verlangt, bevor eine separate Darstellung des Anbieters erfolgt. Insgesamt liegt für 28 Anbieter eine entsprechende Zahl an validen Messungen vor. Alle anderen Anbieter werden in der Gruppe „Sonstige“ zusammengefasst.

Die Verteilungsfunktionen aller 28 Anbieter können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden (s. Abbildung 7.20). Dort sind eine Betrachtung einzelner Anbieter sowie ein Vergleich zwischen zwei oder mehr Anbietern untereinander benutzerfreundlich in der interaktiven Ergebnisdarstellung möglich.

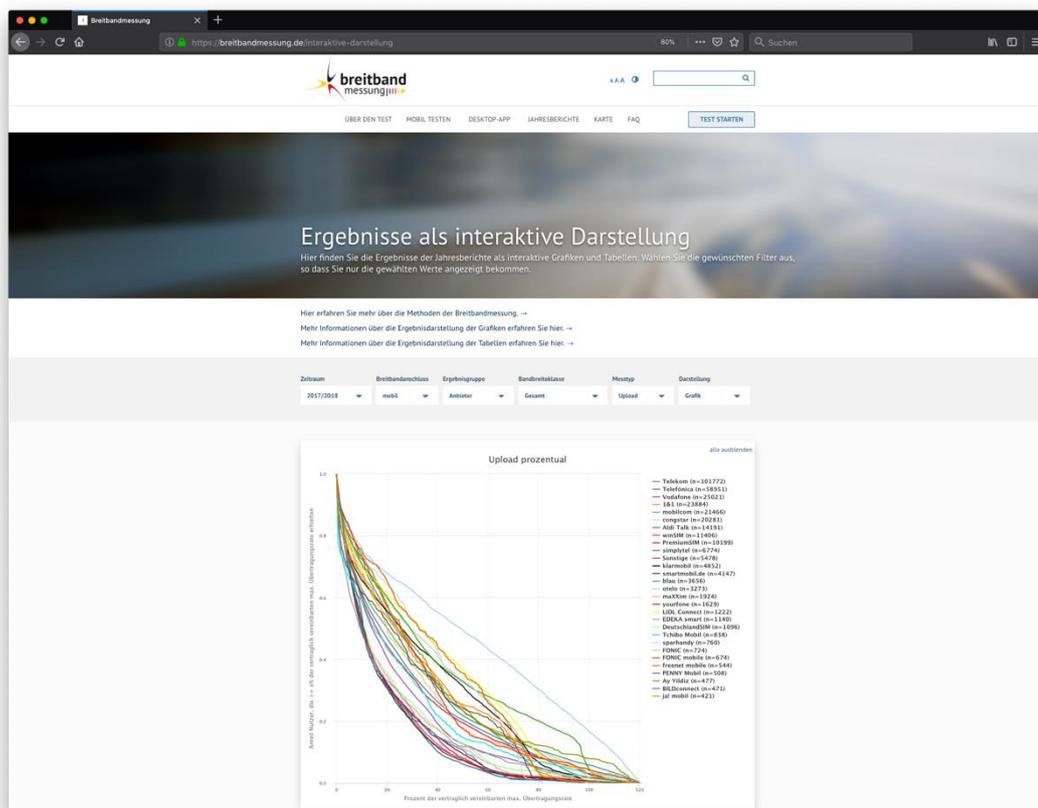


Abbildung 7.20: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrates im Upload nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung>

In diesem Bericht wird aus Gründen der Lesbarkeit auf eine Darstellung aller Anbieter in Form von Verteilungsfunktionen verzichtet. Stattdessen wird eine Fokussierung auf die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen vorgenommen.

In Abbildung 6.5 werden die Verteilungsfunktionen über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt. Diese decken 86 % der validen Messungen ab. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.

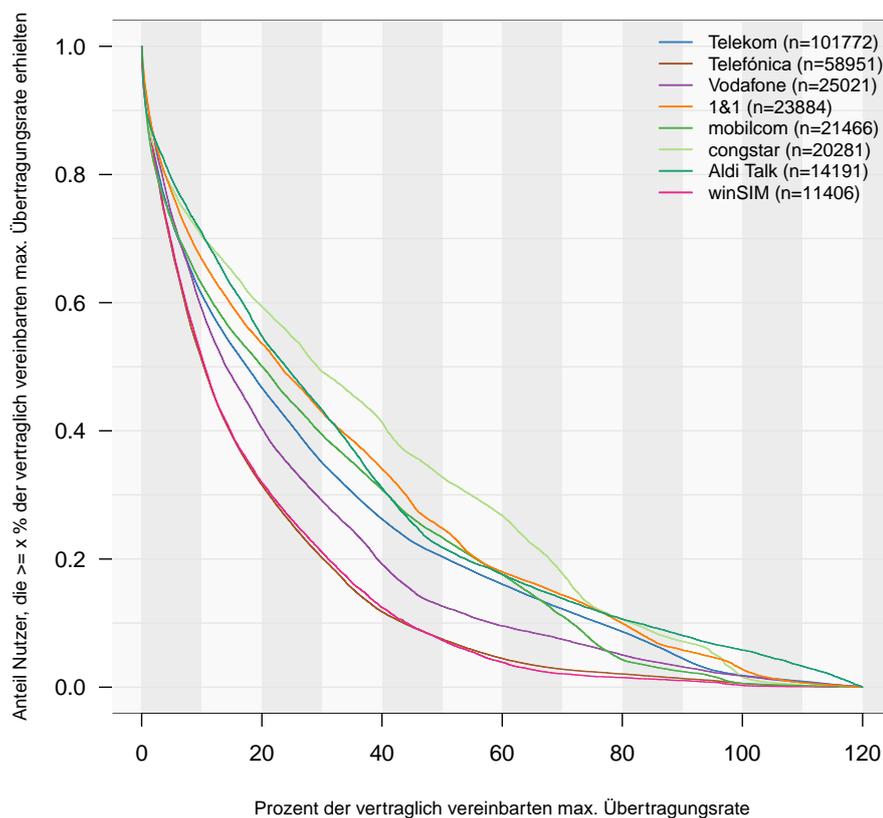


Abbildung 7.21: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.

Abbildung 7.22 zeigt das Verhältnis der ermittelten Upload-Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate für alle 28 Anbieter als Boxplot.

Es sind deutliche Unterschiede zwischen den Anbietern erkennbar. Ein Grund hierfür ist die tarifliche Gestaltung der Produkte. Einige Anbieter bieten geringere tarifliche Upload-Datenübertragungsraten an, die dann mit einem höheren Prozentsatz als bei anderen Anbietern erreicht werden.

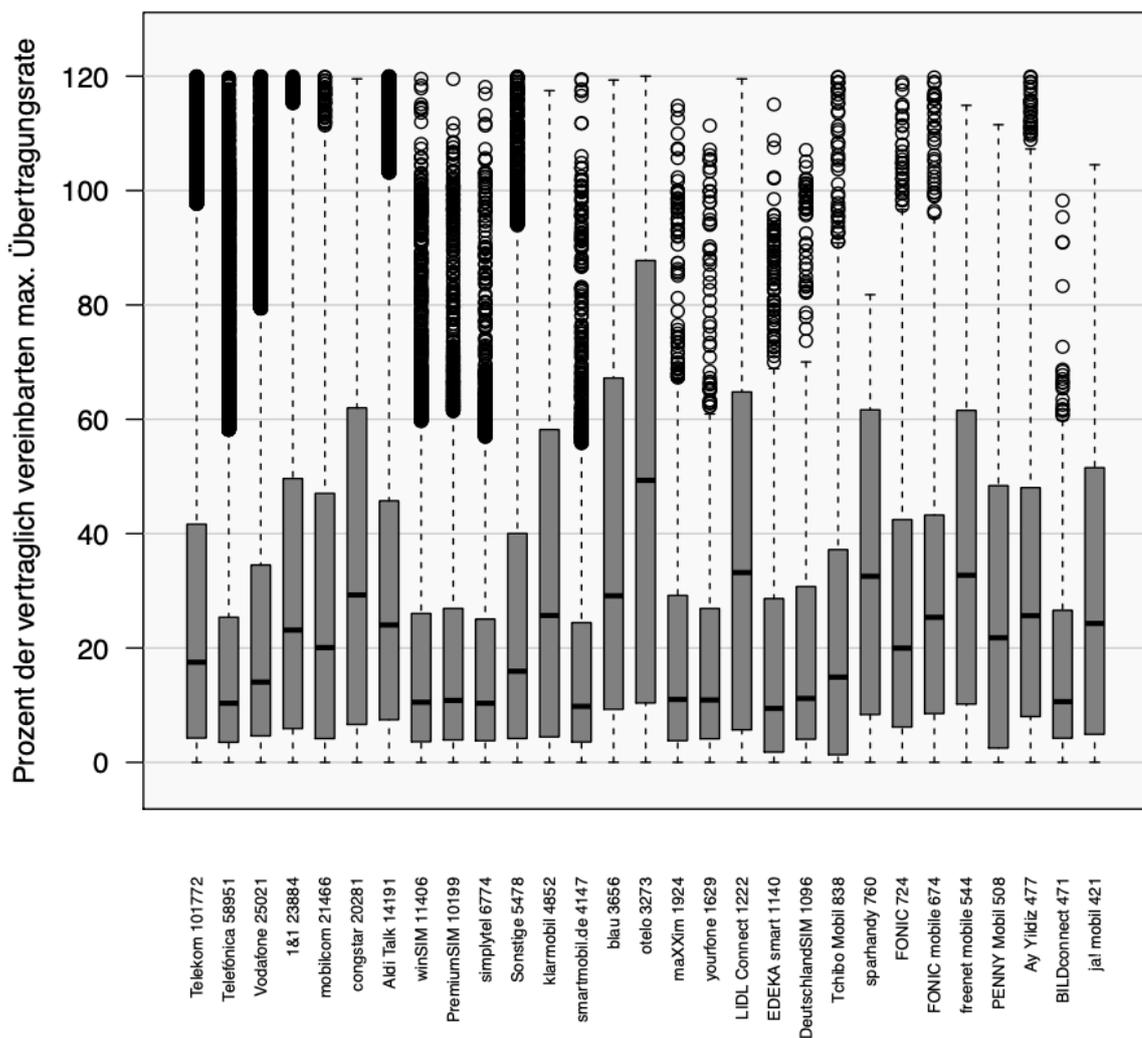


Abbildung 7.22: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Anbietern

Tabelle 7.5 stellt für alle 28 Anbieter die Anteile der Nutzer bezogen auf den jeweiligen Anbieter dar, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhalten haben, sowie die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle.

Tabelle 7.5: Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate Upload erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Anbietern (Reihung nach Anzahl valider Messungen)

Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Telekom	20.4 [20.1-20.6]	16.1 [15.8-16.3]	12.2 [12.0-12.4]	8.7 [8.5-8.8]	4.5 [4.4-4.6]	1.8 [1.7-1.9]
Telefónica	7.5 [7.3-7.7]	4.5 [4.3-4.6]	2.8 [2.7-2.9]	2.0 [1.9-2.2]	1.3 [1.3-1.4]	0.6 [0.5-0.6]
Vodafone	12.6 [12.2-13.1]	9.5 [9.2-9.9]	7.5 [7.1-7.8]	5.0 [4.8-5.3]	3.2 [3.0-3.4]	1.7 [1.6-1.9]
1&1	24.8 [24.3-25.4]	18.0 [17.5-18.5]	14.4 [13.9-14.8]	10.0 [9.6-10.4]	5.8 [5.5-6.1]	2.8 [2.6-3.0]
mobilcom	23.4 [22.8-24.0]	17.6 [17.1-18.1]	11.1 [10.7-11.6]	4.3 [4.0-4.6]	2.4 [2.2-2.6]	0.6 [0.5-0.7]
congstar	32.8 [32.2-33.5]	26.8 [26.2-27.4]	17.8 [17.3-18.3]	10.6 [10.2-11.0]	7.2 [6.8-7.5]	1.6 [1.5-1.8]
Aldi Talk	21.8 [21.1-22.5]	17.6 [17.0-18.2]	13.9 [13.3-14.4]	10.6 [10.1-11.1]	8.0 [7.6-8.5]	5.8 [5.4-6.2]
winSIM	7.3 [6.9-7.8]	3.9 [3.5-4.2]	2.1 [1.8-2.4]	1.5 [1.3-1.7]	1.0 [0.9-1.2]	0.3 [0.2-0.4]
PremiumSIM	9.4 [8.9-10.0]	4.6 [4.2-5.0]	2.1 [1.8-2.4]	1.5 [1.3-1.7]	1.1 [0.9-1.4]	0.4 [0.3-0.5]
simplytel	6.2 [5.6-6.8]	3.3 [2.9-3.7]	1.5 [1.2-1.8]	1.0 [0.8-1.3]	0.6 [0.5-0.8]	0.3 [0.2-0.5]
Sonstige	19.5 [18.4-20.5]	15.0 [14.0-15.9]	11.5 [10.7-12.4]	8.4 [7.7-9.1]	6.0 [5.4-6.6]	2.9 [2.5-3.4]
klarmobil	31.2 [29.9-32.5]	23.8 [22.6-25.0]	16.4 [15.4-17.5]	6.7 [6.1-7.5]	3.2 [2.7-3.7]	0.6 [0.4-0.8]
smartmobil.de	7.3 [6.6-8.1]	4.0 [3.4-4.6]	2.5 [2.1-3.0]	1.9 [1.5-2.3]	1.3 [1.0-1.7]	0.5 [0.3-0.7]
blau	32.8 [31.3-34.3]	28.0 [26.6-29.5]	23.9 [22.6-25.3]	20.1 [18.8-21.4]	16.1 [15.0-17.4]	4.4 [3.8-5.1]
otelo	49.5 [47.8-51.2]	43.4 [41.7-45.1]	37.2 [35.6-38.9]	30.2 [28.7-31.8]	23.5 [22.0-24.9]	16.6 [15.4-17.9]
maXXim	11.3 [9.9-12.8]	6.4 [5.4-7.6]	3.0 [2.3-3.8]	2.3 [1.7-3.1]	1.9 [1.4-2.6]	0.6 [0.4-1.1]
yourfone	8.0 [6.8-9.4]	3.7 [2.9-4.8]	2.3 [1.7-3.1]	1.8 [1.3-2.6]	1.3 [0.8-2.0]	0.6 [0.3-1.0]
LIDL Connect	36.7 [34.0-39.4]	29.1 [26.7-31.7]	20.7 [18.5-23.1]	8.8 [7.3-10.5]	5.2 [4.1-6.5]	4.1 [3.1-5.4]
EDEKA smart	11.9 [10.2-13.9]	9.5 [7.9-11.3]	6.4 [5.1-8.0]	4.8 [3.7-6.2]	2.2 [1.5-3.2]	0.4 [0.2-1.0]
DeutschlandSIM	12.8 [10.9-14.9]	6.8 [5.5-8.5]	4.3 [3.2-5.7]	3.8 [2.8-5.1]	2.7 [1.9-3.9]	1.1 [0.6-1.9]
Tchibo Mobil	14.7 [12.4-17.2]	12.3 [10.2-14.7]	8.9 [7.2-11.1]	7.0 [5.5-9.0]	5.3 [3.9-7.0]	3.2 [2.2-4.6]

Anbieter	50%	60%	70%	80%	90%	100%
sparhandy	33.3 [30.0-36.7]	26.3 [23.3-29.6]	13.0 [10.8-15.6]	0.8 [0.4-1.7]	0.0 [0.0-0.5]	0.0 [0.0-0.5]
FONIC	18.0 [15.3-20.9]	14.0 [11.6-16.7]	10.9 [8.8-13.4]	8.0 [6.2-10.2]	6.2 [4.7-8.2]	3.7 [2.6-5.4]
FONIC mobile	17.5 [14.8-20.6]	13.6 [11.3-16.4]	10.7 [8.6-13.2]	8.2 [6.3-10.5]	6.7 [5.0-8.8]	4.3 [3.0-6.1]
freenet mobile	35.8 [31.9-40.0]	25.9 [22.4-29.8]	16.5 [13.7-19.9]	3.5 [2.2-5.4]	0.6 [0.2-1.6]	0.4 [0.1-1.3]
PENNY Mobil	24.2 [20.7-28.1]	21.1 [17.7-24.8]	13.2 [10.5-16.4]	1.6 [0.8-3.1]	1.0 [0.4-2.3]	0.8 [0.3-2.0]
Ay Yildiz	23.5 [19.9-27.5]	17.6 [14.5-21.3]	14.0 [11.2-17.5]	12.4 [9.7-15.6]	9.6 [7.3-12.6]	8.0 [5.9-10.7]
BILDconnect	10.8 [8.3-14.0]	4.5 [2.9-6.7]	1.3 [0.6-2.8]	1.1 [0.5-2.5]	0.8 [0.3-2.2]	0.0 [0.0-0.8]
ja! mobil	25.7 [21.7-30.0]	22.3 [18.6-26.5]	13.8 [10.8-17.4]	3.6 [2.2-5.8]	1.2 [0.5-2.7]	0.5 [0.1-1.7]

7.3 Laufzeit

Die Laufzeit gibt die Zeit in Millisekunden an, die ein Datenpaket benötigt, um von einem Sender (hier: Messclient) zu einem Empfänger (hier: Messserver) und zurück zu gelangen. Sie spielt insbesondere bei Echtzeit-Anwendungen eine Rolle (z. B. Video-Telefonie, Online-Gaming).

Abbildung 7.23 stellt die Laufzeit über alle Bandbreiteklassen und Anbieter hinweg dar. Es lassen sich Unterschiede zum stationären Bereich feststellen (vgl. Kap. 6.3). Haben bei den stationären Breitbandanschlüssen 87,6 % der Nutzer eine Laufzeit von 40 ms oder weniger gemessen, so unterschritten bzw. erreichten diesen Wert bei den mobilen Breitbandanschlüssen nur 4,2 % der Nutzer.

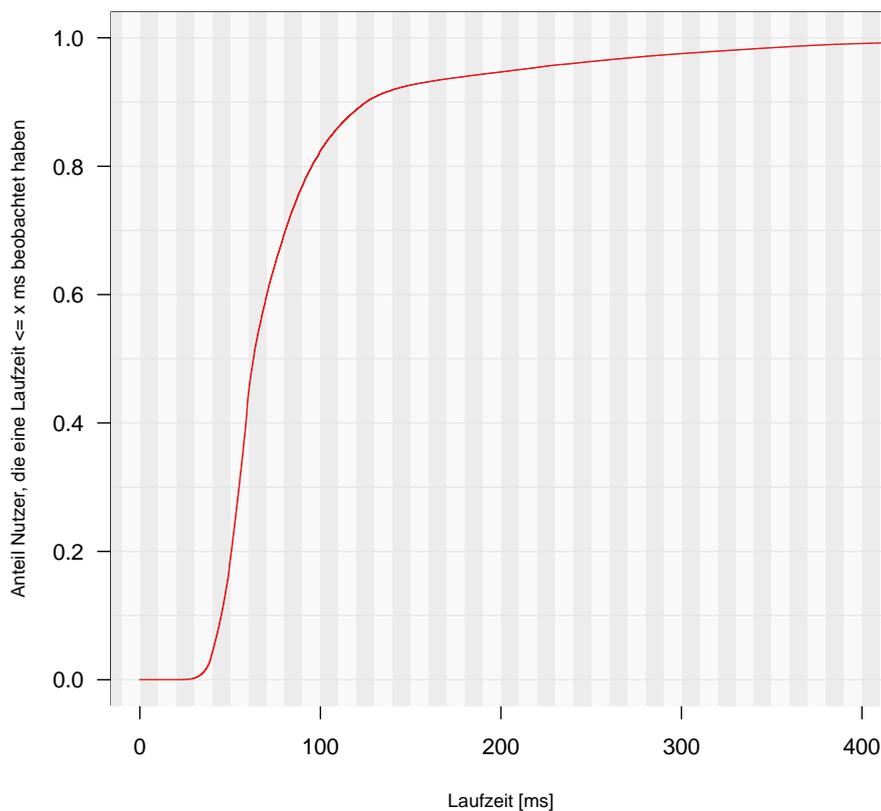


Abbildung 7.23: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 378.656).

7.3.1 Bandbreiteklasse

In Abbildung 7.24 werden die Messergebnisse mit Blick auf die ermittelte Laufzeit in den einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt.

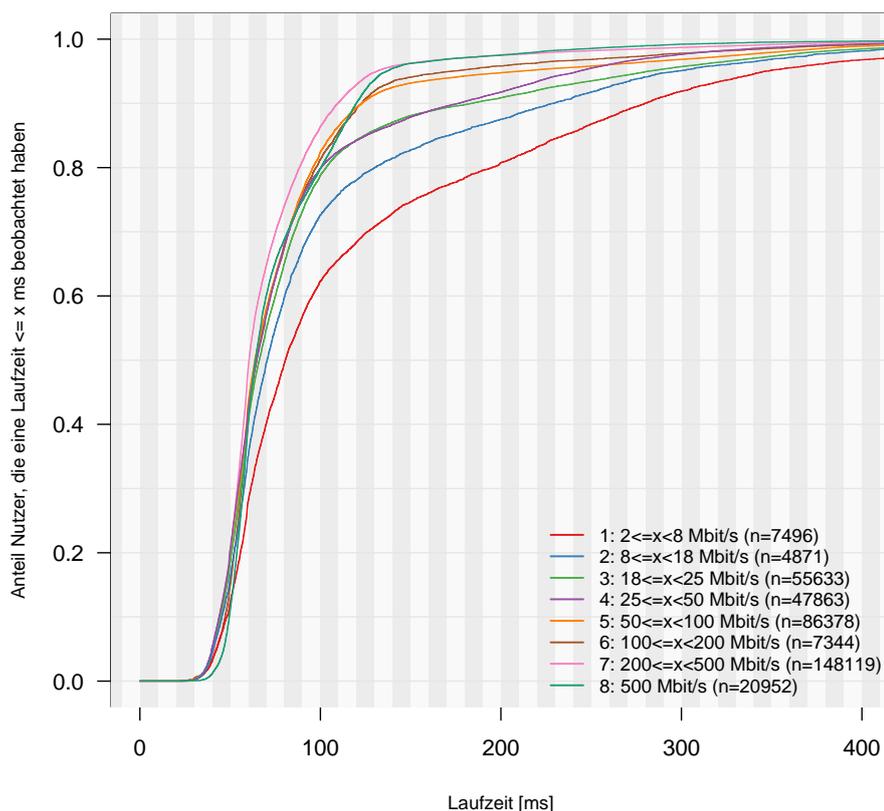


Abbildung 7.24: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Bandbreiteklassen

In den Boxplots der Abbildung 7.25 wird der Median für die einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt. Die kürzesten Laufzeiten wurden in der Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) ermittelt. Hier wurden bei 86,4 % der Nutzer Laufzeiten von 100 ms oder weniger gemessen. In der Bandbreiteklasse 1 (2 Mbit/s bis kleiner 8 Mbit/s) war dies nur bei 62,3 % der Kunden der Fall.

Tabelle 7.6 gibt die Ergebnisse für die einzelnen Bandbreiteklassen und Laufzeiten wieder.

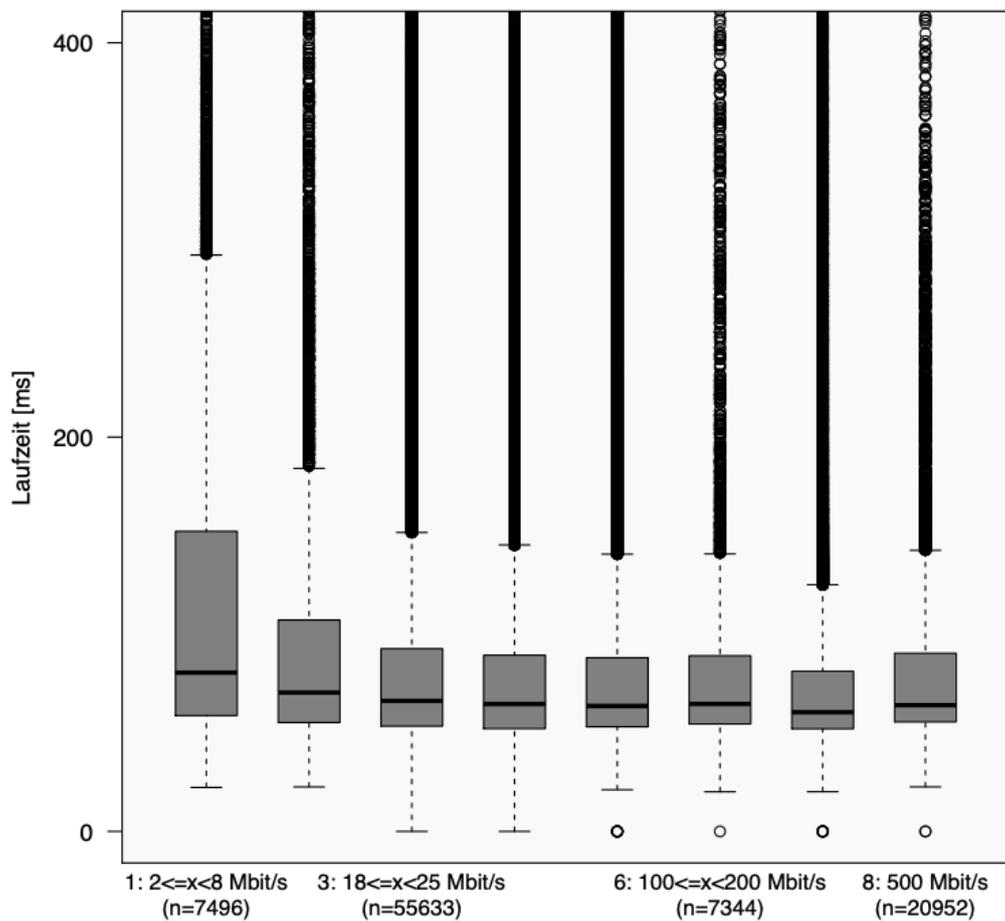


Abbildung 7.25: Boxplot der Laufzeit nach Bandbreitklassen

Tabelle 7.6: Anteile der Nutzer, die eine Laufzeit (Round-Trip-Time) von bis zu x Millisekunden beobachtet haben und 95 %-Konfidenzintervalle

Bandbreiteklasse	20ms	40ms	60ms	80ms	100ms
1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	0.0 [0.0-0.1]	3.3 [2.9-3.7]	28.1 [27.1-29.1]	49.5 [48.4-50.6]	62.3 [61.2-63.4]
2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	0.0 [0.0-0.1]	4.5 [3.9-5.1]	35.1 [33.7-36.4]	59.8 [58.4-61.2]	72.6 [71.4-73.9]
3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	0.0 [0.0-0.0]	4.6 [4.4-4.8]	40.3 [39.9-40.7]	65.1 [64.7-65.5]	78.8 [78.4-79.1]
4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	0.0 [0.0-0.0]	5.3 [5.1-5.5]	42.2 [41.8-42.7]	67.9 [67.5-68.3]	79.9 [79.5-80.2]
5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	0.0 [0.0-0.0]	4.4 [4.3-4.5]	43.3 [43.0-43.7]	68.1 [67.8-68.4]	82.4 [82.2-82.7]
6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	0.0 [0.0-0.1]	3.1 [2.7-3.5]	40.9 [39.7-42.0]	67.6 [66.5-68.6]	81.3 [80.4-82.2]
7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	0.0 [0.0-0.0]	4.1 [4.0-4.2]	48.9 [48.6-49.1]	74.1 [73.8-74.3]	86.4 [86.2-86.6]
8: 500 Mbit/s	0.0 [0.0-0.0]	1.2 [1.0-1.3]	40.2 [39.6-40.9]	68.8 [68.2-69.5]	79.9 [79.3-80.4]

7.3.2 Anbieter

In diesem Abschnitt werden die Messergebnisse mit Blick auf die Laufzeiten bezogen auf die einzelnen Anbieter als empirische Verteilungsfunktion dargestellt. Wie oben beschrieben (s. Kapitel 4.3) wird eine Anzahl von mindestens 400 validen Messungen verlangt, bevor eine separate Darstellung des Anbieters erfolgt. Insgesamt liegt für 30 Anbieter eine entsprechende Zahl an validen Messungen vor. Alle anderen Anbieter werden in der Gruppe „Sonstige“ zusammengefasst.

Die Verteilungsfunktionen aller 30 Anbieter können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden (s. Abbildung 7.26). Dort sind eine Betrachtung einzelner Anbieter sowie ein Vergleich zwischen zwei oder mehr Anbietern untereinander benutzerfreundlich in der interaktiven Ergebnisdarstellung möglich.

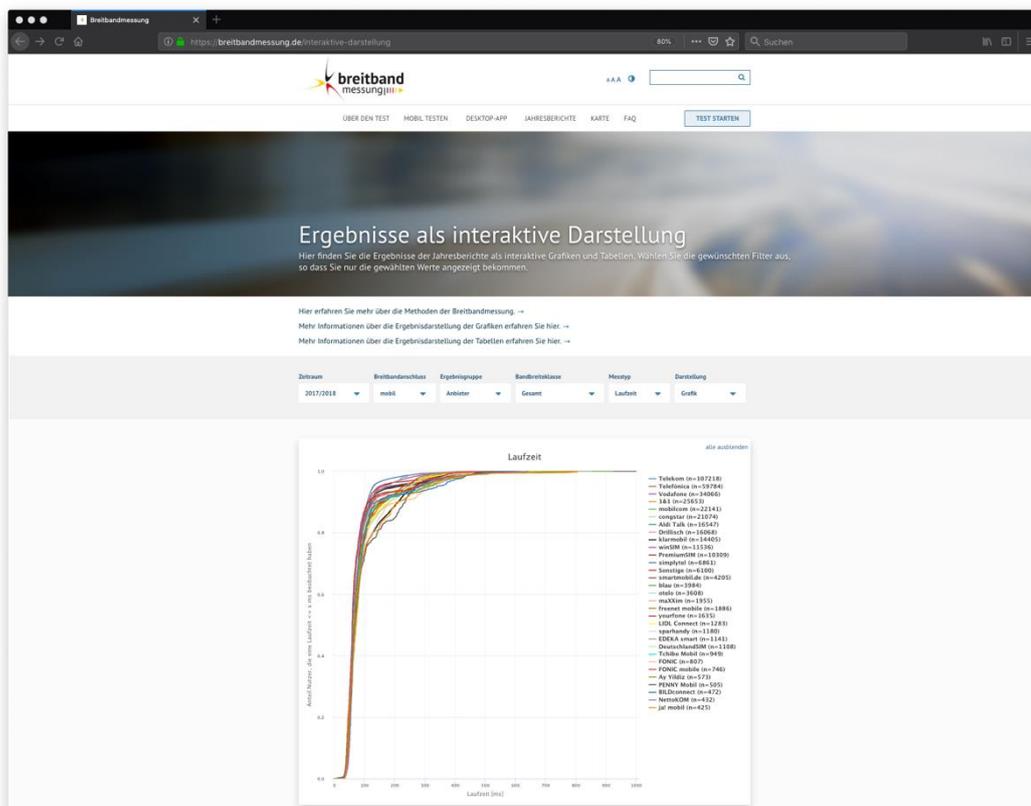


Abbildung 7.26: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung>

In diesem Bericht wird aus Gründen der Lesbarkeit auf eine Darstellung aller Anbieter in Form von Verteilungsfunktionen verzichtet. Stattdessen wird eine Fokussierung auf die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen vorgenommen.

In Abbildung 6.5 werden die Verteilungsfunktionen über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt. Diese decken 86,8 % der validen Messungen ab. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.

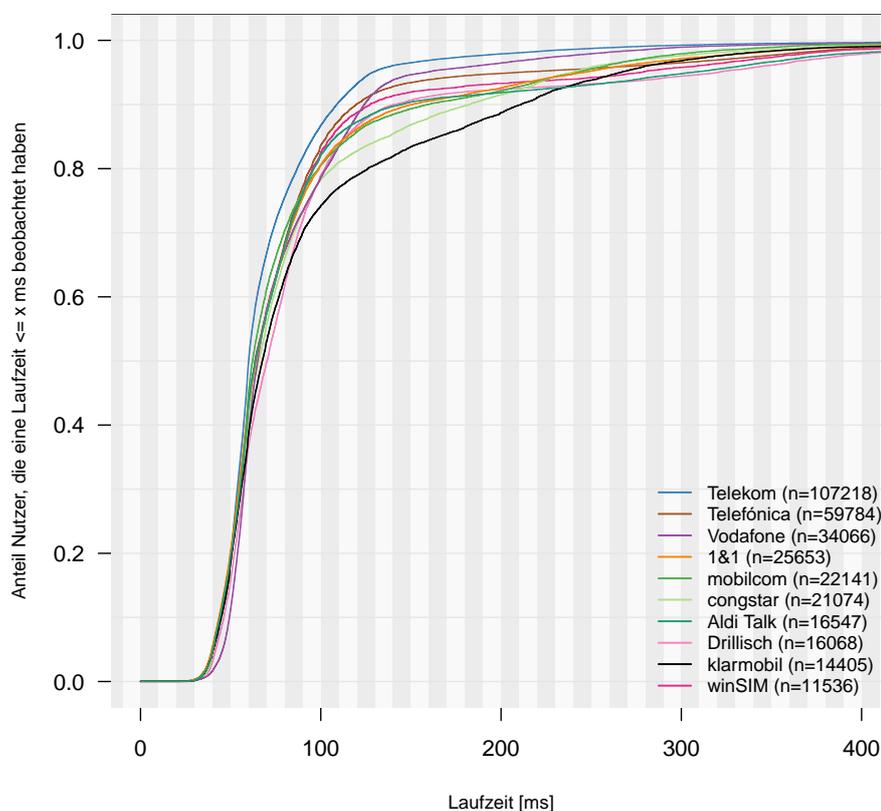


Abbildung 7.27 Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.

Hier zeigen sich Unterschiede zwischen den einzelnen Anbietern. Dies kann auf den unterschiedlich hohen Anteil von Produkten in höheren Bandbreitklassen im jeweiligen Portfolio der Anbieter zurückzuführen sein. Bietet ein Anbieter überwiegend Produkte in höheren Bandbreitklassen an, dann wurden vermehrt kürzere Laufzeiten im Rahmen der Breitbandmessung ermittelt.

8 Jahresvergleich stationäre Breitbandanschlüsse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse für stationäre Breitbandanschlüsse des aktuellen Messzeitraumes in Relation zu den beiden vorangegangenen Messzeiträumen 2015/2016 und 2016/2017 betrachtet.

Die Anzahl der für die Analyse zur Verfügung stehenden Messungen ist kontinuierlich gestiegen. 2015/2016 sind 106.159 Messungen, 2016/2017 437.192 Messungen und im aktuellen Berichtszeitraum 900.579 erfasst und validiert worden.

Um einen Vergleich über die Berichtszeiträume hinweg zu ermöglichen, wurden die aktuell verwendeten Anbieternamen für die vorangegangenen Berichtszeiträume übernommen. Dies betrifft bei den in diesem Berichtskapitel einzeln dargestellten Anbietern den Anbieter PYUR (vormals Tele Columbus).

Die Ergebnisse des Jahresvergleichs sind zudem unter [➔ https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung-jahresvergleich](https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung-jahresvergleich) abrufbar.

8.1 Datenübertragungsrate Download

Abbildung 8.1 stellt das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent für stationäre Breitbandanschlüsse im Jahresvergleich dar. Die Kurve aus dem aktuellen Berichtszeitraum 2017/2018 liegt im Bereich zwischen 65 % und 95 % oberhalb der Kurve aus dem Vergleichszeitraum 2016/2017. So ist der Anteil der Kunden, die mindestens 90 % der vertraglich vereinbarten Übertragungsrate gemessen haben von 40,6 % auf 43,9 % gestiegen. Der Zuwachs von 3,3 Prozentpunkten bewegt sich dabei geringfügig über dem Zuwachs des Vorjahresvergleiches. Der Anteil der Kunden, die die volle vermarktete Bandbreite erhielten, ist mit 12,8 % gegenüber 12 % auch geringfügig gestiegen. Insgesamt hat sich das Niveau im Vergleich zum Vorjahreszeitraum etwas gesteigert.

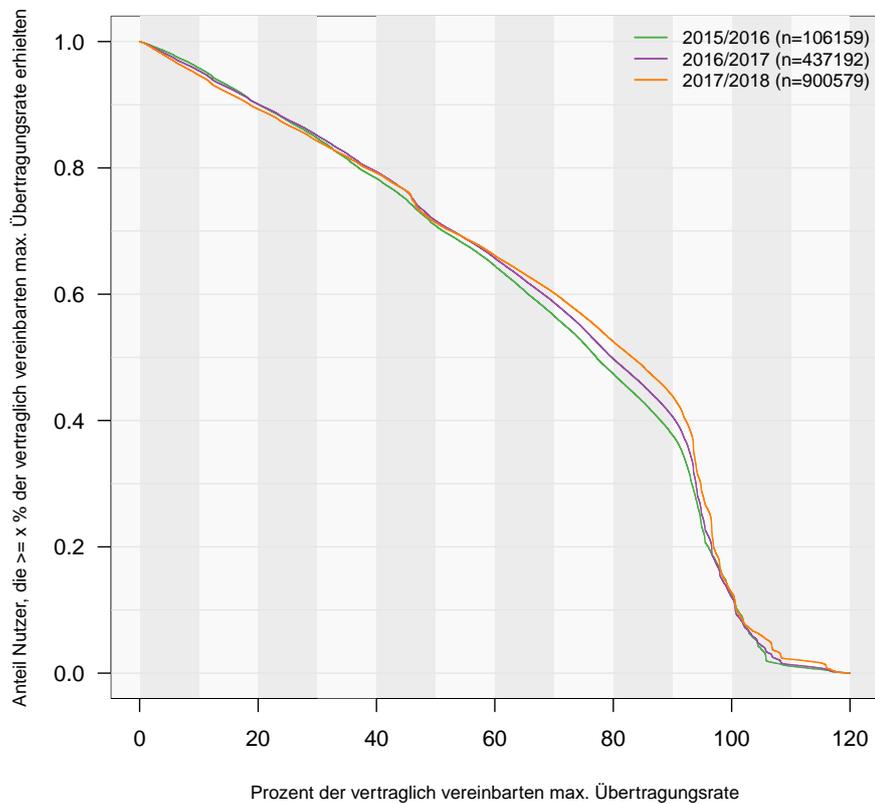


Abbildung 8.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich

Der Boxplot in Abbildung 8.2 zeigt, dass der Median mit 83,2 % in 2017/2018 gegenüber 79,7 % im Vorjahreszeitraum gestiegen ist. Die Streuung der mittleren 50 % der Messergebnisse hat gegenüber der Vorjahreszeiträume geringfügig zugenommen.

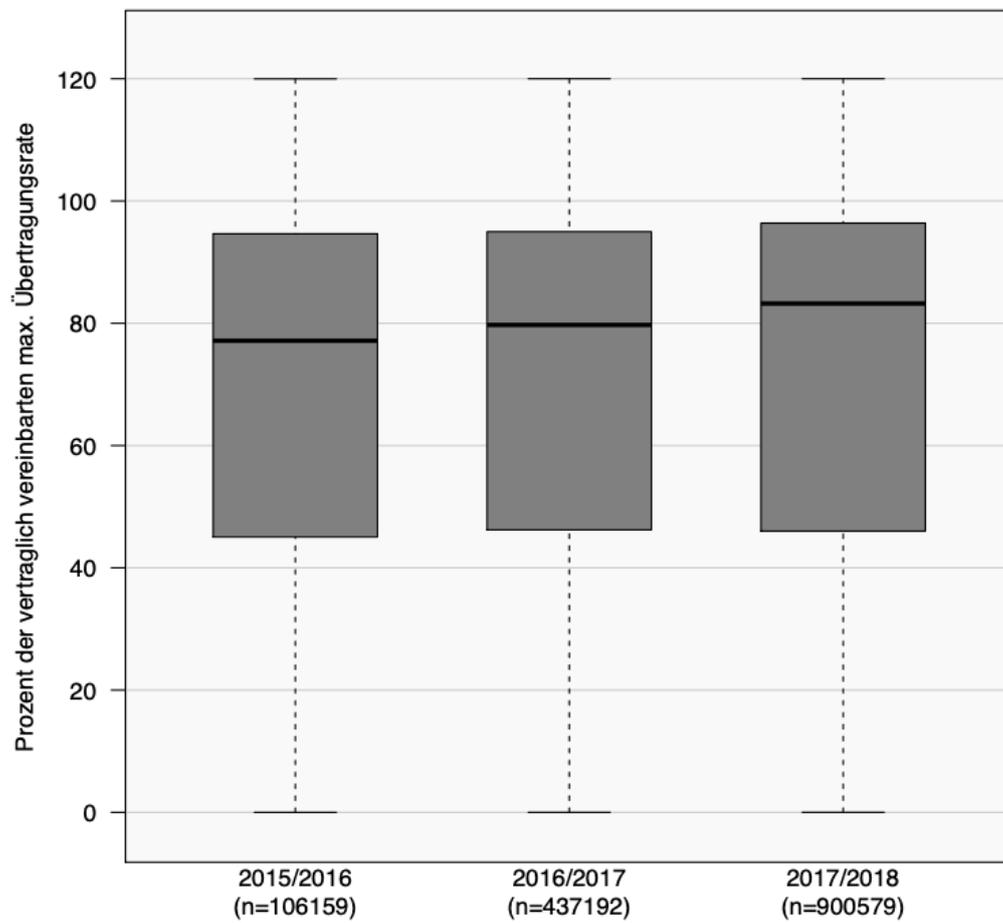


Abbildung 8.2: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich

8.1.1 Bandbreiteklasse

Die Verteilung der Stichprobe auf die Bandbreiteklassen hat sich im aktuellen Berichtszeitraum gegenüber dem Vorjahreszeitraum weiter zu höherwertigen Anschlüssen verschoben (Tabelle 8.1).

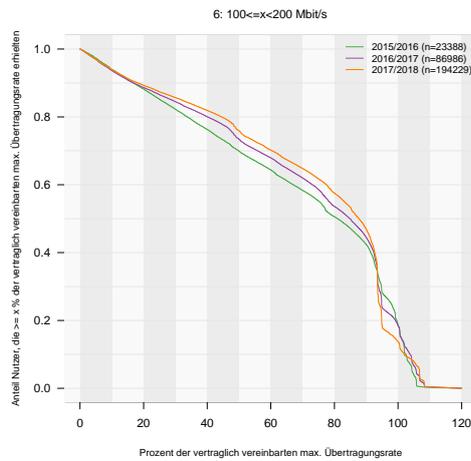
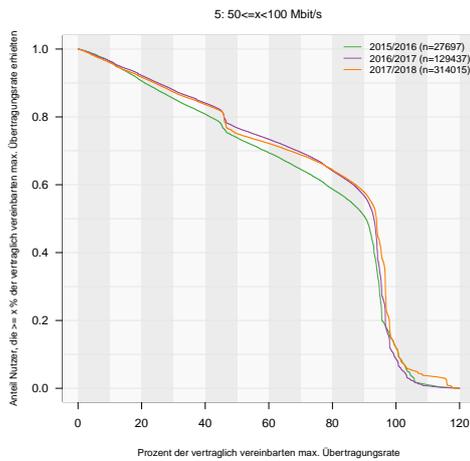
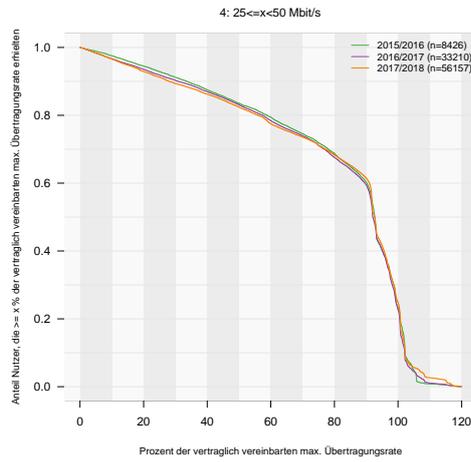
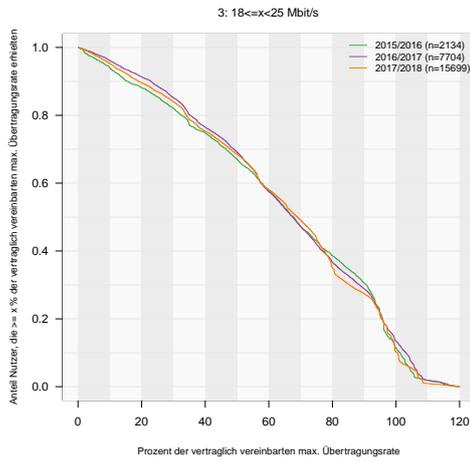
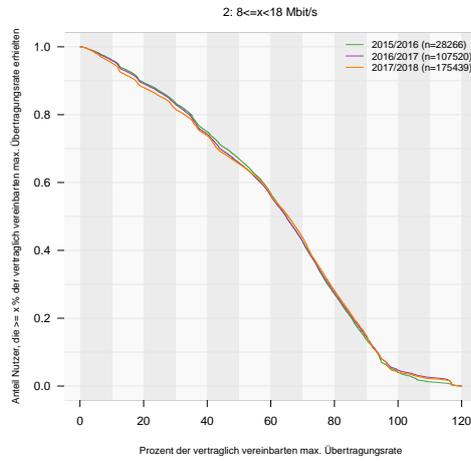
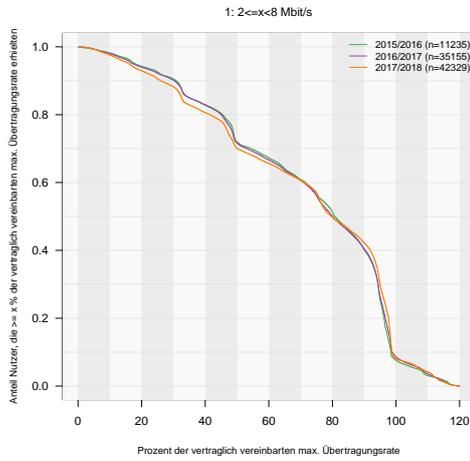
Tabelle 8.1: Prozentuale Verteilung der Stichproben auf die Bandbreiteklassen. Die Summe der Anteile je Messperiode ergibt 100 %.

	2015/2016	2016/2017	2017/2018
1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	10.58	8.04	4.70
2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	26.63	24.59	19.48
3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	2.01	1.76	1.74
4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	7.94	7.60	6.24
5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	26.09	29.61	34.87
6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	22.03	19.90	21.57
7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	4.72	8.50	11.40

Die prozentual erreichten Datenübertragungsraten in den einzelnen Bandbreiteklassen im Jahresvergleich sind in Abbildung 8.3 dargestellt.

Während die Kurvenverläufe in einzelnen Bandbreiteklassen einen sehr ähnlichen Verlauf zeigen, lassen sich mit Blick auf die Bandbreiteklassen 5 und 6 Unterschiede erkennen. So liegen die Kurven aus 2017/2018 und 2016/2017 in der Klasse 5 (50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s) deutlich oberhalb der entsprechenden Kurve aus 2015/2016.

Für Bandbreiteklasse 6 (100 Mbit/s bis kleiner 200 Mbit/s) zeigt sich eine kontinuierliche Verbesserung über die Berichtszeiträume im Bereich 20 % bis 90 % der erzielten Datenübertragungsraten in Bezug auf die vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsraten.



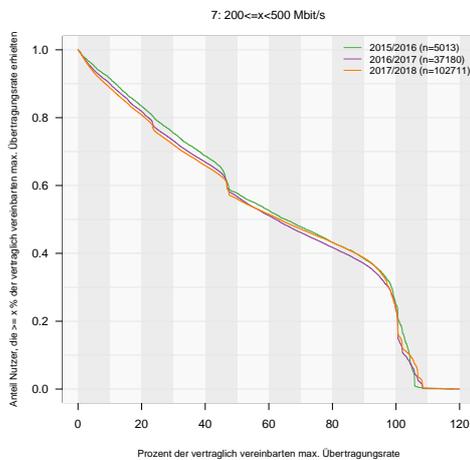


Abbildung 8.3: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklasse im Jahresvergleich

8.1.2 Anbieter

In diesem Abschnitt werden alle Anbieter betrachtet, für die in den Berichtszeiträumen 2015/2016, 2016/2017 und 2017/2018 jeweils mindestens 400 Messwerte für mindestens die aktuelle Messperiode und einen weiteren Berichtszeitraum vorlagen. Für 13 Anbieter sind Ergebnisse aus den drei Berichtszeiträumen für diese Auswertung verfügbar, für 27 weitere Anbieter sind die Ergebnisse aus den letzten beiden Berichtszeiträumen verfügbar.

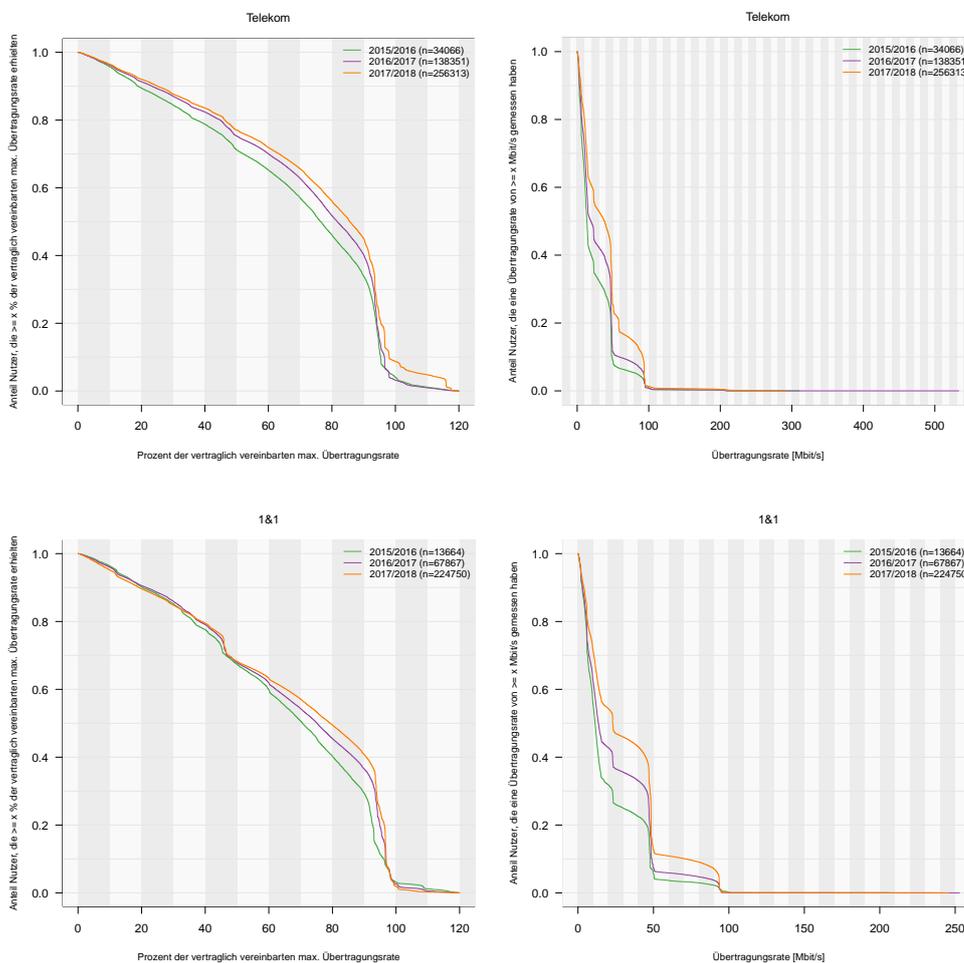
In Abbildung 8.4 werden die empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) sowie der absoluten (rechts) Datenübertragungsraten der 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen im Berichtszeitraum 2017/2018 betrachtet.³¹ Bei fast allen Anbietern wurden in 2017/2018 durchschnittlich höhere absolute Datenübertragungsraten gemessen als in den Vergleichszeiträumen, wenngleich sich die Verbesserung bei einigen Anbietern nur auf einem Teil der Werteskala beobachten lässt.

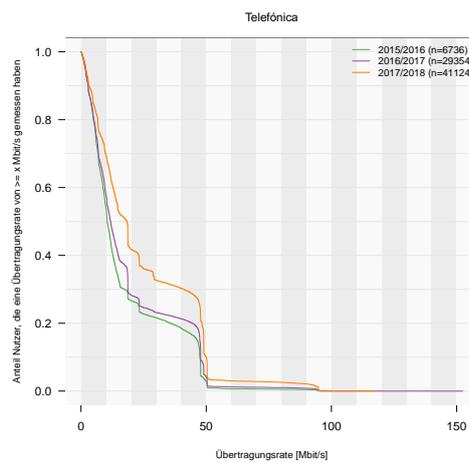
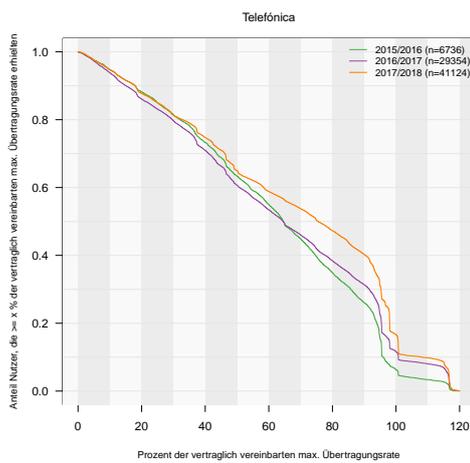
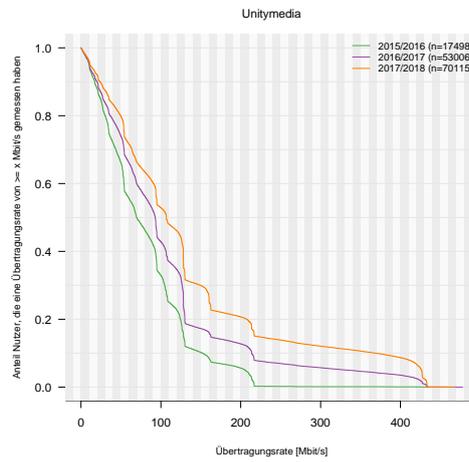
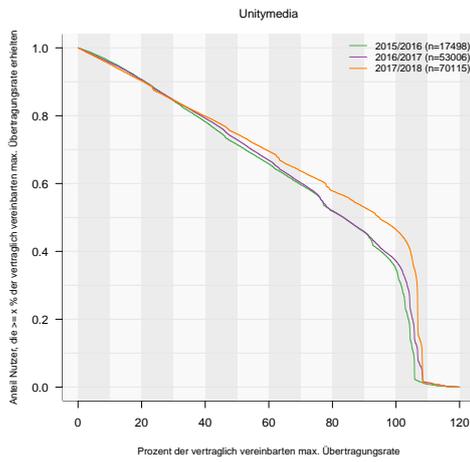
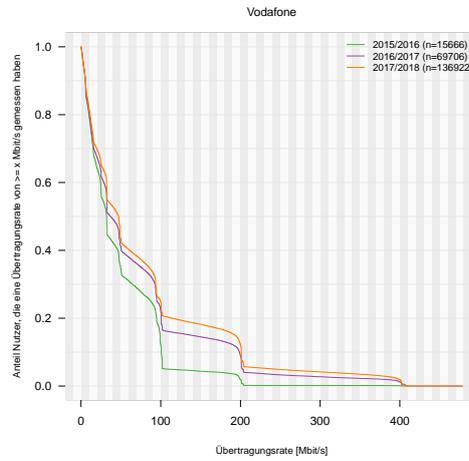
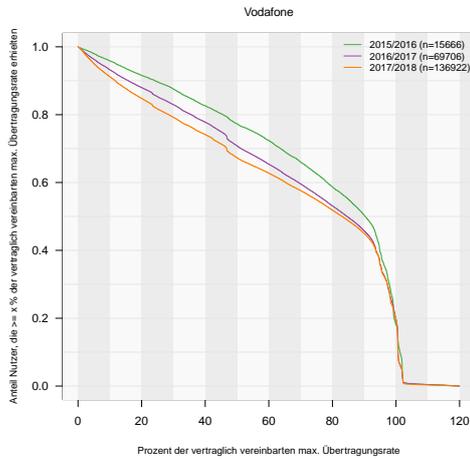
Für die empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten vermarkteten Datenübertragungsrate ergibt sich ein

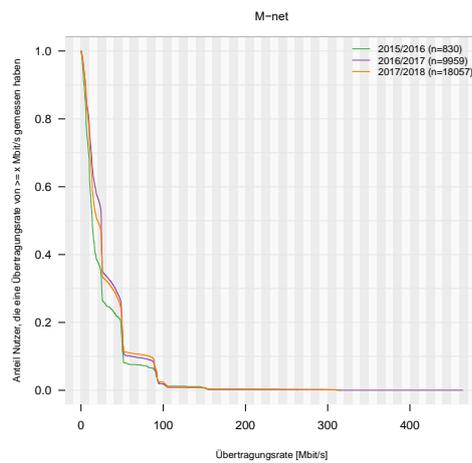
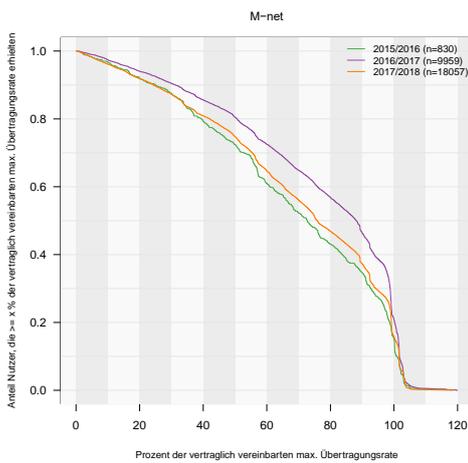
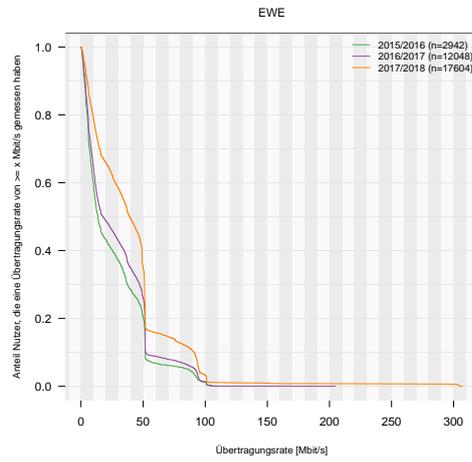
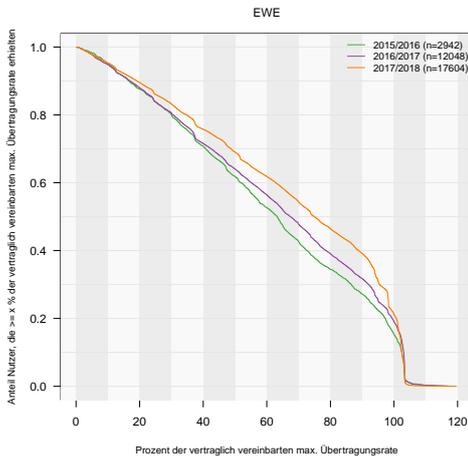
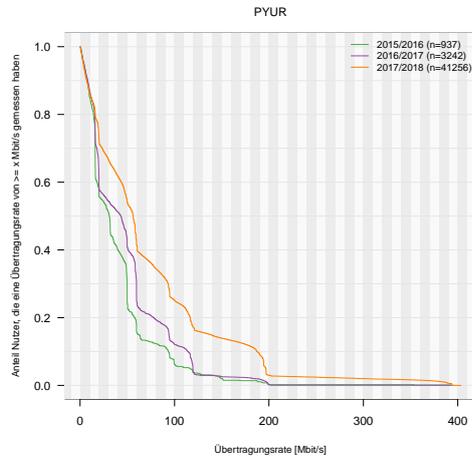
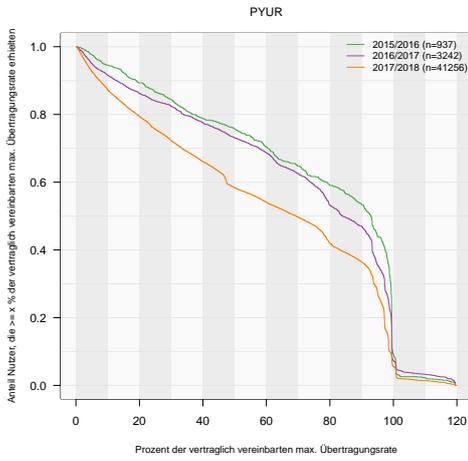
³¹ Die Darstellung aller Anbieter ist auf der interaktiven Onlineplattform <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung-jahresvergleich> möglich.

differenzierteres Bild. Mehrere Anbieter verzeichneten 2017/2018 zwar höhere gemessene Datenübertragungsraten (absolut), allerdings entwickelte sich das Verhältnis der prozentual erreichten vermarkteten Datenübertragungsrate gegenläufig.

Einige wenige Anbieter zeigen eine deutliche Steigerung im Vergleich zu den vorhergehenden Messperioden. Für manche Anbieter ergibt sich eine Steigerung, wenngleich nicht über den gesamten Wertebereich. Bei einzelnen Anbietern hat die prozentual erreichte vermarktete Datenübertragungsrate abgenommen.







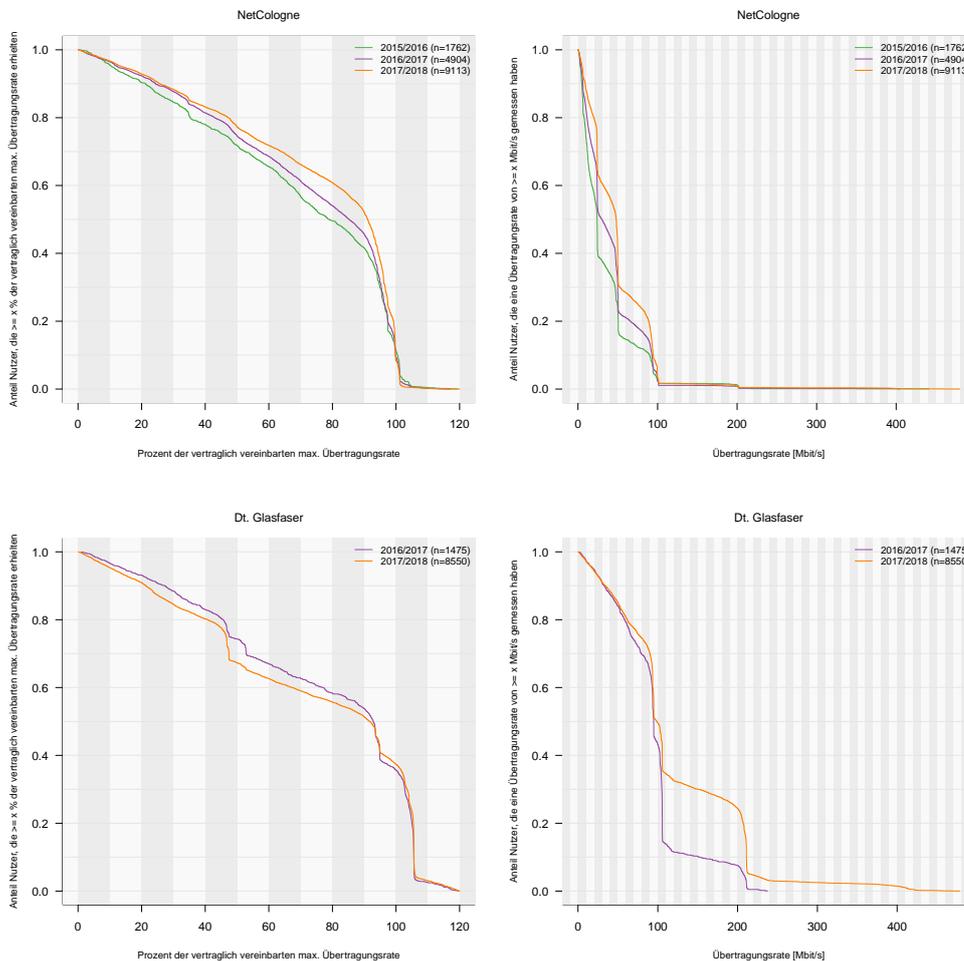


Abbildung 8.4: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich

8.1.3 Geografischer Bereich

Im Vergleich zu 2016/2017 ist der Anteil der Messungen in allen drei geografischen Bereichen in 2017/2018 nahezu unverändert, die Veränderungen liegen je Bereich unter 0,2 %. Die Veränderungen in den prozentual erreichten Datenübertragungsraten sind in allen drei Bereichen ähnlich gleichförmig, mit einheitlichem Trend zu höheren Raten, sodass hier auf eine Darstellung verzichtet wird. Die Ergebnisse sind unter <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung-jahresvergleich> abrufbar.

8.1.4 Tageszeitlicher Verlauf

Wie bereits in der vorangehenden Messperiode beobachtet, ist tendenziell eine Abnahme der prozentualen Datenübertragungsrate im Tagesverlauf zu konstatieren, die im Vergleich zur vorhergehenden Messperiode den gleichen Verlauf zeigt – jedoch auf einem insgesamt geringfügig höheren Niveau.

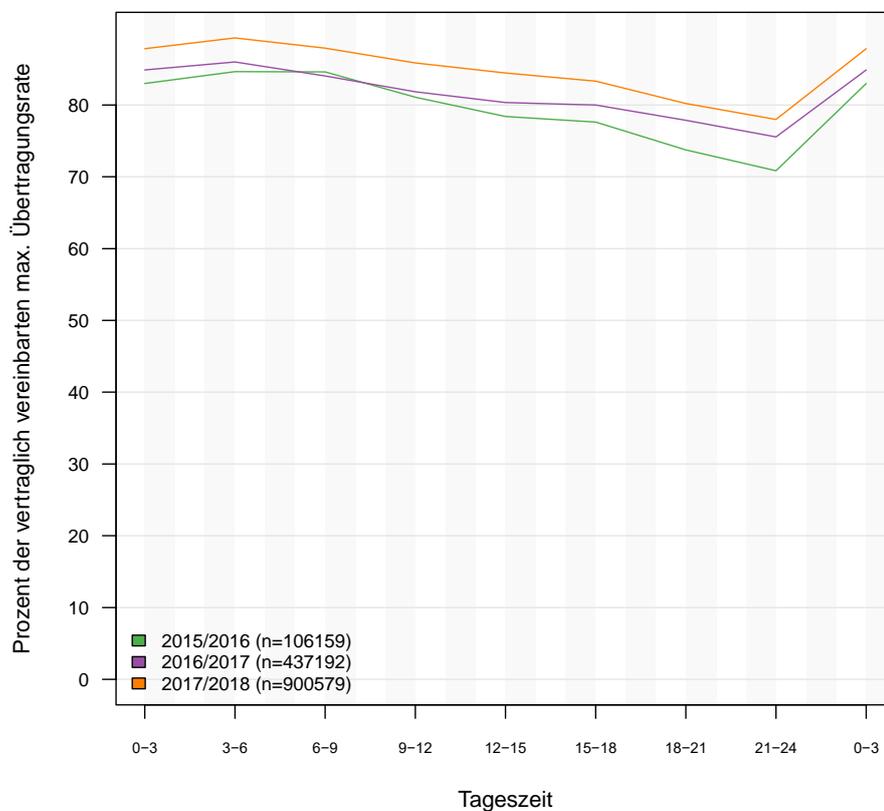


Abbildung 8.5: Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich.

8.2 Datenübertragungsrate Upload

Abbildung 8.6 stellt das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate im Upload zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent im Jahresvergleich dar. Die Kurve aus dem aktuellen Berichtszeitraum 2017/2018 ist nahezu deckungsgleich mit dem Vergleichszeitraum 2016/2017.

Entsprechend ist der Anteil der Kunden, die mindestens 50 % der vertraglich vereinbarten Übertragungsrate gemessen haben, konstant bei 80 %. Der Anteil der Kunden, die die volle vermarktete Bandbreite erhielten, ist hingegen mit 12,4 % gegenüber 9,8 % erneut angestiegen.

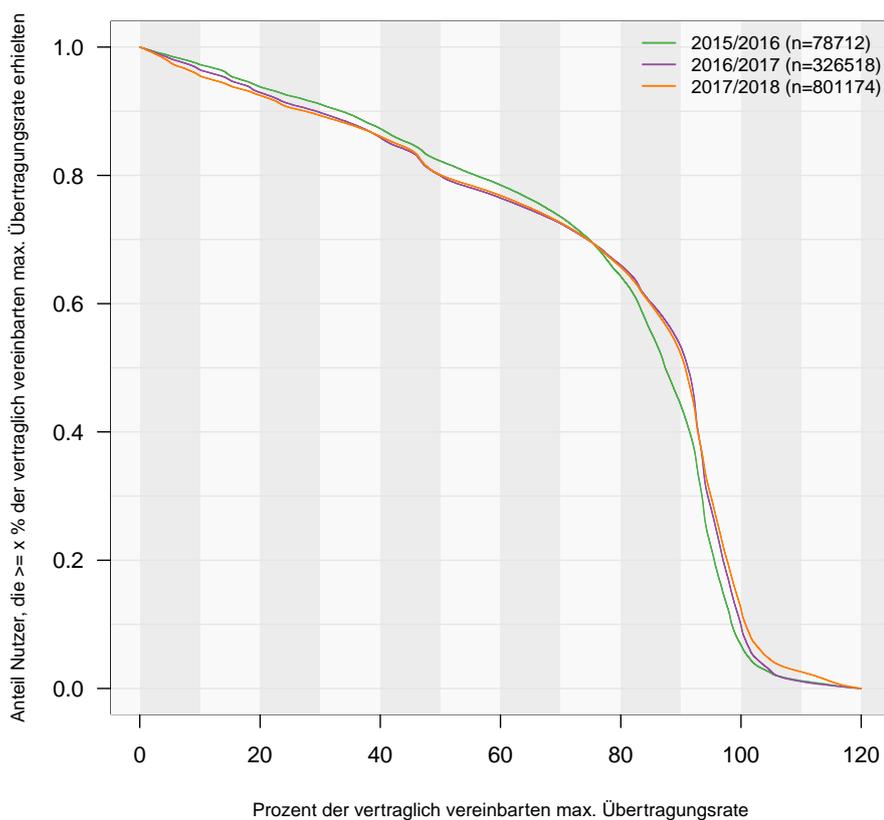
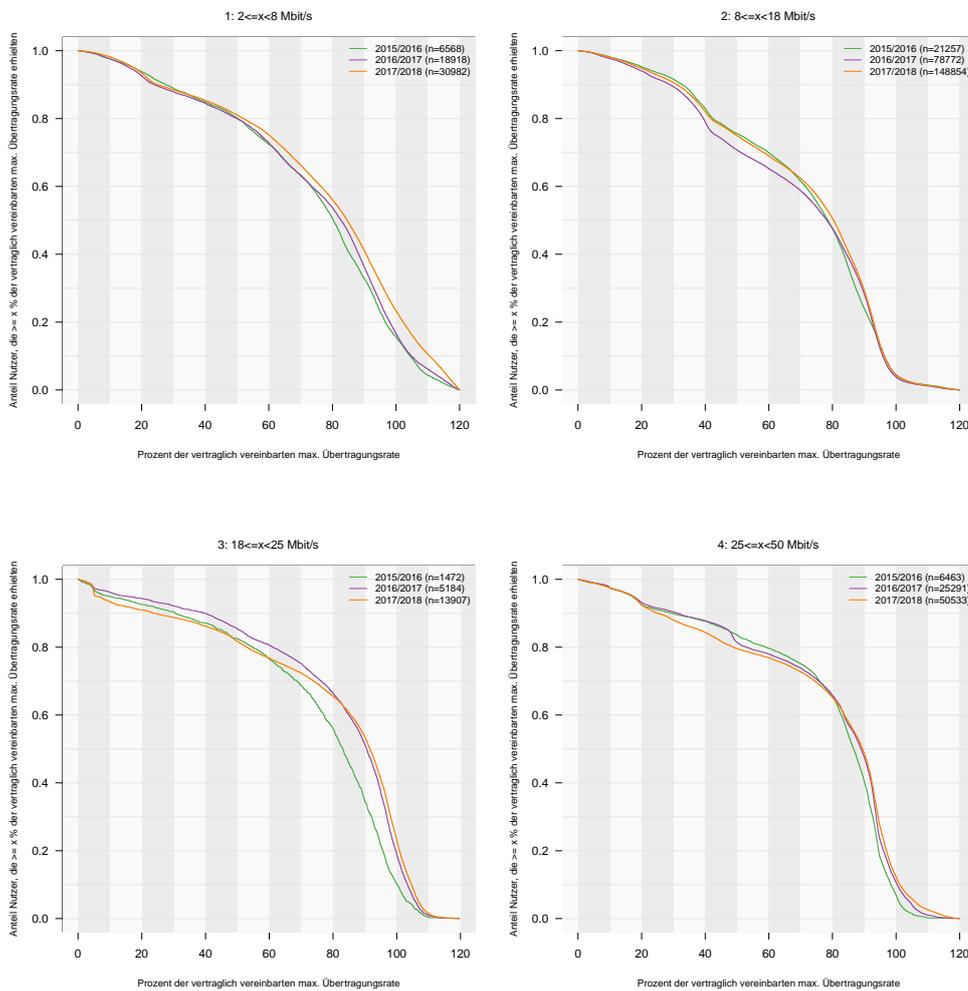


Abbildung 8.6: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload im Jahresvergleich

8.2.1 Bandbreiteklasse

Die prozentual erreichten Datenübertragungsraten im Upload in den einzelnen Bandbreiteklassen im Jahresvergleich sind in Abbildung 8.7 dargestellt. Die Ergebnisse und Entwicklungen variieren stark zwischen den einzelnen Bandbreiteklassen.



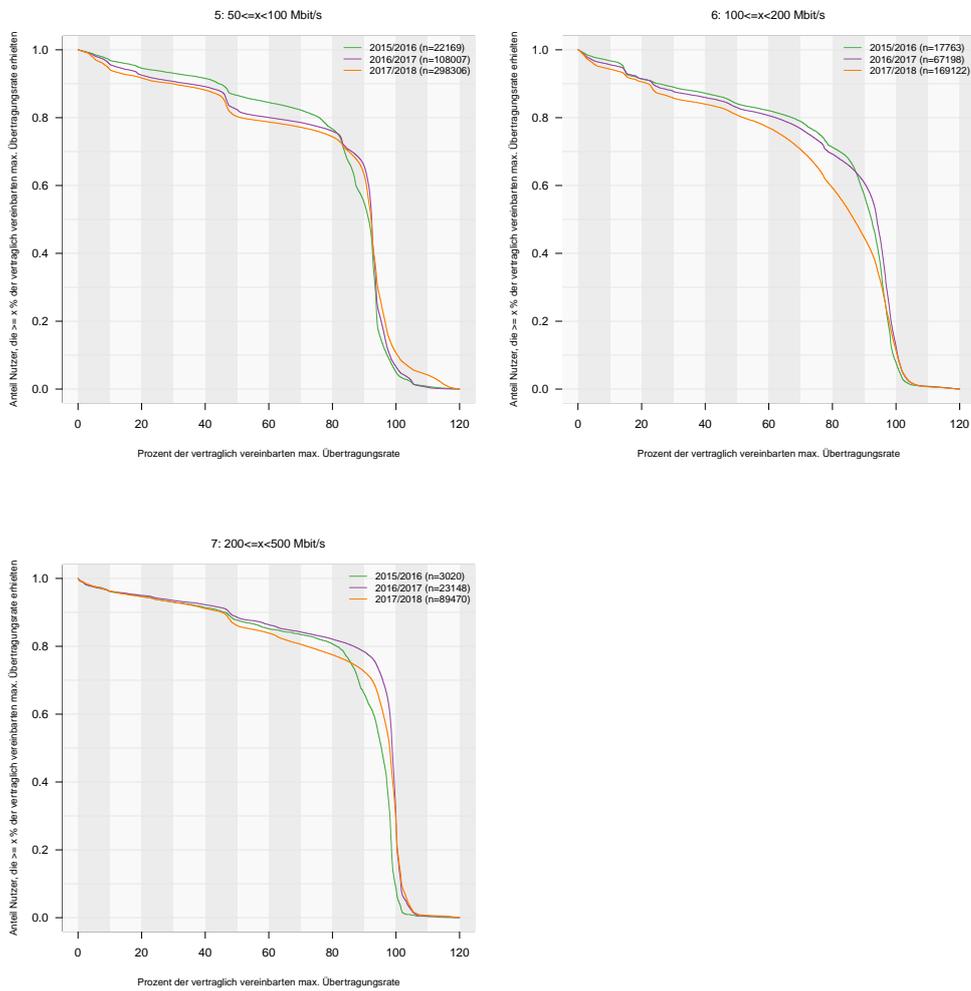
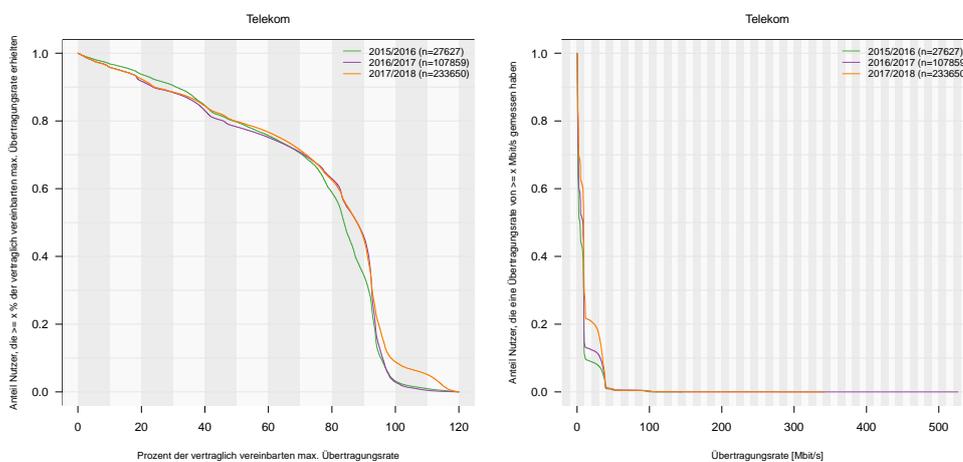


Abbildung 8.7: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreitklassen im Jahresvergleich

8.2.2 Anbieter

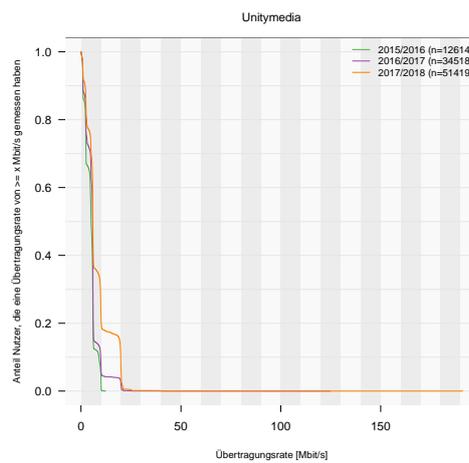
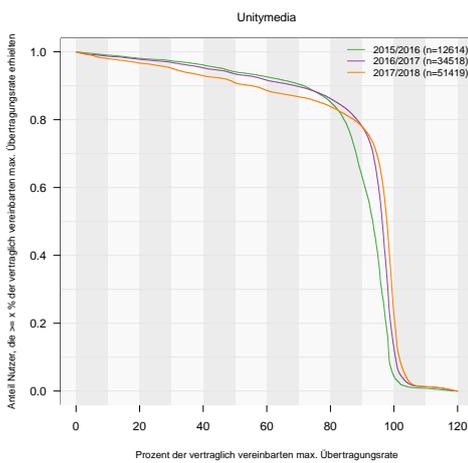
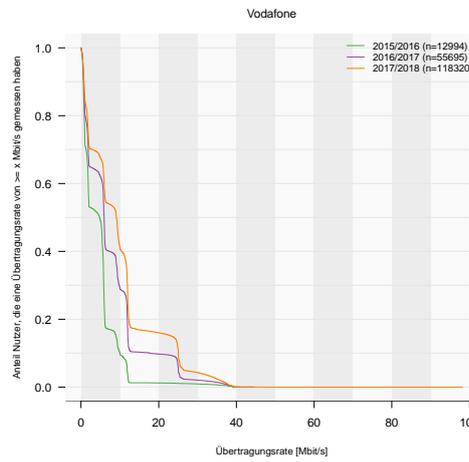
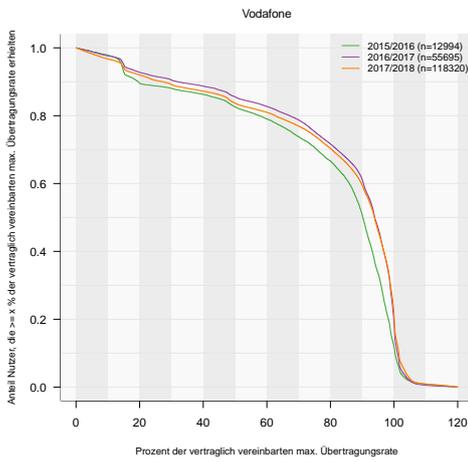
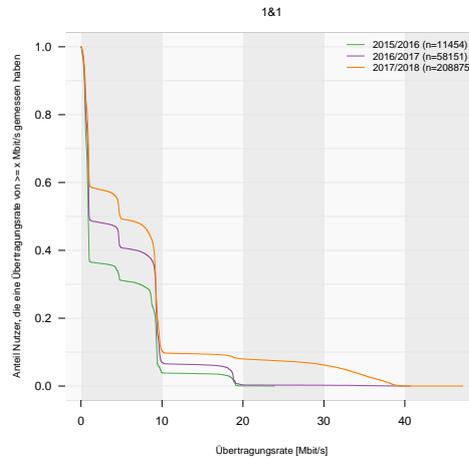
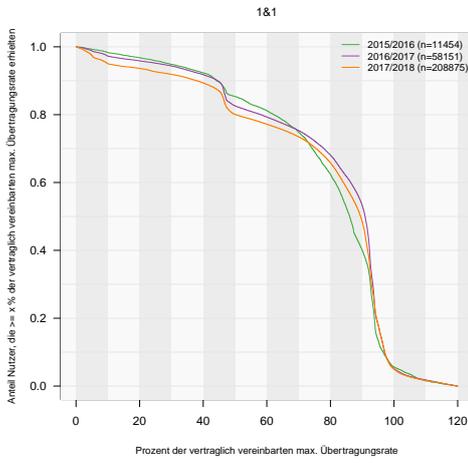
In Abbildung 8.8 sind die empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) sowie der absoluten (rechts) Datenübertragungsraten im Upload für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen im Berichtszeitraum 2017/2018³² dargestellt, für die mindestens im Berichtszeitraum 2017/2018 und in einem der Berichtszeiträumen 2015/2016 und 2016/2017 jeweils mindestens 400 Messwerte vorlagen.

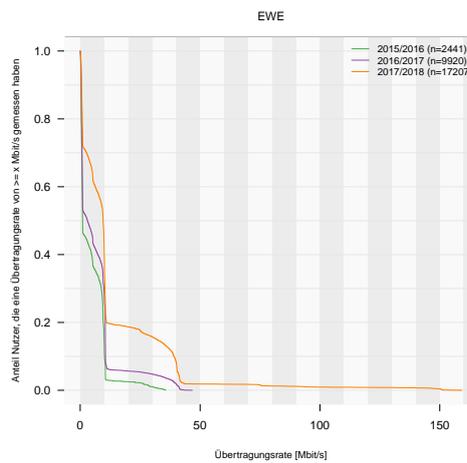
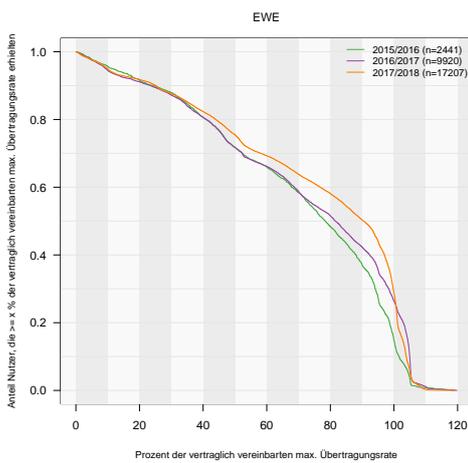
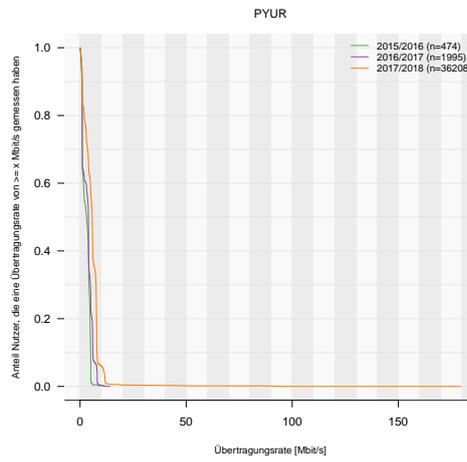
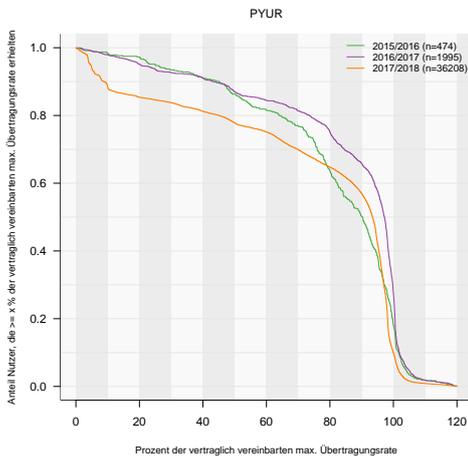
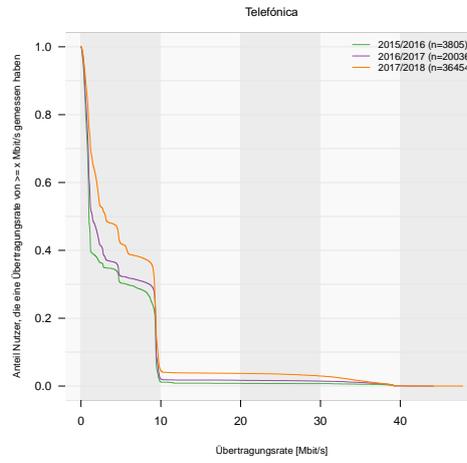
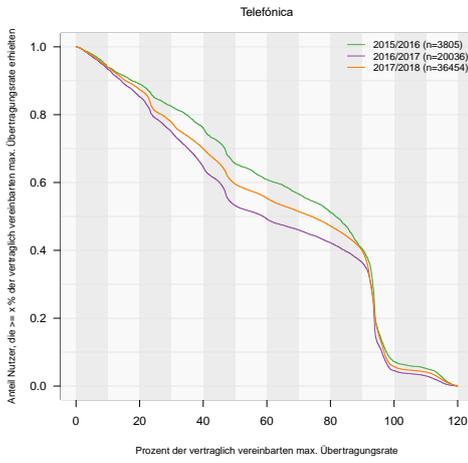
Bei den meisten Anbietern liegen die empirischen Verteilungsfunktionen der absolut gemessenen Datenübertragungsraten aus dem aktuellen Berichtszeitraum teilweise deutlich oberhalb der Kurven aus dem Vorjahreszeitraum. Allerdings wirkt sich das nicht für alle Anbieter auf die prozentual erreichten Datenübertragungsraten aus. Diese liegen teilweise unter den Vergleichswerten aus dem Vorjahr.



³² Eine Betrachtung aller einzeln dargestellten Anbieter ist auf der interaktiven Onlineplattform

➔ <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung-jahresvergleich> möglich.





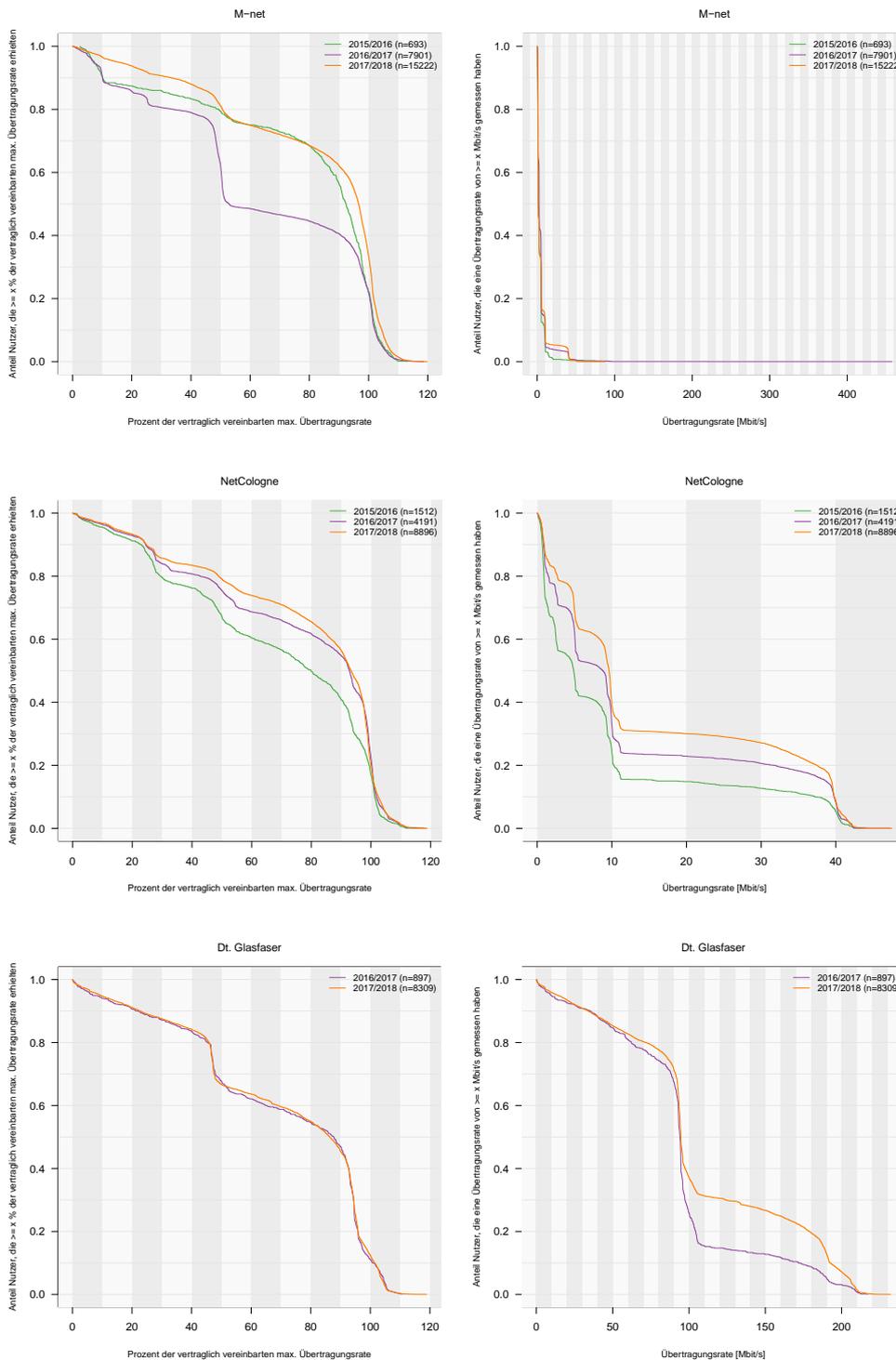


Abbildung 8.8: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich

8.3 Laufzeit

Die empirischen Verteilungsfunktionen in Abbildung 8.9 zeigen, dass im aktuellen Berichtszeitraum im Mittel etwas kürzere Laufzeiten gemessen wurden als im Vorjahr. Der Anteil der Kunden, die Laufzeiten von 40 Millisekunden oder weniger gemessen haben, ist mit 87,6 % gegenüber 83,7 % in 2016/2017 und 78,3 % in 2015/2016 weiter gestiegen.

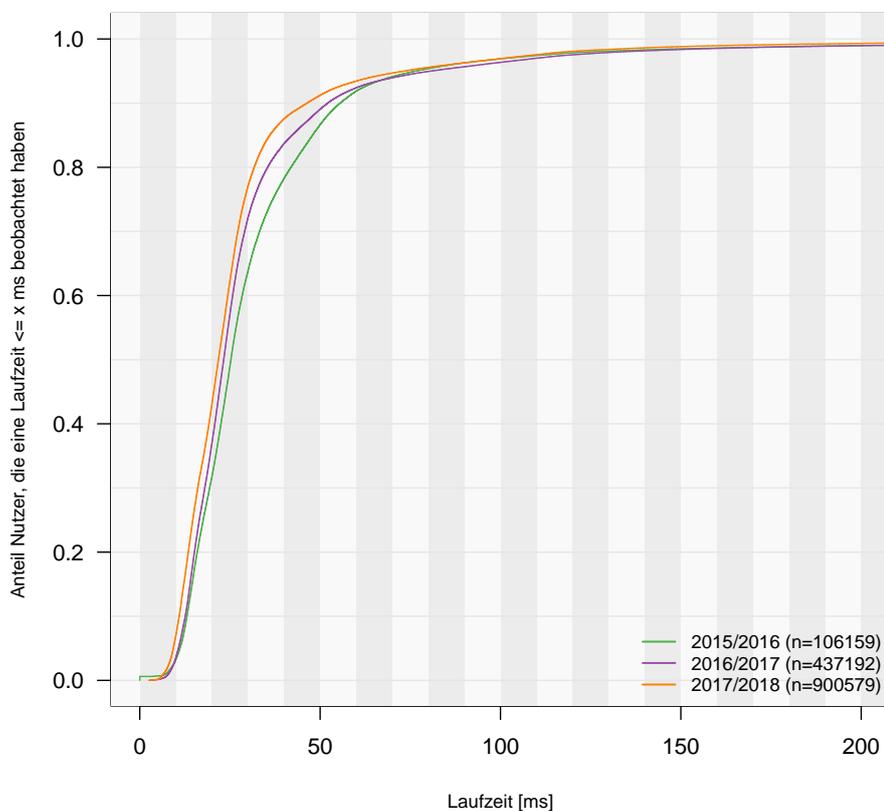
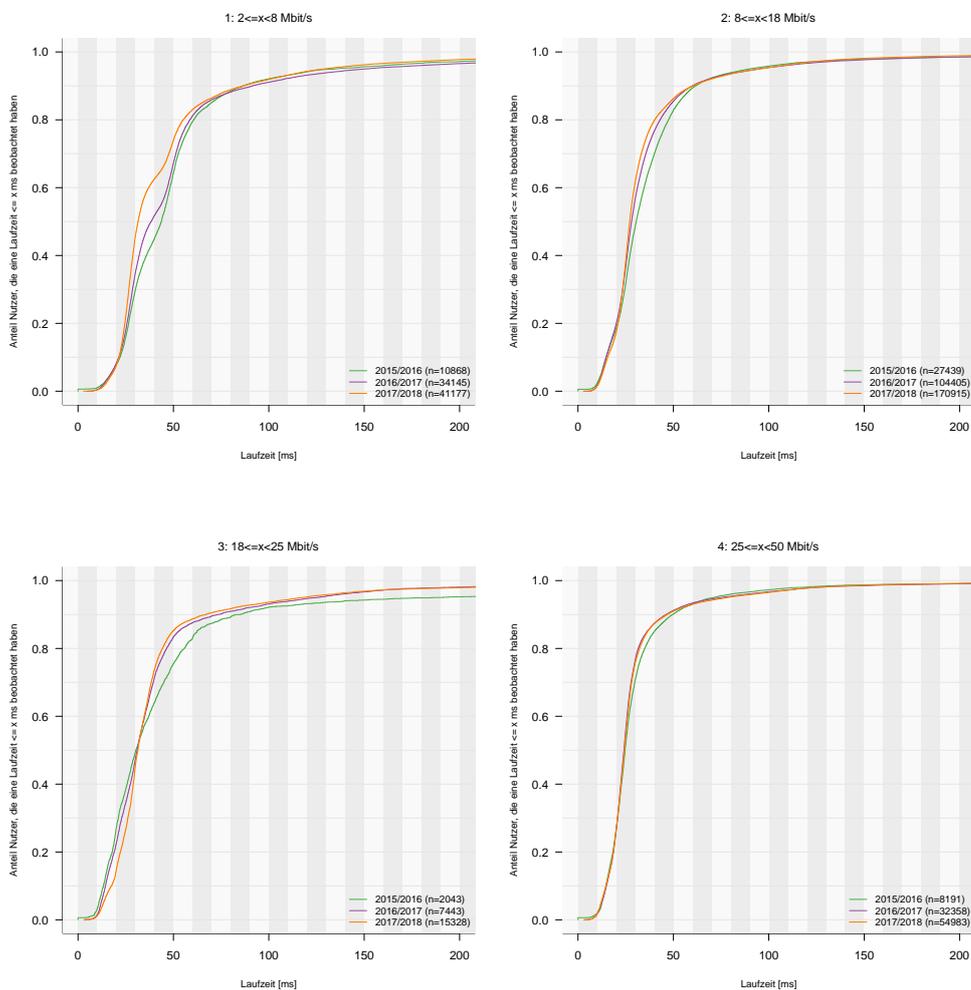


Abbildung 8.9: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit im Jahresvergleich

8.3.1 Bandbreiteklasse

Eine Verkürzung der durchschnittlichen Laufzeiten ist vor allem in Bandbreiteklasse 1 gegenüber der Vorjahreskurve zu beobachten (Abbildung 8.10).

In den anderen Bandbreiteklassen sind dagegen nur geringfügige Veränderungen zu sehen, die Kurven zeigen jeweils einen sehr ähnlichen Verlauf. Die Laufzeiten sind im Vergleich zum Vorjahr über weite Bereiche nahezu konstant geblieben.



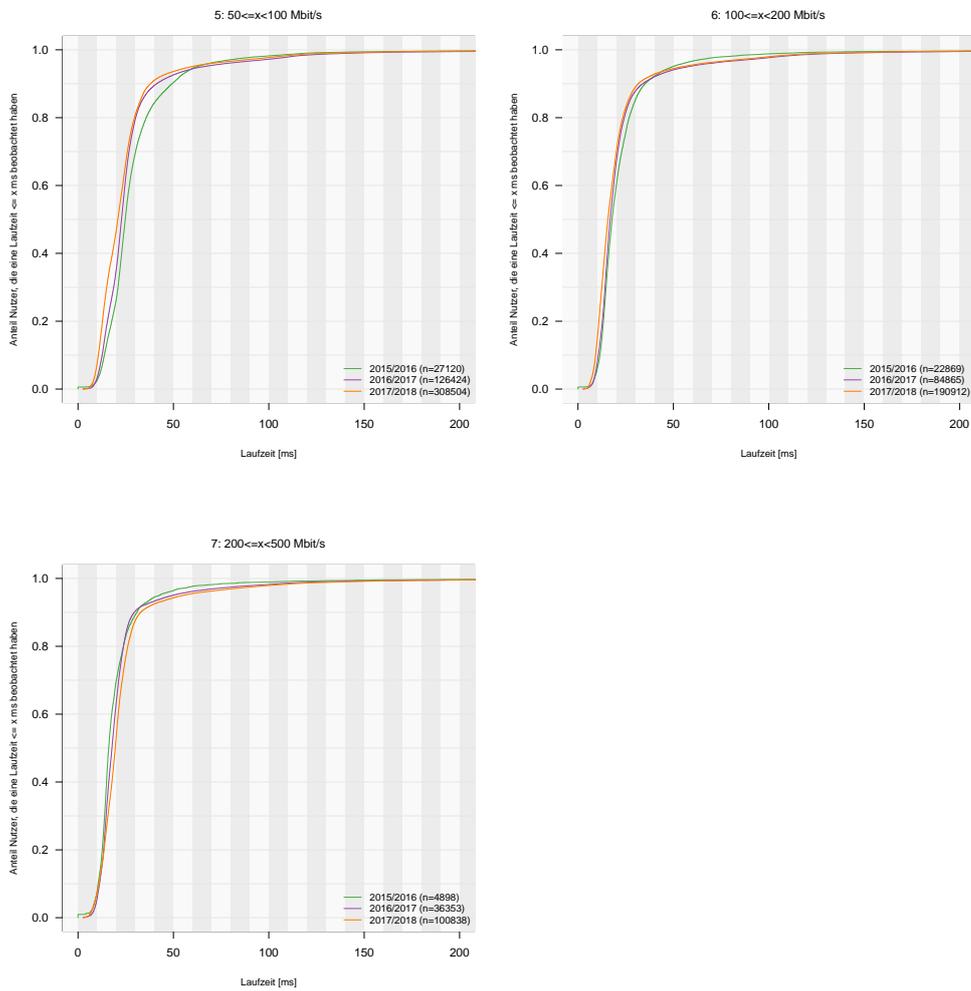
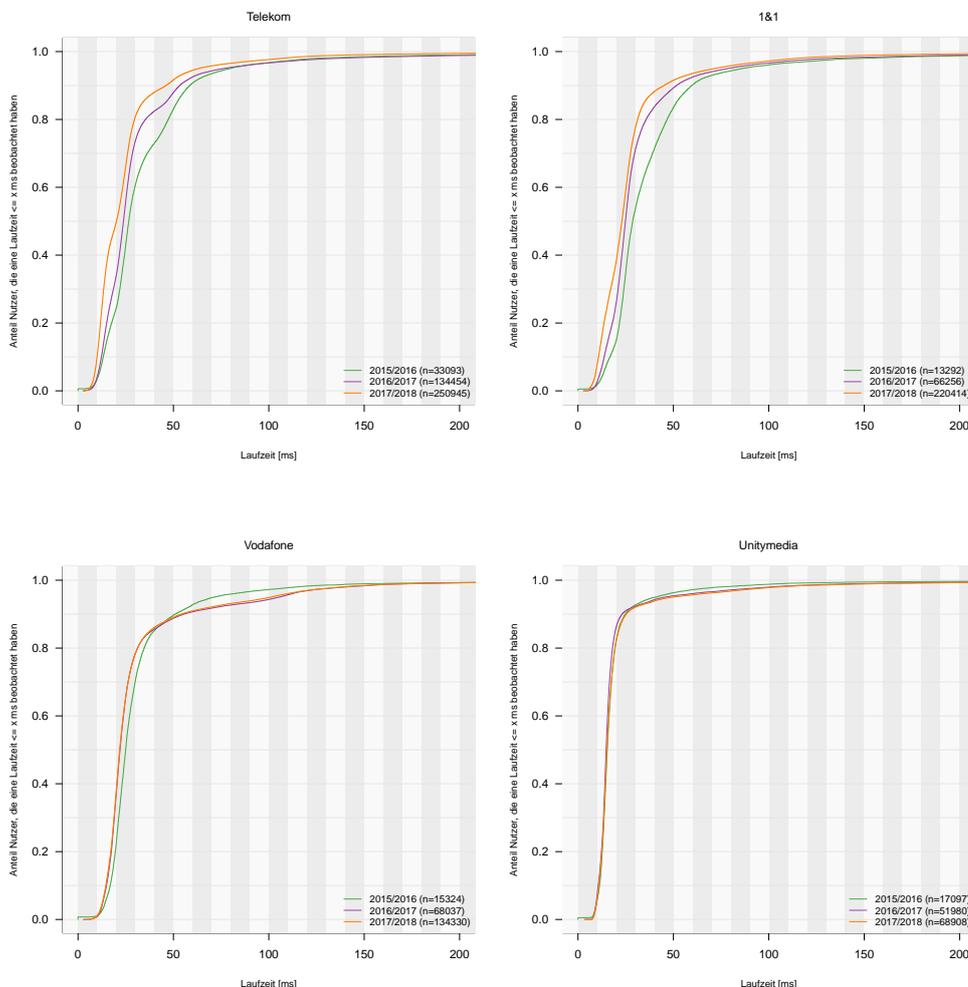


Abbildung 8.10: Empirische Verteilungsfunktionen der Laufzeit nach Bandbreitklassen im Jahresvergleich

8.3.2 Anbieter

Die Darstellung der Laufzeit für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen im Berichtszeitraum 2017/2018³³, für die jeweils mindestens 400 Messwerte für mindestens die aktuelle Messperiode und einen weiteren Berichtszeitraum vorlagen (Abbildung 8.11), liefert ein differenziertes Bild. Die Betrachtung zeigt, dass für manche Anbieter die Laufzeiten teilweise deutlich geringer geworden sind, für viele Anbieter sich jedoch nahezu keine Veränderung ergab, während für andere sogar eine Zunahme der Laufzeiten beobachtet wurde.



³³ Die Darstellung aller Anbieter ist auf der interaktiven Onlineplattform <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung-jahresvergleich> möglich.

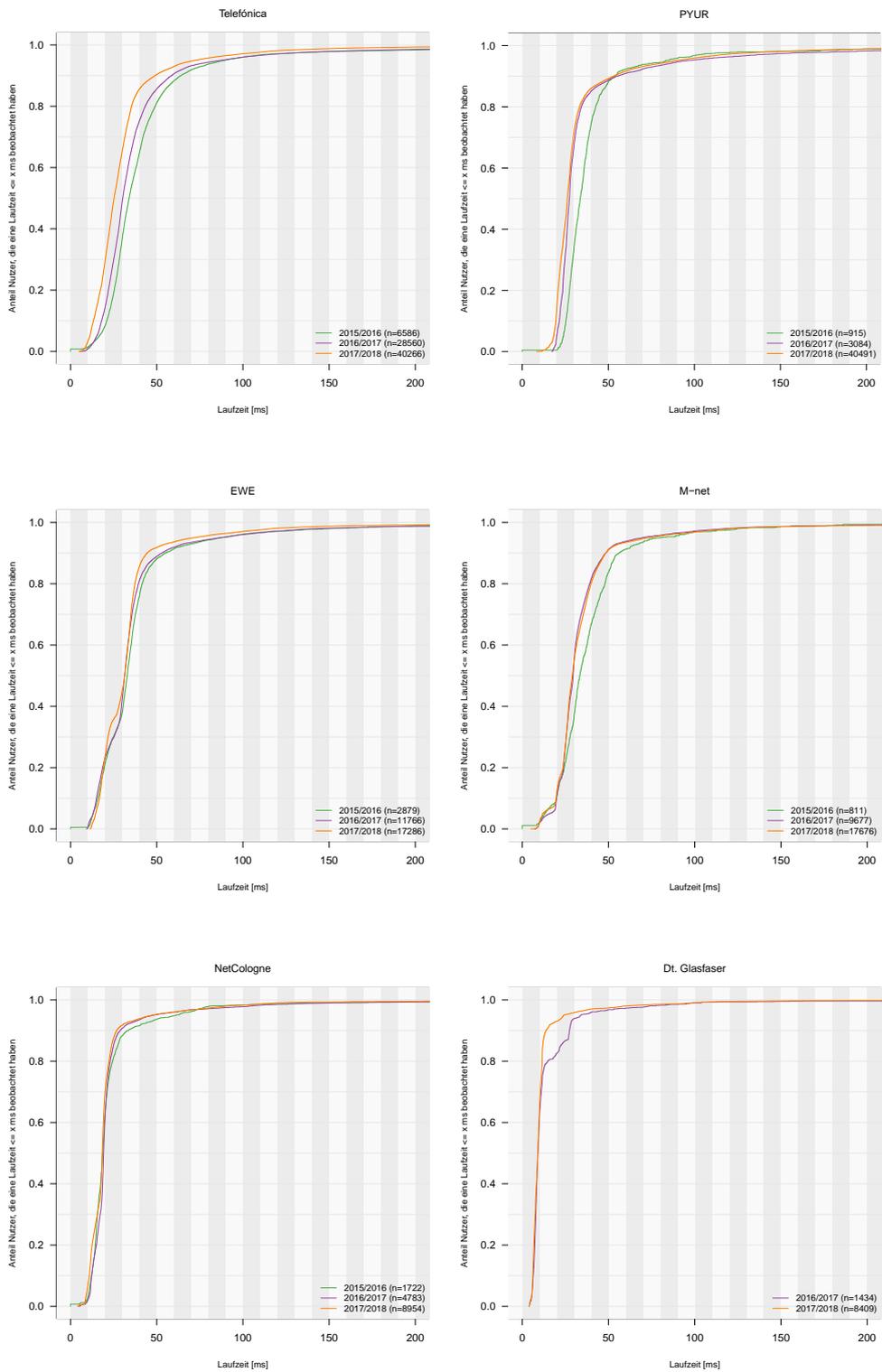


Abbildung 8.11: Empirische Verteilungsfunktionen der Laufzeit nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich

9 Jahresvergleich mobile Breitbandanschlüsse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse für mobile Breitbandanschlüsse des aktuellen Messzeitraumes in Relation zu den beiden vorangegangenen Messzeiträumen 2015/2016 und 2016/2017 betrachtet.

Die Anzahl der für die Analyse zur Verfügung stehenden Messungen ist kontinuierlich gestiegen. 2015/2016 sind 53.651, 2016/2017 245.143 und im aktuellen Berichtszeitraum 384.999 valide Messungen berücksichtigt worden.

Um einen Vergleich über die Berichtszeiträume hinweg zu ermöglichen, wurden die aktuell verwendeten Anbieternamen für die vorangegangenen Berichtszeiträume übernommen. Dies betrifft bei den in diesem Berichtskapitel einzeln dargestellten Anbietern die Anbieter Aldi Talk (vormals Aldi) und klarmobil (vormals klarmobil.de).

9.1 Datenübertragungsrate Download

Das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent wird in Abbildung 9.1 für alle Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich dargestellt.

Die Kurven zeigen, dass im aktuellen Berichtszeitraum 2017/2018 im Mittel geringere prozentuale Datenübertragungsraten gemessen wurden als im Vergleichszeitraum 2016/2017 und deutlich geringere als im Vergleichszeitraum 2015/2016. Der Anteil der Kunden, die die volle vertraglich vereinbarte geschätzte maximale Übertragungsrate gemessen haben, ist von 3,4 % (2015/2016) auf 1,6 % (2016/2017) und nochmals leicht auf 1,5 % (2017/2018) gesunken. Mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Rate wurde in 2017/2018 bei 16,1 % der Kunden gemessen gegenüber 18,6 % in 2016/2017 und 27,6 % in 2015/2016. Die gemessenen absoluten Datenübertragungsraten

nehmen für viele Anbieter zu, allerdings nicht im gleichen Maße wie die vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten, sodass hieraus in vielen Fällen ein reduzierter Verhältniswert resultiert.

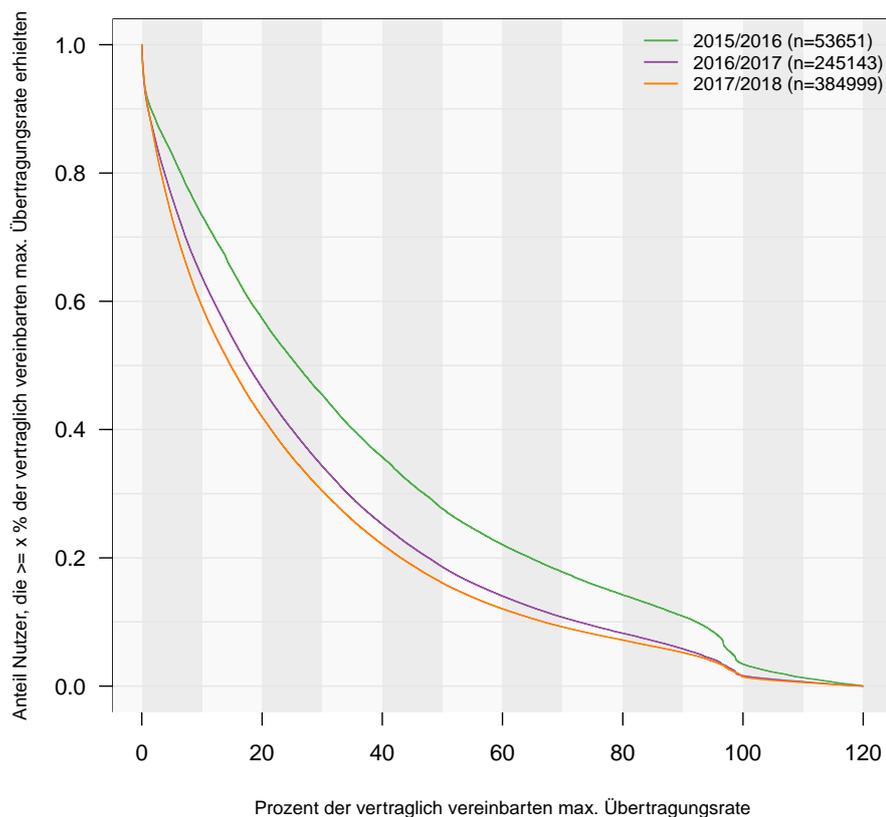


Abbildung 9.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsraten Download für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich

Der Median ist mit 14,8 % gegenüber 17,6 % in 2016/2017 und 25,8 % in 2015/2016 das zweite Jahr in Folge gesunken (Abbildung 9.2). Die Streuung der mittleren 50 % der Messergebnisse (Länge der Box in Abbildung 9.2) ist nach einer Abnahme in 2016/2017 für die aktuelle Messperiode weiter zurückgegangen.

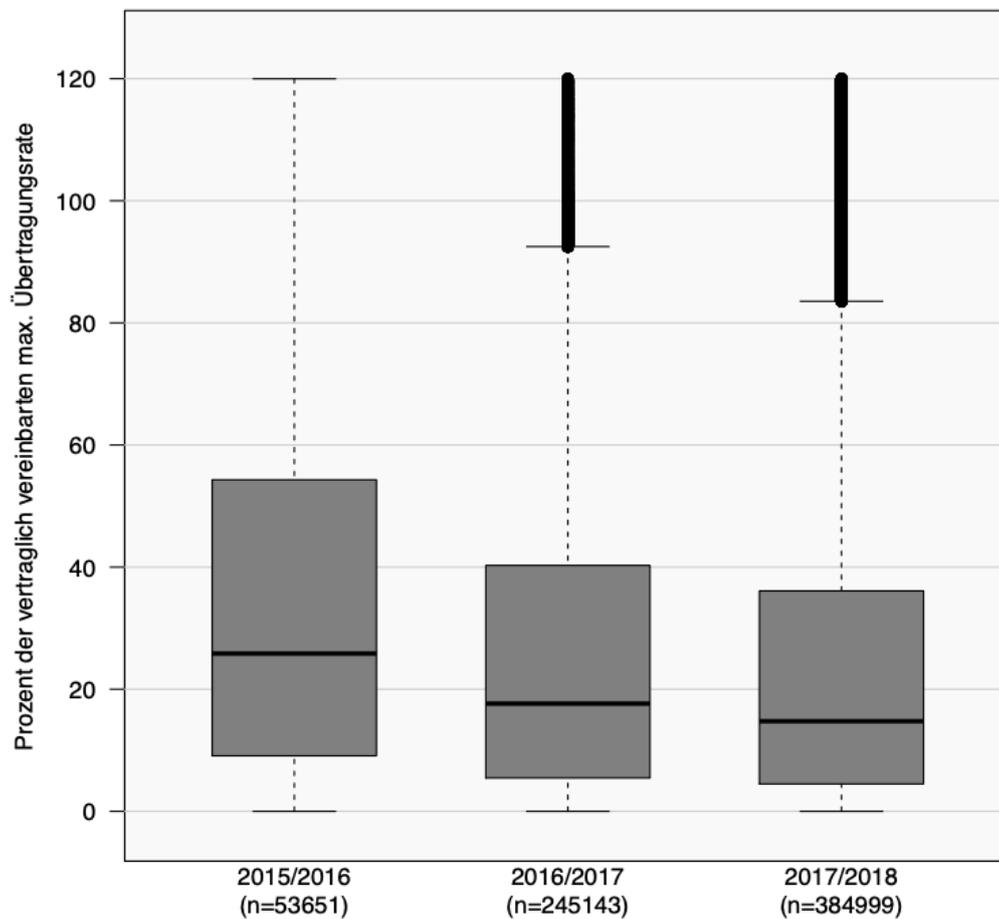


Abbildung 9.2: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich

Die Darstellung der empirischen Verteilungsfunktionen der absolut gemessenen Downloadraten (Abbildung 9.3) zeigt, dass diese im Jahresvergleich zum Vorjahr gestiegen sind, allerdings in deutlich geringerem Umfang als die vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten, weshalb die prozentual erreichten Downloadraten gesunken sind.

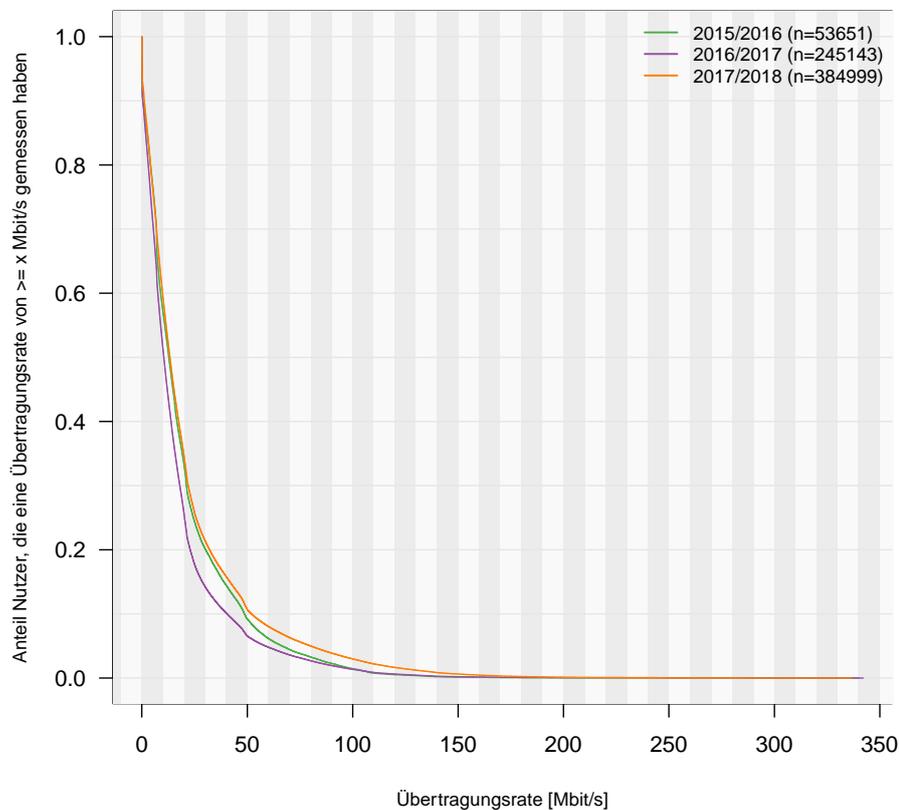


Abbildung 9.3: Empirische Verteilungsfunktion der gemessenen Datenübertragungsrate Download für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich

9.1.1 Bandbreiteklasse

Die Verteilung der Stichprobe auf die Bandbreiteklassen hat sich im aktuellen Berichtszeitraum gegenüber dem Vorjahreszeitraum deutlich verändert (Tabelle 8.1). Anteilig weniger stark vertreten als in 2016/2017 sind in der aktuellen Stichprobe vor allem die Bandbreiteklassen 1 (2 Mbit/s bis unter 8 Mbit/s), 2 (8 Mbit/s bis unter 18 Mbit/s) und 3 (18 Mbit/s bis kleiner 25 Mbit/s), für die sich die Anteile im Vergleich zum Vorjahr teilweise mehr als halbiert haben; die Bandbreiteklassen 4 und 5 zeigen nur eine geringe Abnahme der Anteile. Für die Bandbreiteklasse 6 (100 Mbit/s bis unter 200 Mbit/s) hat sich der Anteil mehr als halbiert. Für Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis unter 500 Mbit/s) ist ein sehr

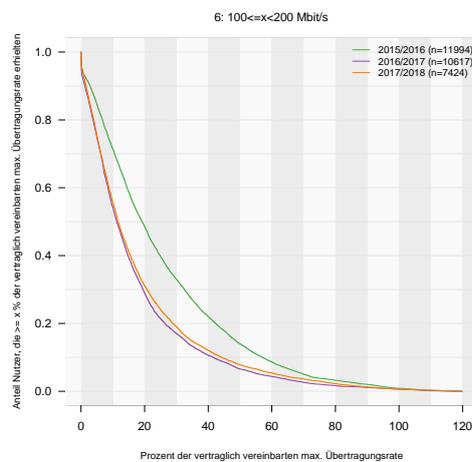
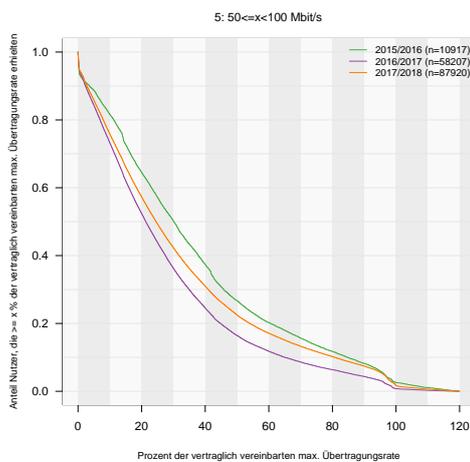
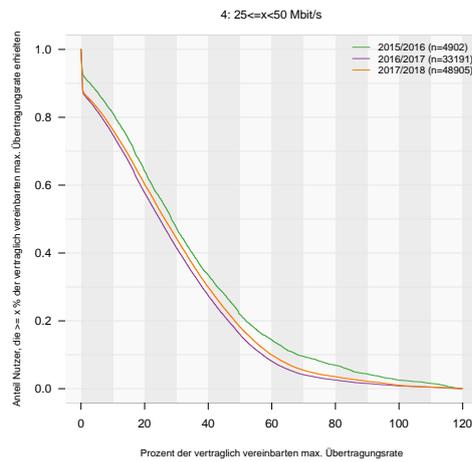
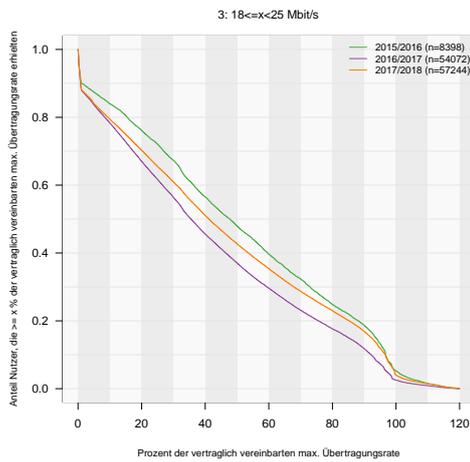
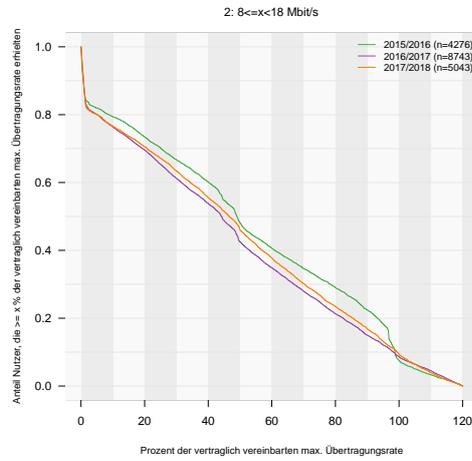
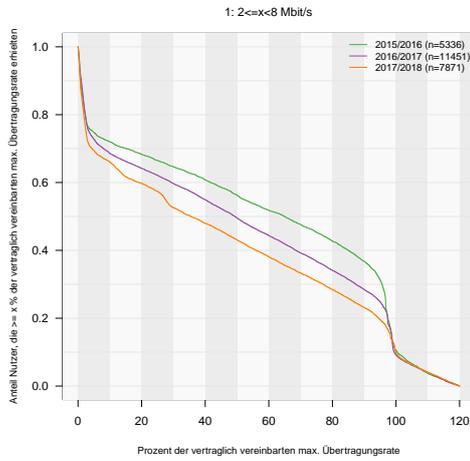
deutlicher Anstieg des Anteils auf 38,8 % gegenüber 28,1 % in 2016/2017 und 14,6 % in 2015/2016 zu beobachten. Die neue Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) erzielt einen Anteil von 5,5 %.

Tabelle 9.1: Prozentuale Verteilung der Mobilfunk-Stichproben auf die Bandbreiteklassen. Die Summe der Anteile je Messperiode ergibt 100 %.

	2015/2016	2016/2017	2017/2018
1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	9.95	4.67	2.04
2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	7.97	3.57	1.31
3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	15.65	22.06	14.87
4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	9.14	13.54	12.70
5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	20.35	23.74	22.84
6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	22.36	4.33	1.93
7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	14.59	28.09	38.82
8: 500 Mbit/s	0.00	0.00	5.49

Eine separate Darstellung der empirischen Verteilungsfunktionen der Berichtszeiträume nach Bandbreiteklassen (Abbildung 9.4) zeigt, dass die in Abbildung 9.1 gezeigte Verschlechterung der prozentual erreichten Datenübertragungsraten nicht einheitlich für alle Bandbreiteklassen zu beobachten ist. Für Bandbreiteklasse 1 zeigt sich eine klare Verschlechterung gegenüber dem Vorjahr, für Klassen 2, 3, 4 und 5 eine geringfügige Verbesserung und für Klassen 6 keine nennenswerte Veränderung. Bandbreiteklasse 7 zeigt einen Kurvenverlauf, der eine Verbesserung im geringen Maße anzeigt. Die Kurve verläuft ab 20 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Übertragungsrates auch oberhalb der Kurve aus dem Messzeitraum 2015/2016. Für Bandbreiteklassen 1 bis 6 liegt der Kurvenverlauf der aktuellen Messperiode unterhalb des Kurvenverlaufs der Messperiode 2015/2016.

Die Bandbreiteklasse 8 wurde für diese Messperiode aufgrund der Tarifstruktur einzelner Anbieter neu eingeführt. Demzufolge liegen für den Vergleich keine Daten aus den Vorjahren vor.



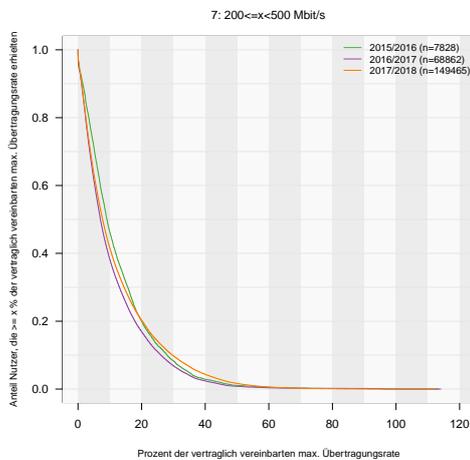


Abbildung 9.4: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich

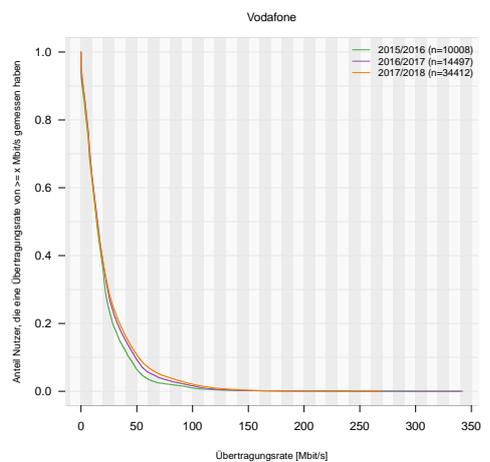
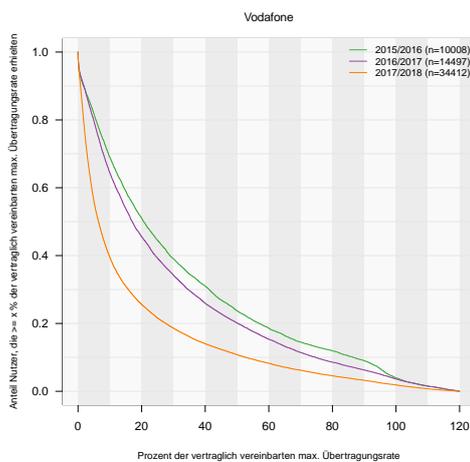
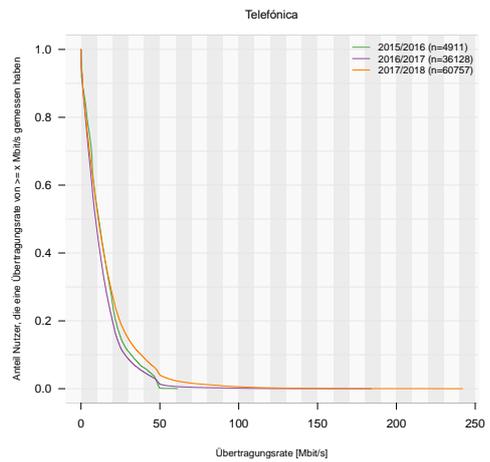
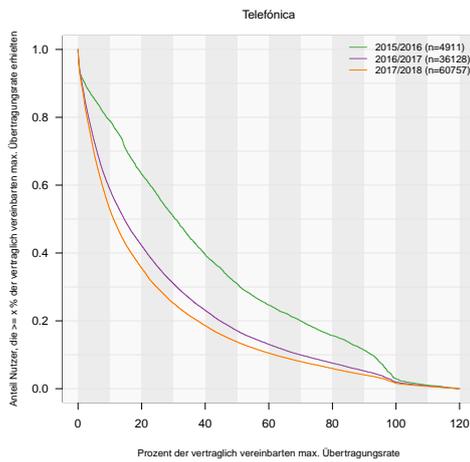
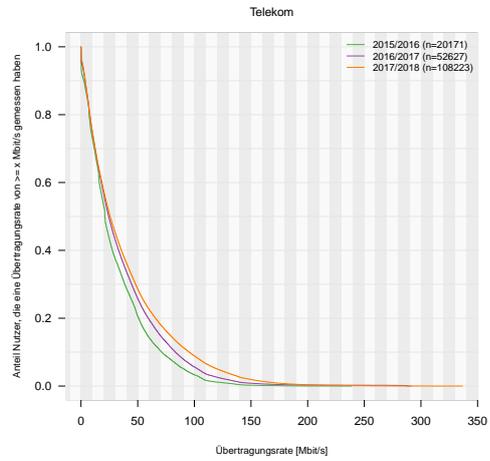
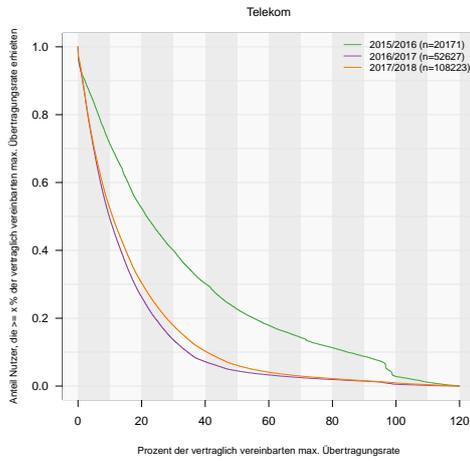
9.1.2 Anbieter

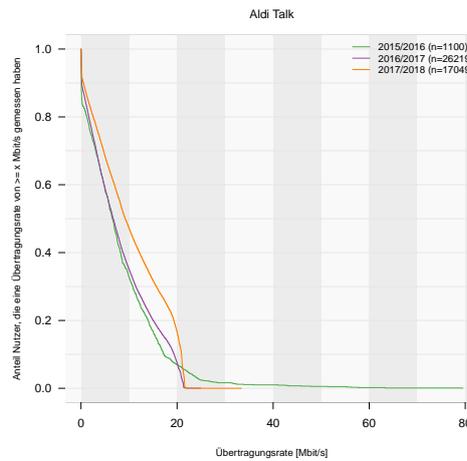
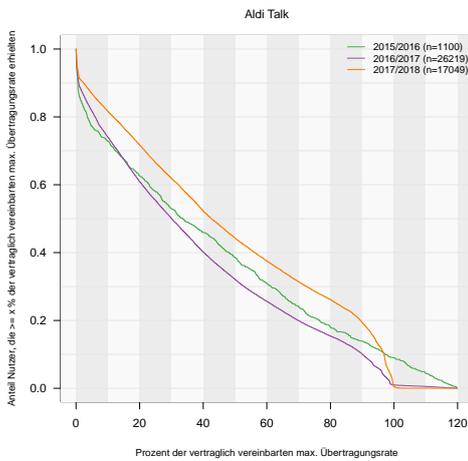
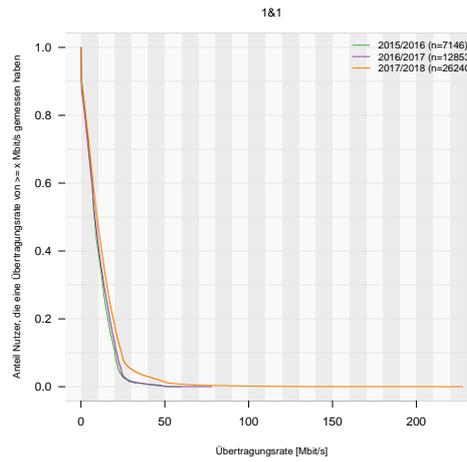
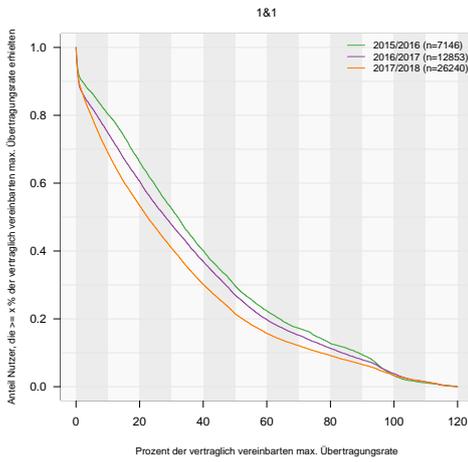
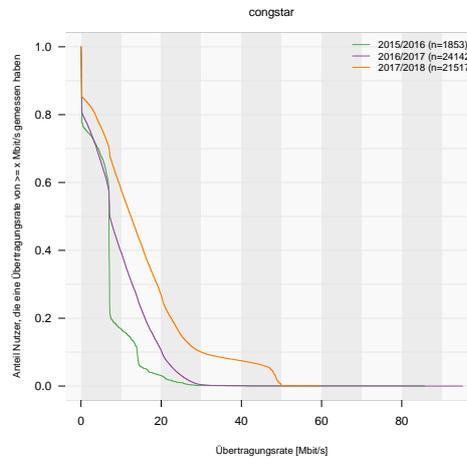
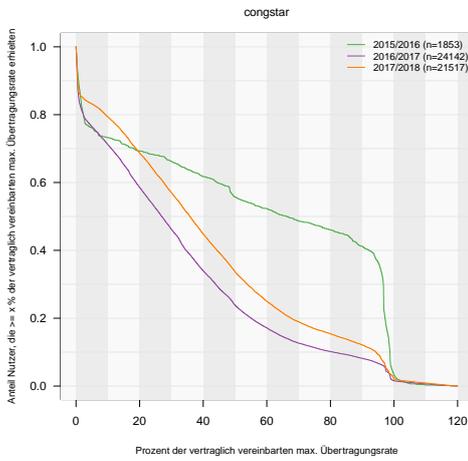
In diesem Abschnitt werden alle Anbieter betrachtet, für die in den Berichtszeiträumen 2015/2016, 2016/2017 und 2017/2018 jeweils mindestens 400 Messwerte für mindestens die aktuelle Messperiode und einen weiteren Berichtszeitraum vorlagen. In Abbildung 9.5 werden die empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsraten (links) sowie der absolut gemessenen Datenübertragungsraten (rechts) für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen im Berichtszeitraum 2017/2018 betrachtet.³⁴

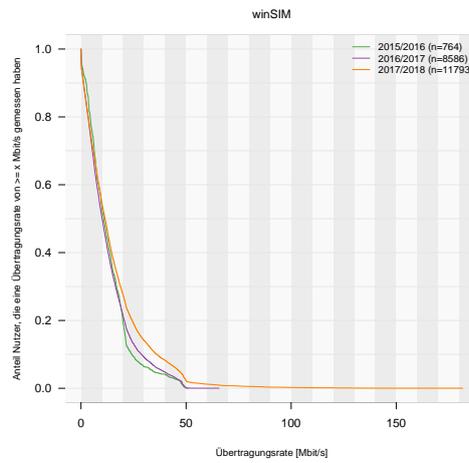
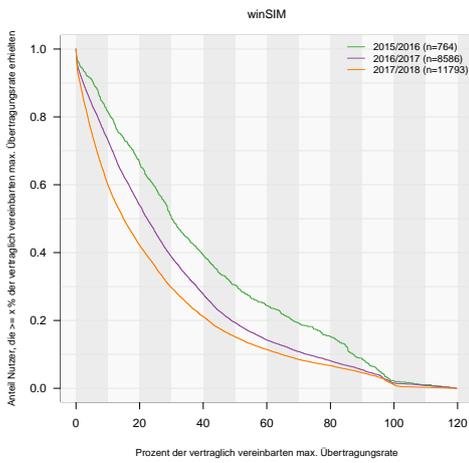
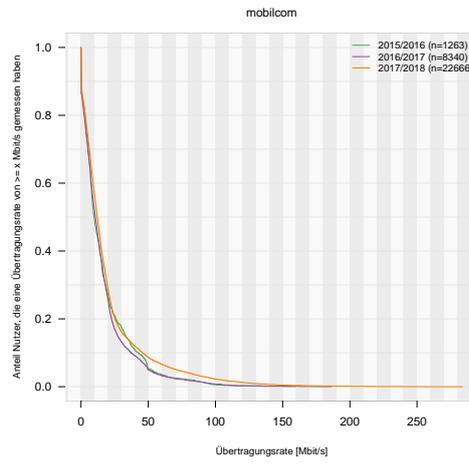
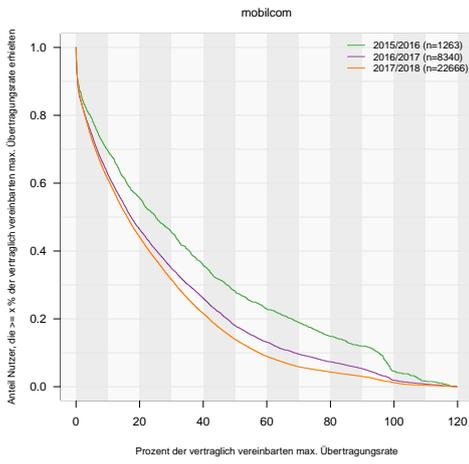
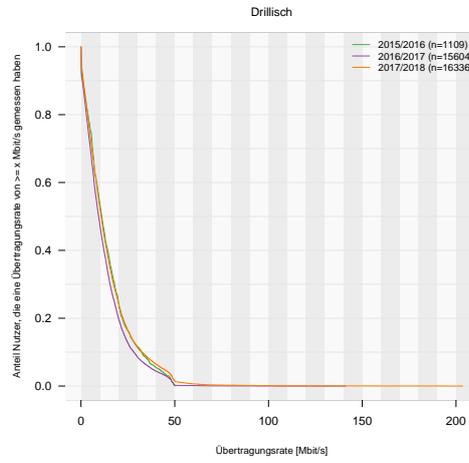
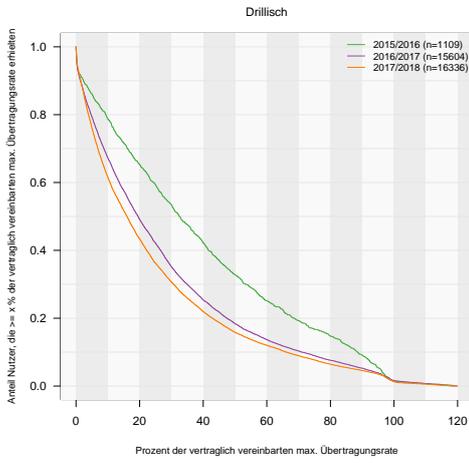
Die Abbildung zeigt, dass in 2017/2018 für alle 10 Anbieter die absolut gemessenen Datenübertragungsraten gegenüber 2016/2017 angestiegen sind. Die prozentualen Datenübertragungsraten waren allerdings für 8 Anbieter im Mittel kleiner als in 2016/2017. Bei 2 Anbietern stiegen sowohl die absolut gemessenen Übertragungsraten als auch die prozentualen Übertragungsraten an.

³⁴ Eine Betrachtung aller einzeln dargestellten Anbieter ist auf der interaktiven Onlineplattform

➔ <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung-jahresvergleich> möglich.







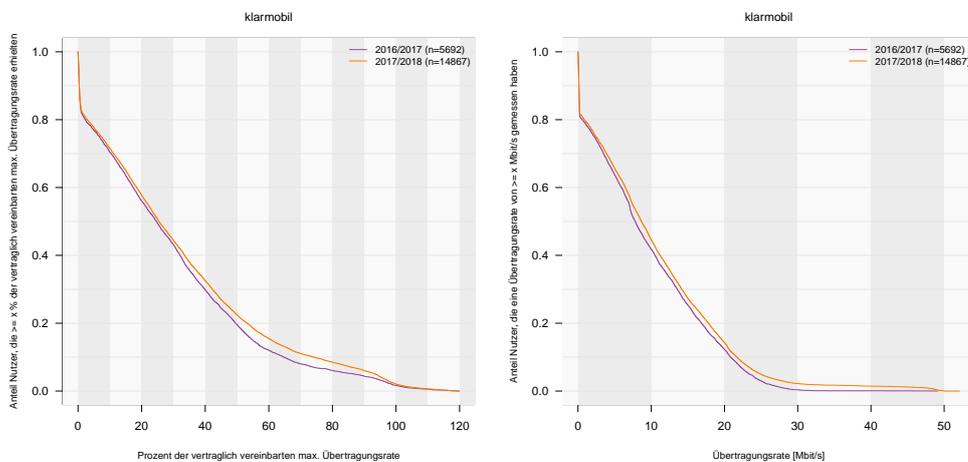


Abbildung 9.5: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich

9.1.3 Geografischer Bereich

Die Verteilung der Stichprobe auf die drei geografischen Bereiche ist nahezu konstant geblieben. Unterschiede in den gemessenen Datenübertragungsraten zwischen 2017/2018 und 2016/2017 bzw. 2015/2016 betreffen alle drei geografischen Bereiche in gleichem Maße, generell ist eine Abnahme der prozentualen Datenübertragungsrate über den gesamten Wertebereich im Vergleich zur vorangehenden Messperiode zu konstatieren, wobei für die absolute Datenübertragungsrate in allen drei geografischen Bereichen im Mittel ein Anstieg zu verzeichnen ist.

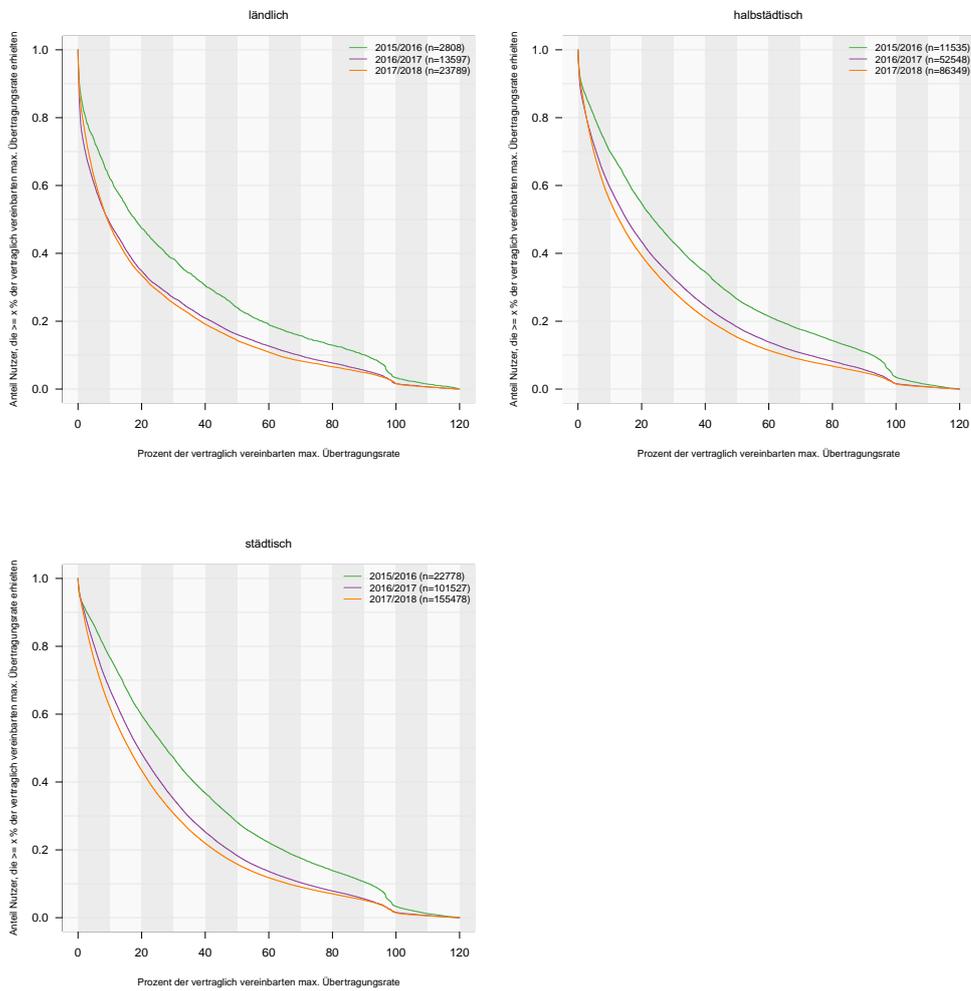


Abbildung 9.6: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich

9.1.4 Tageszeitlicher Verlauf

Die Kurvenverläufe der prozentual erreichten Datenübertragungsraten zeigen keine Unterschiede zwischen den Berichtszeiträumen, sondern verlaufen fast exakt parallel. Auffällig ist, dass im Vergleich zur vorhergehenden Messperiode die Ergebnisse über den gesamten Tagesverlauf um bis zu 5 Prozentpunkte niedriger ausfallen (10 Prozentpunkte geringer in 2016/2017 im Vergleich zu 2015/2016).

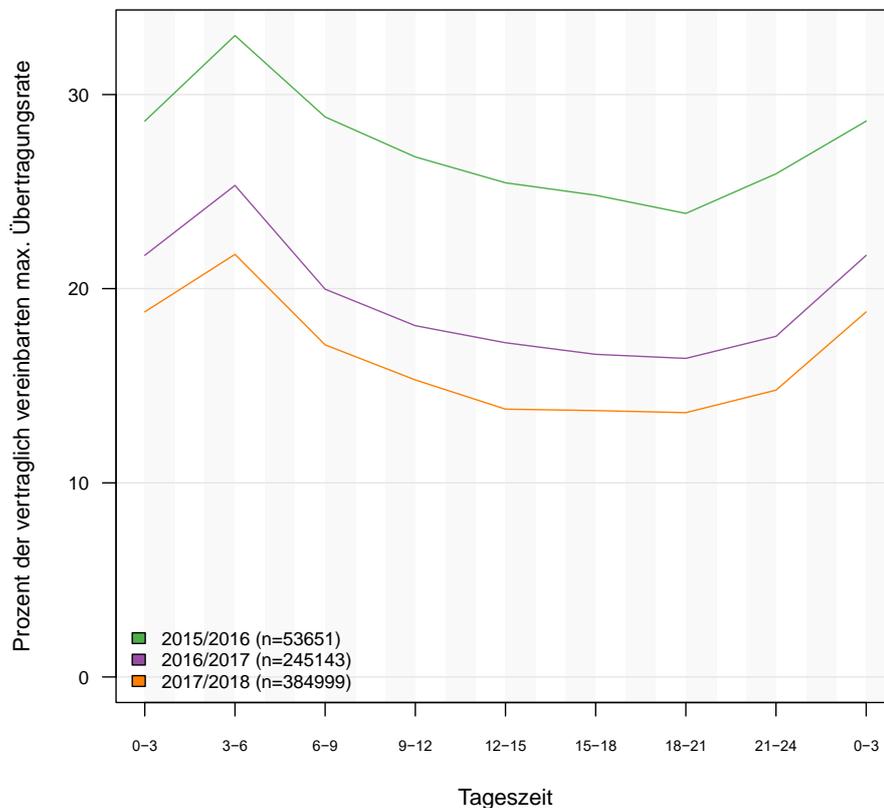


Abbildung 9.7: Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich.

9.2 Datenübertragungsrate Upload

Im Upload zeigt sich, dass das Verhältnis der gemessenen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Übertragungsrate im Mittel zwischen dem aktuellen Berichtszeitraum und dem Vorjahreszeitraum nahezu unverändert geblieben ist (Abbildung 9.8). Bei den absolut gemessenen Übertragungsraten liegt die Kurve des aktuellen Zeitraums hingegen klar oberhalb der Kurve des vorangegangenen Zeitraums (Abbildung 9.9). Die Steigerung der absoluten Übertragungsraten wurde folglich von einer entsprechenden annähernd gleichgroßen Steigerung der laut Tarif zu erhaltenden Datenübertragungsraten begleitet.

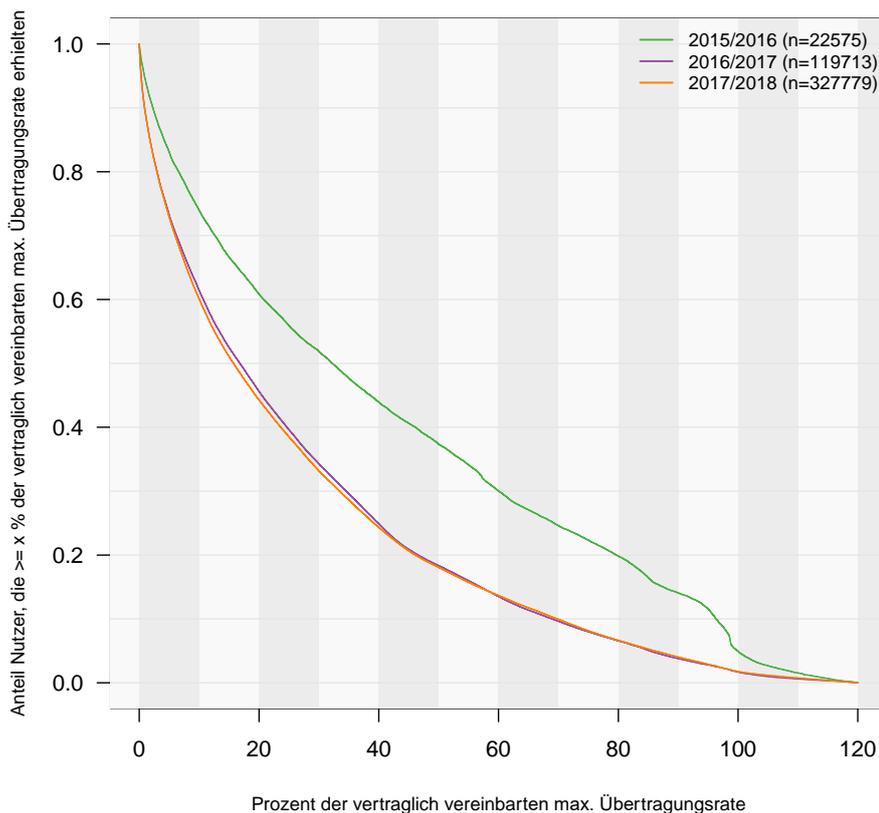


Abbildung 9.8: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload im Mobilfunk im Jahresvergleich

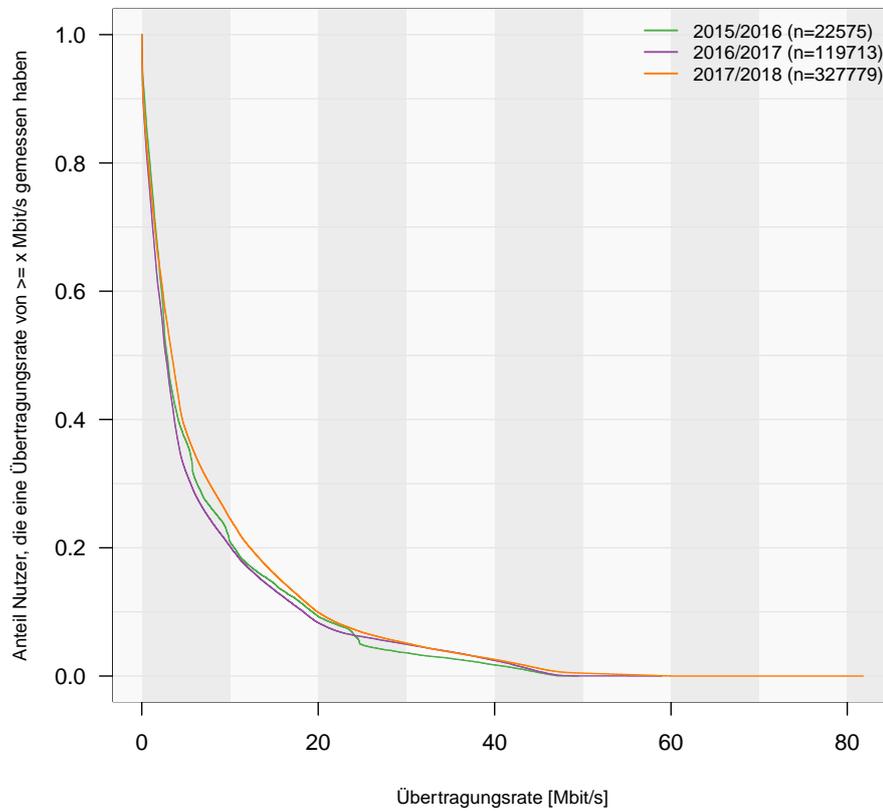
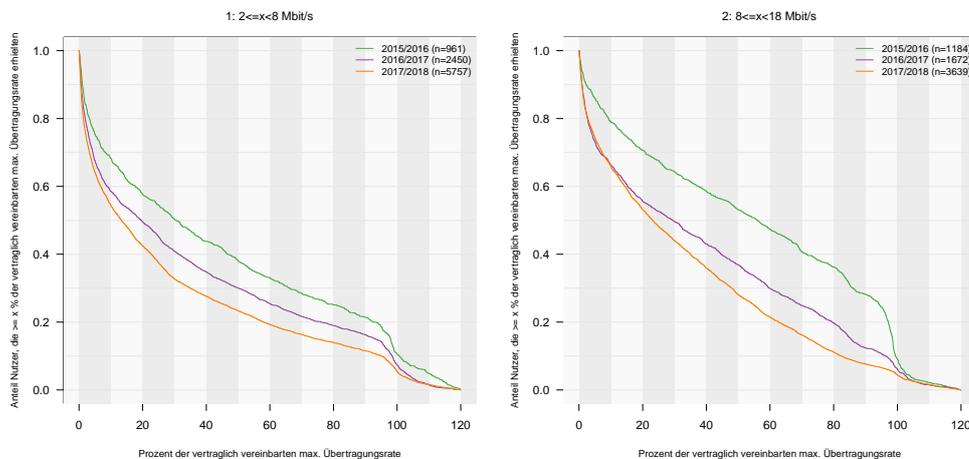


Abbildung 9.9: Empirische Verteilungsfunktion der absolut gemessenen Datenübertragungsrate Upload im Mobilfunk im Jahresvergleich

9.2.1 Bandbreiteklasse

Die prozentual erreichten Datenübertragungsraten im Upload in den einzelnen Bandbreiteklassen im Jahresvergleich sind in Abbildung 9.10 dargestellt. Eine klare Verschlechterung in 2017/2018 gegenüber 2016/2017 ist in Bandbreiteklassen 1, 2 und 6 zu beobachten. In der Klasse 7 überlappen sich die Kurven größtenteils. In den Klassen 3 (18 Mbit/s bis unter 25 Mbit/s) und 4 (25 Mbit/s bis unter 50 Mbit/s) sind die Unterschiede zur Vorjahresmessperiode 2016/2017 deutlich geringer als im Vergleich 2016/2017 zu 2015/2016. In Bandbreiteklasse 5 (50 Mbit/s bis unter 100 Mbit/s) zeigt sich eine Verbesserung gegenüber dem Vorjahr.

Die Bandbreiteklasse 8 wurde für diese Messperiode aufgrund der Tarifstruktur einzelner Anbieter neu eingeführt. Demzufolge liegen für den Vergleich keine Daten aus den Vorjahren vor.



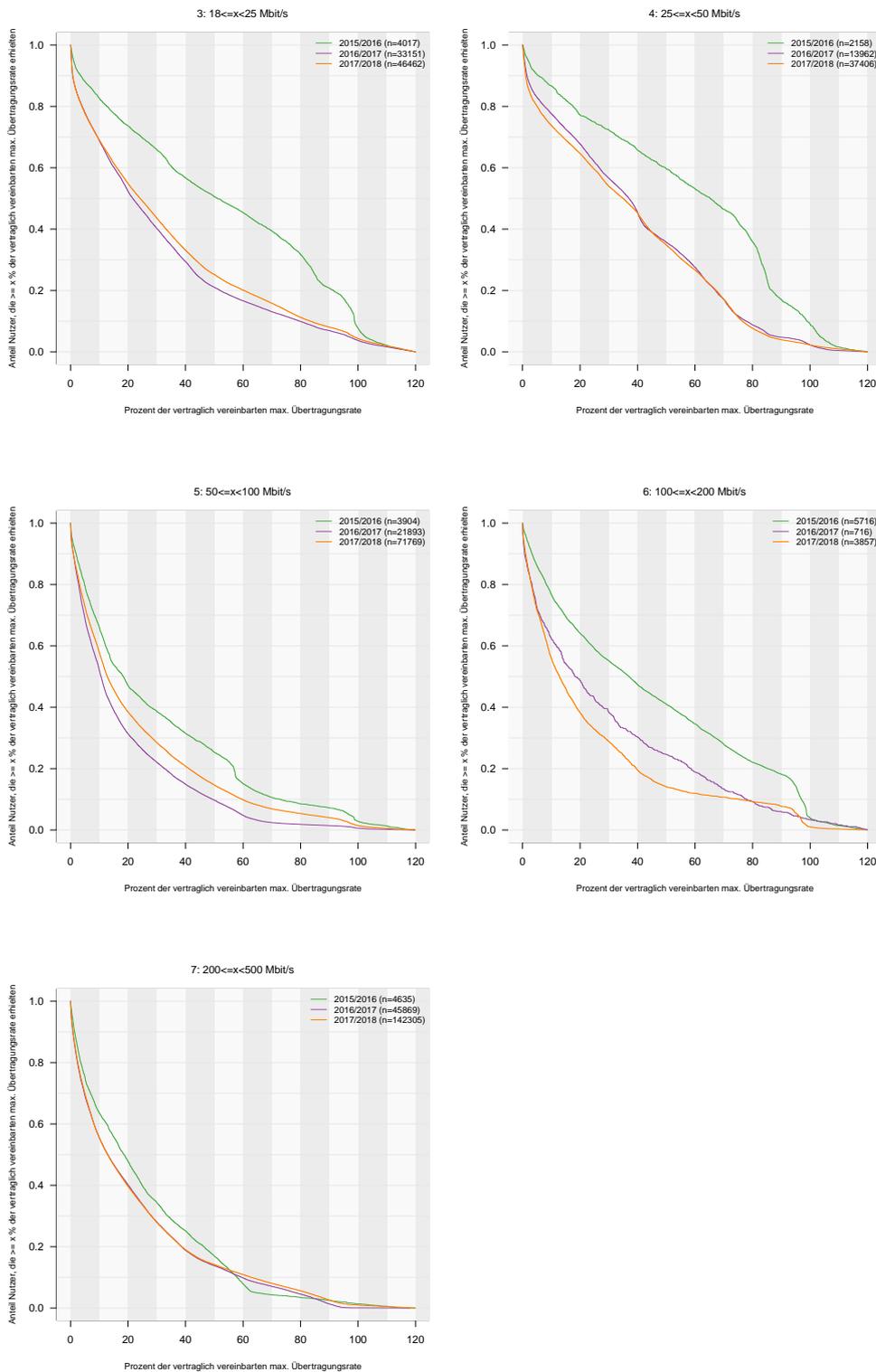
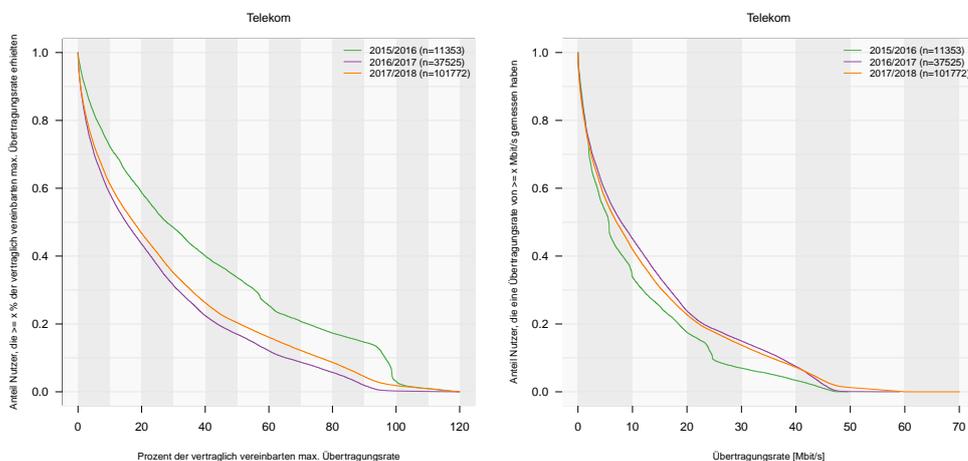


Abbildung 9.10: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreitklassen im Mobilfunk im Jahresvergleich

9.2.2 Anbieter

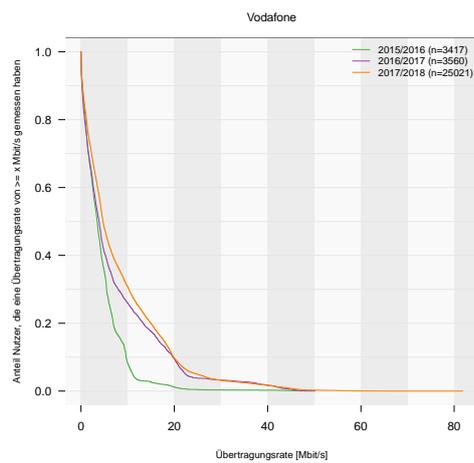
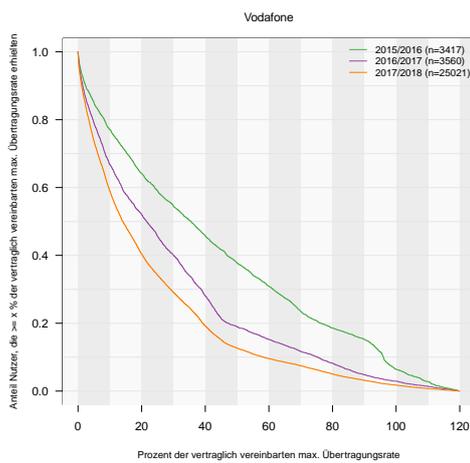
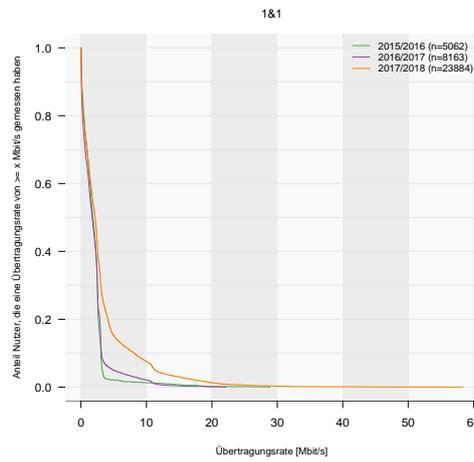
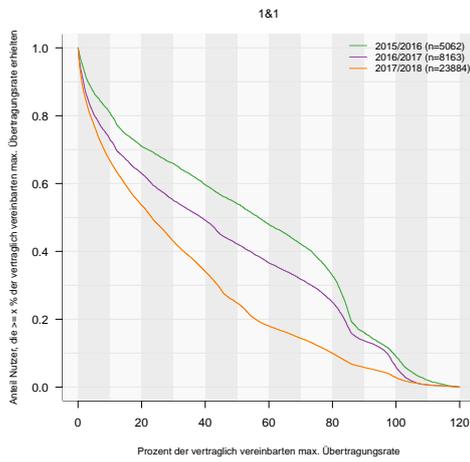
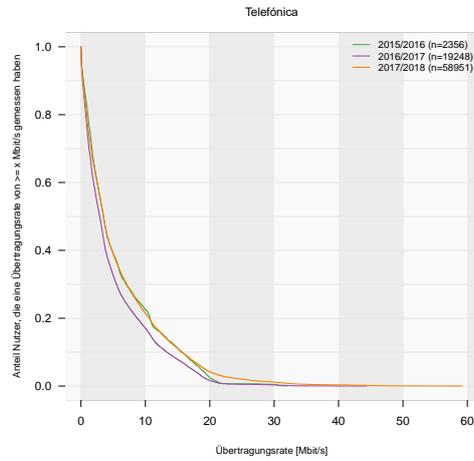
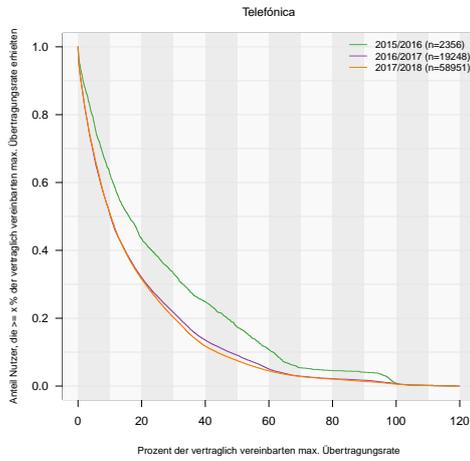
In diesem Abschnitt werden alle Anbieter betrachtet, für die in den Berichtszeiträumen 2015/2016, 2016/2017 und 2017/2018 jeweils mindestens 400 Messwerte für mindestens die aktuelle Messperiode und einen weiteren Berichtszeitraum vorlagen. In Abbildung 8.8 sind die empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) sowie der absoluten (rechts) Datenübertragungsraten im Upload für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen im Berichtszeitraum 2017/2018 betrachtet.³⁵

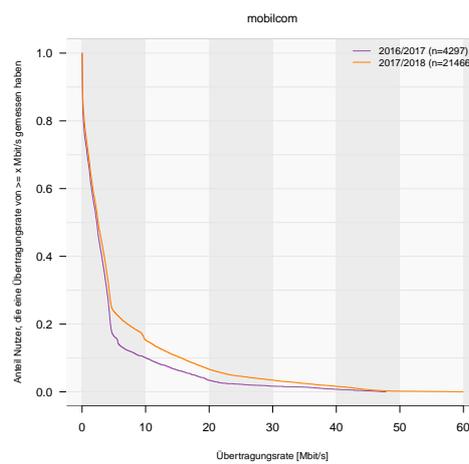
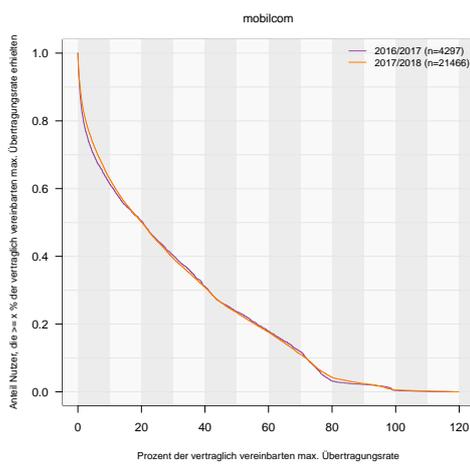
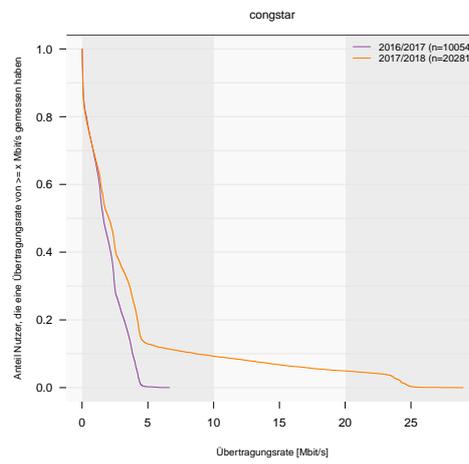
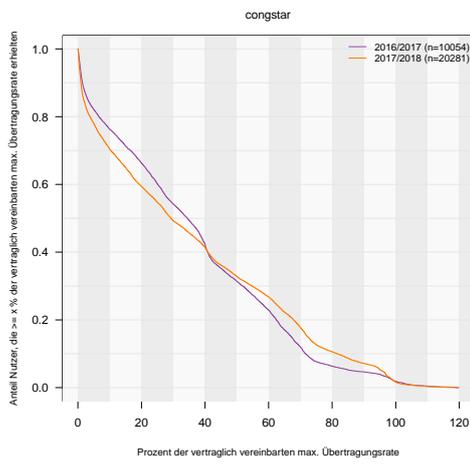
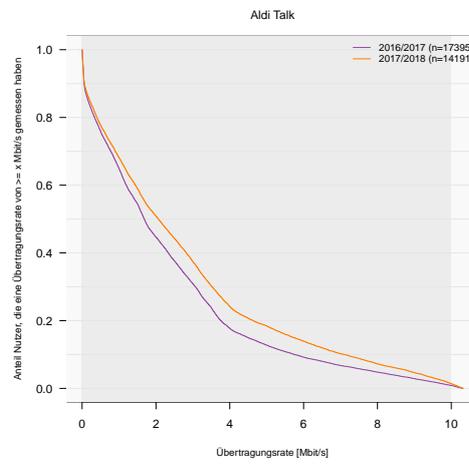
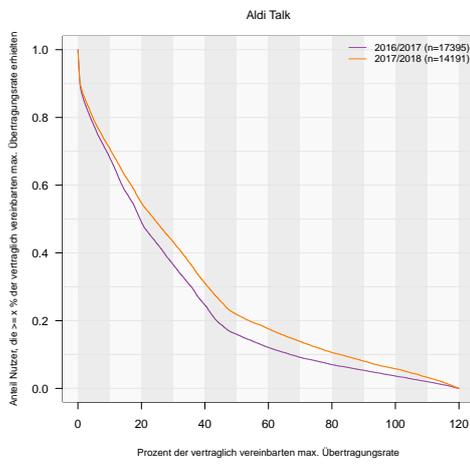
Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum ergibt sich ein differenziertes Bild. Bei einem Teil der Anbieter liegen die empirischen Verteilungsfunktionen der prozentualen Datenübertragungsraten für den Zeitraum 2017/2018 unterhalb der entsprechenden Kurven aus 2016/2017, für andere ist ein umgekehrter Effekt festzustellen. Für die absoluten Datenübertragungsraten zeigt sich allerdings oft, dass die tatsächlich gemessenen Werte sind im Jahresvergleich gestiegen sind.



³⁵ Eine Betrachtung aller einzeln dargestellten Anbieter ist auf der interaktiven Onlineplattform

➔ <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung-jahresvergleich> möglich.





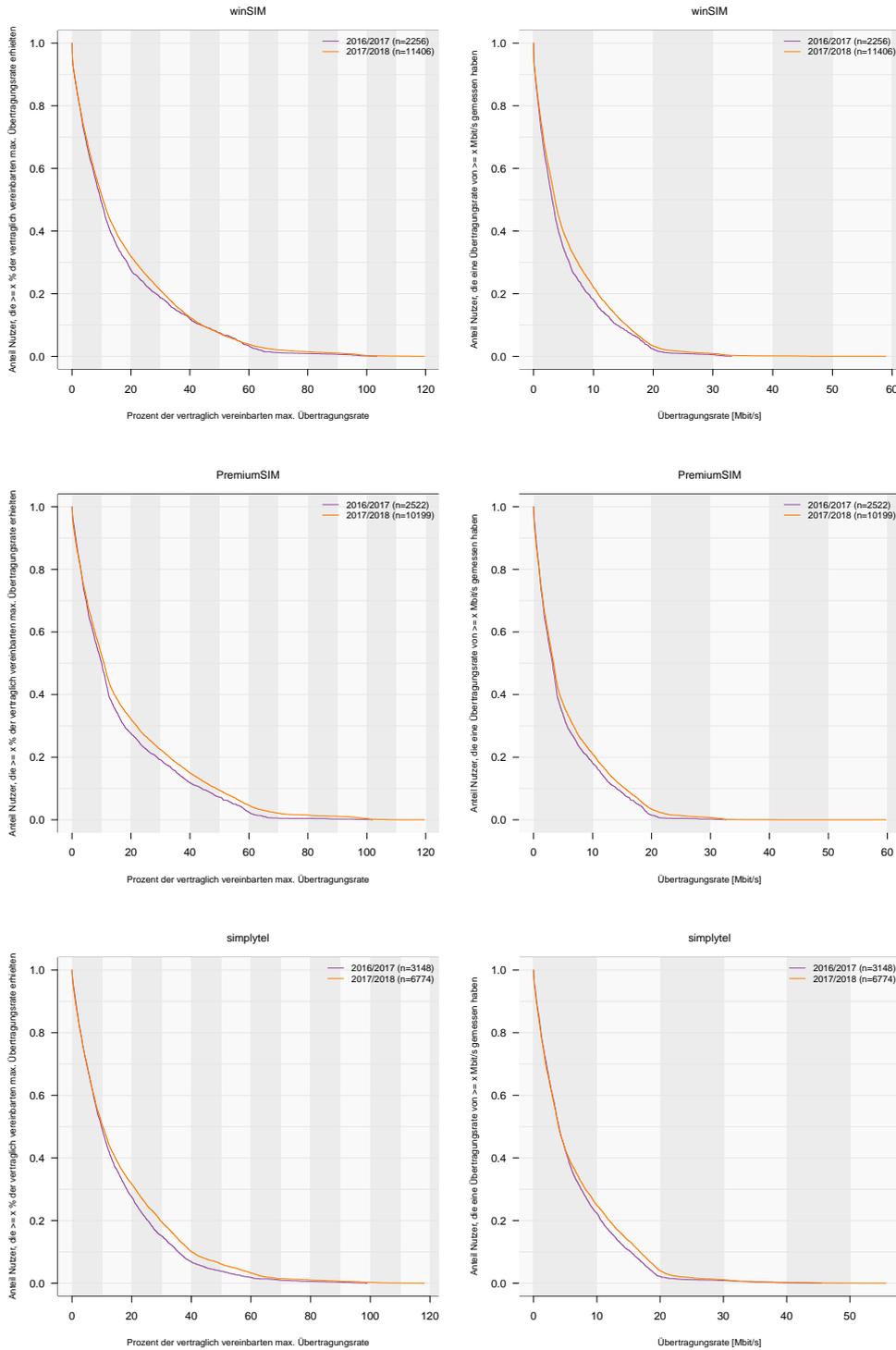


Abbildung 9.11: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Upload im Mobilfunk nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich

9.3 Laufzeit

Die gemessenen Laufzeiten lagen im aktuellen Berichtszeitraum klar unter denen aus dem Vorjahr (Abbildung 9.12). Laufzeiten von 100 ms oder weniger wurden in 2017/2018 von 82,4 % der Kunden gemessen, gegenüber 75,2 % in 2016/2017 und 54,9 % in 2015/2016.

Die Bandbreiteklasse 8 wurde für diese Messperiode aufgrund der Tarifstruktur einzelner Anbieter neu eingeführt. Demzufolge liegen für den Vergleich keine Daten aus den Vorjahren vor.

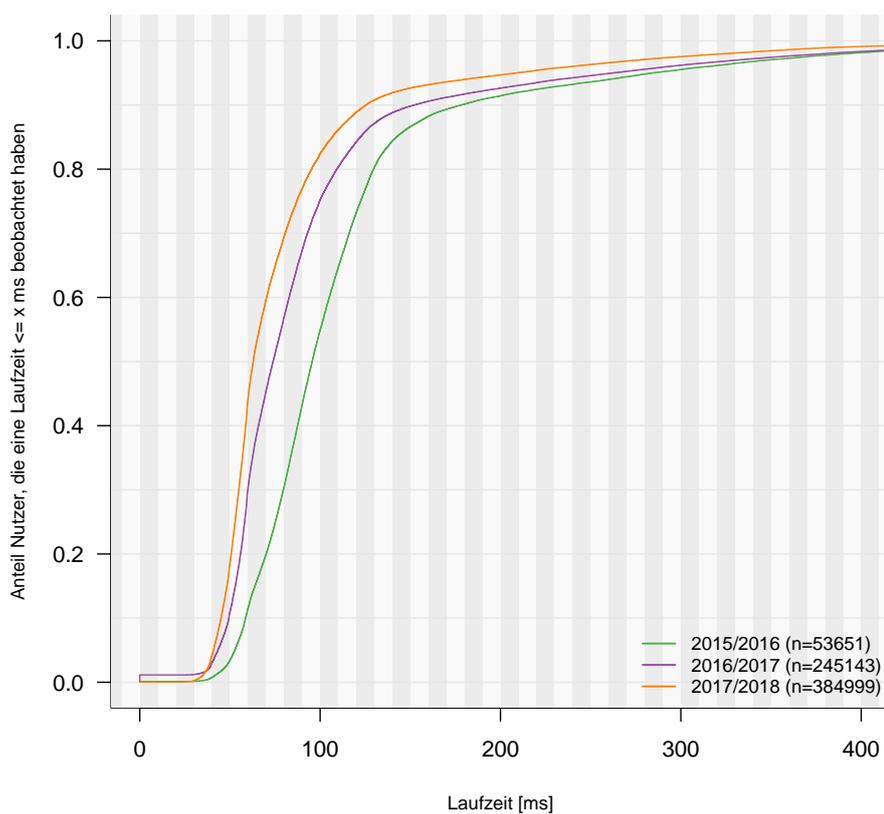
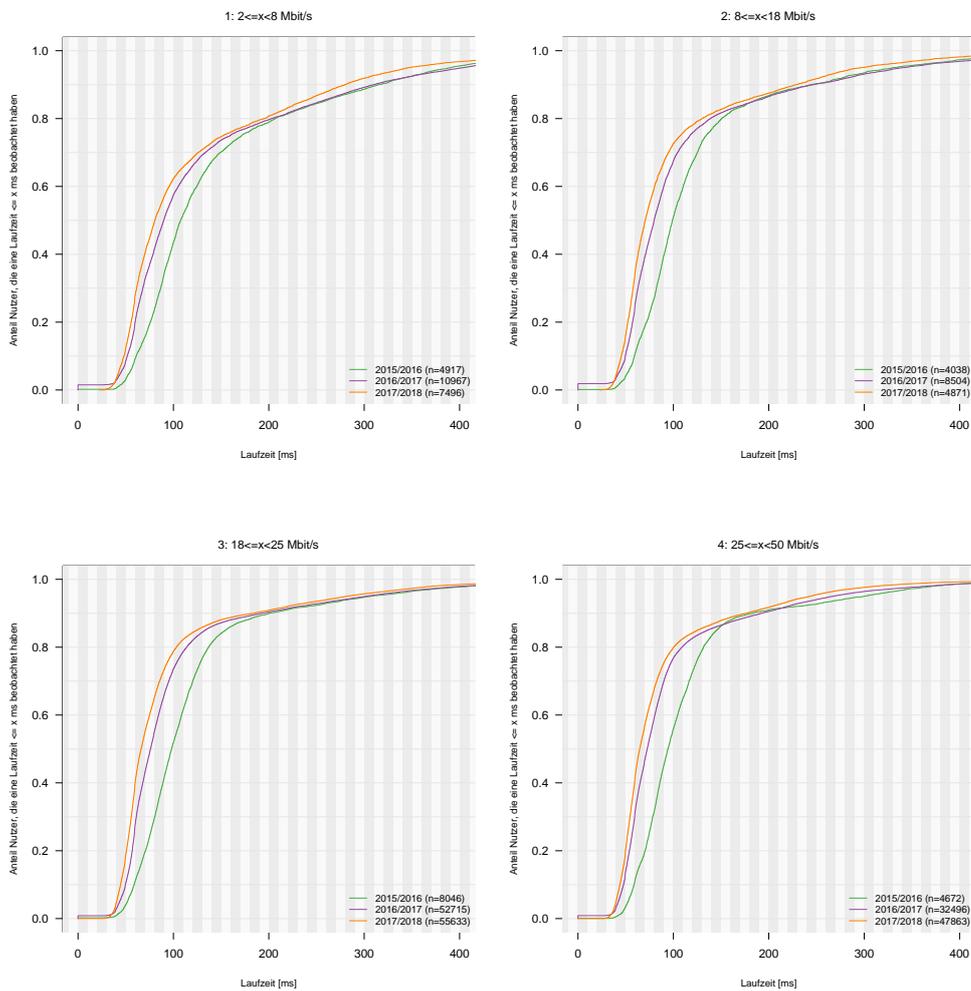


Abbildung 9.12: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit im Mobilfunk im Jahresvergleich

9.3.1 Bandbreiteklasse

Die Verkürzung der durchschnittlichen Laufzeiten ist in Bandbreiteklassen 1 bis 7 zu beobachten (Abbildung 9.13).

Die Bandbreiteklasse 8 wurde für diese Messperiode aufgrund der Tarifstruktur einzelner Anbieter neu eingeführt. Demzufolge liegen für den Vergleich keine Daten aus den Vorjahren vor.



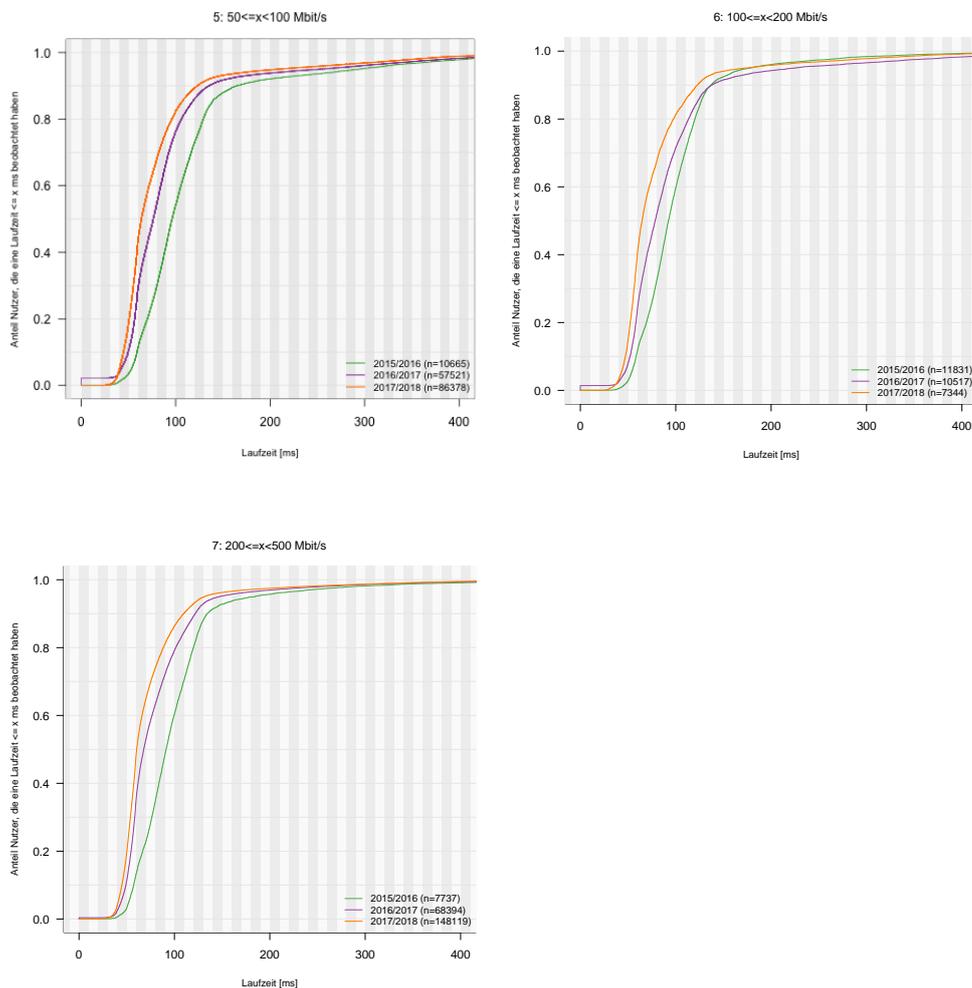


Abbildung 9.13: Empirische Verteilungsfunktionen der Laufzeit nach Bandbreitklassen im Jahresvergleich

9.3.2 Anbieter

Eine separate Analyse für die Anbieter mit jeweils mindestens 400 Messungen in den Berichtszeiträumen zeigt, dass eine Verkürzung der Laufzeiten in ähnlichem Umfang für fast alle Anbieter zu beobachten ist. Auf eine Darstellung wird deswegen verzichtet.

Anhang

10 Anbieterbezeichnungen

10.1 Stationäre Breitbandanschlüsse

Tabelle 10.1: In Grafiken und Bildbeschreibungen verwendete Kurzbezeichnung und vollständige Bezeichnung der Anbieter im Rahmen der Breitbandmessung für stationäre Breitbandanschlüsse

Stationäre Breitbandanschlüsse	
Kurzbezeichnung Jahresbericht	Bezeichnung im Rahmen der Breitbandmessung
1 & 1	1&1
	1&1 Versatel
ACO	ACO Computerservice
amplus	amplus
ARCHE.net	ARCHE NetVision
bn:t	bn:t Blatzheim Networks Telecom
cablesurf	cablesurf / cablefon
	cablesurf / KKG Kabelkommunikation Güstrow
	cablesurf / Mediakom
	cablesurf / NEFtv
	cablesurf / WTC Wohnen- und TeleCommunication
congstar	congstar
DNS:NET	DNS:NET
DOKOM21	DOKOM21
Dt. Glasfaser	Deutsche Glasfaser
easybell	easybell
encoLine	encoLine
ENTEKA	ENTEKA Medianet
EWE	EWE Tel
EWR	EWR

Stationäre Breitbandanschlüsse	
Kurzbezeichnung Jahresbericht	Bezeichnung im Rahmen der Breitbandmessung
GELSEN-NET	GELSEN-NET
HeLi NET	HeLi NET
htp	htp
inexio	inexio
innogy	innogy Highspeed
KEVAG	KEVAG Telekom
KomMITT-Ratingen	rapeedo / KomMITT-Ratingen
MDCC	MDCC Magdeburg-City-Com
M-net	M-net
MUENET	MUENET
NeckarCom	NeckarCom
NetAachen	NetAachen
NetCologne	NetCologne
NetCom BW	NetCom BW
Netcom Kassel	Netcom Kassel
neu- medianet	fitflat / neu- medianet / Neubrandenburger Stadtwerke
NEW Niederrhein	NEW Niederrhein Energie und Wasser
nordischnet	nordischnet / GVG Glasfaser
OR Network	wiDSL / OR Network
osnatel	osnatel
PYUR	HL komm
	martens
	primacom
	PYUR
	Tele Columbus
QUIX	QUIX
RFT kabel	RFT kabel Brandenburg
R-KOM	Glasfaser Ostbayern / R-KOM
	R-KOM
RWE Highspeed	RWE Highspeed

Stationäre Breitbandanschlüsse	
Kurzbezeichnung Jahresbericht	Bezeichnung im Rahmen der Breitbandmessung
schlau.com	schlau.com / energis
sdt.net	sdt.net
smart-DSL	smartONE / smart-DSL
Stiegeler IT	Stiegeler IT
süc/ / dacor	süc//dacor
SW Bremen	SWB
SW Neumünster	SWN-NetT / SWN Stadtwerke Neumünster
SW Schwedt	Stadtwerke Schwedt
SWU TeleNet	SWU TeleNet
Telefónica	o2 / Telefónica
Telekom	Telekom
Thüringer Netkom	Thüringer Netkom
TNG Stadtnetz	TNG Stadtnetz
Unitymedia	Kabel BW
	Unitymedia
Vodafone	Kabel Deutschland
	Vodafone
VS Media	Vereinigte Stadtwerke Media
wilhelm.tel	wilhelm.tel
willy.tel	willy.tel
WOBCOM	WOBCOM

10.2 Mobile Breitbandanschlüsse

Tabelle 10.2: In Grafiken und Bildbeschreibungen verwendete Kurzbezeichnung und vollständige Bezeichnung der Anbieter im Rahmen der Breitbandmessung für mobile Breitbandanschlüsse

Mobile Breitbandanschlüsse	
Kurzbezeichnung Jahresbericht	Bezeichnung im Rahmen der Breitbandmessung
1 & 1	1&1
	1&1 Versatel
Aldi Talk	Aldi Talk
Ay Yildiz	Ay Yildiz
BILDConnect	BILDConnect
blau	blau
congstar	congstar
DeutschlandSIM	DeutschlandSIM
Drillisch	Drillisch
EDEKA smart	EDEKA smart
FONIC	FONIC
FONIC mobile	FONIC mobile
freenet mobile	freenet mobile
ja! mobil	ja! mobil
klarmobil	klarmobil
LIDL Connect	LIDL Connect
maXXim	maXXim
mobilcom	mobilcom debitel
NettoKOM	NettoKOM
otelo	otelo
PENNY Mobil	PENNY Mobil
PremiumSIM	PremiumSIM
simplytel	simply / simplytel
smartmobil.de	smartmobil.de
sparhandy	sparhandy
Tchibo Mobil	Tchibo Mobil
Telefónica	o2 / Telefónica
Telekom	Telekom
Vodafone	Vodafone
winSIM	winSIM
yourfone	yourfone

11 Glossar

Anbieter

Partei, mit der der Endkunde einen Vertrag über die Bereitstellung eines Internet-Zugangs abgeschlossen hat.

„Bis zu“-Bandbreite

Häufig unterschreitet die in der praktischen Nutzung erzielte Datenübertragungsrate eines Internetzugangs die vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate. Das kann von verschiedenen Faktoren abhängen, z. B. von der Länge der Anschlussleitung, davon, wie viele Nutzer zeitgleich die Leitung nutzen, oder aber auch von den Modem-Einstellungen. In vielen Telekommunikationsverträgen werden deshalb keine festen Datenübertragungsraten garantiert, sondern nur Geschwindigkeiten "bis zu" einer bestimmten Grenze versprochen. Dabei bleibt oft unklar, wie stark die tatsächlich erreichbare Datenübertragungsrate von der maximal versprochenen abweichen kann.

Datenübertragungsrate

Geschwindigkeit, mit der Daten über eine (Breitband-) Verbindung übertragen werden. Gemessen in Megabit pro Sekunde (Mbit/s). Die Beschreibung des im Rahmen der Breitbandmessung eingesetzten Messverfahrens für die Datenübertragungsrate befindet sich in Kapitel 2.3.1.

DNS

Domain Name System - Hierarchischer Verzeichnisdienst im Internet zur Verwaltung des Namensraums, d. h. zur Beantwortung von Anfragen zur Namensauflösung in IP-Adressen.

Download/Downstream

Übertragungsrichtung vom Netz hin zur Endkundeneinrichtung.

DSL

Digital Subscriber Line (DSL, xDSL) - Digitale Breitband-Verbindungen für Teilnehmeranschlüsse über einfache Kupferleitungen des herkömmlichen Telefonnetzes. Ausprägungen von xDSL sind u. a. ADSL (asymmetric digital subscriber line), HDSL (high data rate digital subscriber line) und VDSL (very high data rate digital subscriber line).

Endgerät

Technisches Gerät, das durch den Endkunden zur Nutzung des Internetzugangs verwendet wird. Es kann unmittelbar an die Endkunden-Schnittstelle (Dienstzugang) angeschlossen sein oder aber über eine Endkundeninfrastruktur mit dieser verbunden sein.

Endkunde

Partei, die einen Vertrag mit einem Anbieter über die Bereitstellung des Internet-Zugangs abgeschlossen hat. Im Sinne dieses Dokuments gelten Telekommunikationsdienstanbieter, die ihrerseits Telekommunikationsdienstleistungen von anderen Dienst Anbietern beziehen, nicht als Endkunden.

Endkundeninfrastruktur

Gesamtheit der Systeme und Einrichtungen auf der Endkundenseite, die zur Nutzung einer Telekommunikation über eine TK-Infrastruktur benutzt werden.

Endnutzer

Partei, die einen Vertrag mit einem Anbieter über die Bereitstellung des Internet-Zugangs abgeschlossen hat.

Wird in diesem Dokument gleichbedeutend mit dem Begriff

Endkunde nach DIN 66274 verwendet.

FTTB

Fibre to the Building – Glasfaser bis an das Gebäude, weitere Verteilung im Gebäude mit Kupferkabeln.

FTTC/FTTN

Fibre to the Curb / Fibre to the Node – Glasfaser bis zum Kabelverzweiger, weitere Übertragung zum Teilnehmeranschluss über Kupferkabel.

FTTH

Fibre to the Home – Glasfaser bis ins Haus/ in die Wohnung.

Glasfaser

Technologie zur Realisierung von Breitbandanschlüssen unter Nutzung von Glasfaser-Leitungen.

Ausprägungen: FTTH, FTTB, FTTC/FTTN

GPRS

General Packet Radio Service - Paketorientierter Dienst zur Datenübertragung in GSM-Netzen.

GSM

Global System for Mobile Communications - Digitaler Mobilfunkstandard der zweiten Generation als Nachfolger der analogen Systeme der ersten Generation.

HTTP

Hypertext Transfer Protocol - Protokoll der ISO/OSI-Anwendungsschicht zur Übertragung von Daten über IP-Netze

(wird hauptsächlich verwendet, um Webseiten aus dem World Wide Web – www - zu laden).

IP

Internet Protocol - Protokoll der ISO/OSI-Vermittlungsschicht zum Austausch von Daten über Rechnernetze.

IPTV

Internet Protocol Television - Gattungsbegriff für audiovisuelle Dienste wie z. B. Fernsehen und Video, die über IP-basierte Netze übertragen werden.

Kabel

Technologie zur Realisierung von Breitbandanschlüssen über Breitband TV Kabel (Kupfer Koaxial).

LAN

Local Area Network - Ein in seiner Ausdehnung begrenztes und somit lokales Rechnernetz.

Laufzeit

Zeit, die ein Datenpaket benötigt, um von einem Sender zu einem Empfänger zu gelangen - i.A. angegeben in Millisekunden. Die Beschreibung des im Rahmen der Breitbandmessung hierfür eingesetzten Messverfahrens befindet sich in 2.3.2.

Im Rahmen der Breitbandmessung wird die Laufzeit betrachtet, die ein Datenpaket benötigt, um vom Messclient zum Messserver und zurück zu gelangen.

LTE

Long Term Evolution - Digitaler Mobilfunkstandard der vierten Generation, mit dem wiederum höhere Datenübertragungsraten als mit dem der dritten Generation möglich sind.

LTE stationär

Insbesondere im ländlichen Bereich wird die LTE-Zugangstechnologie als Ersatz für Festnetzanschlüsse eingesetzt. Der Zugang erfolgt dabei über ein LTE-taugliches Endgerät.

Mbit/s

Megabit pro Sekunde: Einheit zur Messung der Datenübertragungsrates. 1 Mbit/s entspricht SI-konform 1000 kbit/s bzw. 1000000 bit/s.

Mobiler Breitbandanschluss

Breitbandanschluss zur Nutzung an wechselnden Orten.

Die Realisierung erfolgt in verschiedenen Technologien (z. B. UMTS, LTE).

Modem/Router

Funktionsgruppe, die die Endkunden-Schnittstelle zur Nutzung des Internet-Zugangs bereitstellt. Je nach verwendeter Zugangstechnologie und Dienstangebot kann es sich hierbei um einen einfachen Netzabschlusspunkt oder aber auch um eine komplexe Hardware-Einheit handeln, die vom Diensteanbieter bereitgestellt

wird (z. B. eine Modem/Router-Einheit bei Double und Triple Play-Produkten).

Stationärer Breitbandanschluss

Breitbandanschluss zur Nutzung an einem festen Ort. Die Realisierung kann sowohl drahtgebunden (z. B. DSL, Kabel, Glasfaser) als auch drahtlos (z. B. LTE stationär, Richtfunk, Satellit) erfolgen.

Synchronisierte Datenrate der Leitung

Datenrate, mit der das Endgerät mit dem Netz des Anbieters synchronisiert ist. Diese stellt die maximale Datenübertragungsrate dar, die unter optimalen Bedingungen erreicht, aber nicht überschritten werden kann. Sie kann dabei je nach der Produktgestaltung des Anbieters unter der Datenrate liegen, die die Teilnehmeranschlussleitung entsprechend ihrer Qualität und ggfls. Länge in Abhängigkeit von der Anschlusstechnologie maximal zulässt. Dabei ist z. B. außerdem zu berücksichtigen, dass bei einigen Technologien die Nutzung von Ressourcen durch mehrere Verbraucher erfolgen kann (z. B. bei Kabel- und Mobilfunkanschlüssen).

TCP

Transmission Control Protocol - Verbindungsorientiertes, paketvermittelndes Protokoll der ISO/OSI-Transportschicht zur Übertragungssteuerung von Daten.

Upload/Upstream

Übertragungsrichtung von der Endkundeneinrichtung ins Netz.

UMTS

Universal Mobile Telecommunications System - Digitaler Mobilfunkstandard der dritten Generation, mit dem höhere Datenübertragungsraten als mit dem der zweiten Generation möglich sind.

Vertraglich vereinbarte Datenübertragungsrate

Datenübertragungsrate, die der Anbieter mit dem Endkunden vertraglich vereinbart hat, und diesem in Rechnungs- und Vertragsunterlagen sowie im Kundencenter kommuniziert.

- Für stationäre Breitbandanschlüsse wird dabei die **maximale, minimale** und die **normalweise zur Verfügung stehende** Datenübertragungsrate angegeben.
- Für mobile Breitbandanschlüsse wird die **geschätzte maximale** Datenübertragungsrate vereinbart.

VoIP

Voice over IP - Sprachübertragung über IP-basierte Datennetze.

WAN

Wide Area Network - Ein sich über einen sehr großen geografischen Bereich ausdehnendes Rechnernetz.

WLAN

Wireless Local Area Network - Ein in seiner Ausdehnung begrenztes und somit lokales Rechnernetz, auf das drahtlos zugegriffen wird.

12 Weitere Dokumente

12.1 Technische Spezifikation

Das Dokument „Technische Spezifikation“ stellt in komprimierter Form den technischen Aufbau und die technischen Abläufe von Messsystem und Messverfahren dar.

12.2 Allgemeinverständliche Beschreibung

Im Dokument „Beschreibung – Die Breitbandmessung aus Sicht des Endkunden“ sind detaillierte Informationen rund um den Test zusammengestellt.

Insbesondere sind hier die Bedienung und der Ablauf aus Endkundensicht Schritt für Schritt erläutert.

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Interaktive Ergebnisdarstellung der Jahresberichte	7
Abbildung 1.2:	Kartendarstellung aggregierter Ergebnisse auf NUTS-3-Ebene ..	8
Abbildung 2.1:	Übersicht Messkonzept	19
Abbildung 2.2:	Individuelle Ergebnisdarstellung für stationäre Anschlüsse	22
Abbildung 2.3:	Individuelle Ergebnisdarstellung für mobile Anschlüsse	26
Abbildung 4.1:	Beispiel für zwei empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate	50
Abbildung 4.2:	Beispiel für einen Boxplot und das zugehörige Histogramm	52
Abbildung 5.1:	Verteilung der Anschlüsse der Teilnehmer nach Bandbreitklassen im Vergleich zur Referenzverteilung (Quelle Referenzverteilung: Bundesnetzagentur, Stand: 31.12.2017).	59
Abbildung 5.2:	Verteilung der Anbieter im Vergleich zu den VATM TK- Marktanteilen (Quelle Referenzverteilung: VATM TK- Marktanalyse Q3/2018)	60
Abbildung 5.3:	Verteilung der Teilnehmer auf die Bundesländer im Vergleich zur Verteilung der Breitbandanschlüsse (Quelle Referenzverteilung: destatis, Stand: 31.12.2016)	61
Abbildung 5.4:	Verteilung der Teilnehmer nach Regionen im Vergleich zur Bevölkerungsstatistik (Quelle Referenzverteilung: destatis, Stand: 31.12.2016)	62
Abbildung 5.5:	Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer	64
Abbildung 5.6:	Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer nach Bandbreitklassen	66
Abbildung 5.7:	Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer nach Regionen	67
Abbildung 5.8:	Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer	68
Abbildung 5.9:	Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer nach Bandbreitklassen	70
Abbildung 5.10:	Verteilung der Kundenzufriedenheit der Teilnehmer nach Regionen	71
Abbildung 6.1:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 900.579)	72
Abbildung 6.2:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen	74
Abbildung 6.3:	Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen	76

Abbildung 6.4:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung	78
Abbildung 6.5:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.	79
Abbildung 6.6:	Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Anbietern	81
Abbildung 6.7:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual (links) und absolut (rechts) erreichten Datenübertragungsrate im Download je Bandbreiteklasse für die jeweils bis zu 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen.	87
Abbildung 6.8:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich	89
Abbildung 6.9:	Empirische Verteilungsfunktion der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich	90
Abbildung 6.10:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern	91
Abbildung 6.11:	Empirische Verteilungsfunktion der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern	92
Abbildung 6.12:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual (links) und absolut (rechts) erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern je Bandbreiteklasse	96
Abbildung 6.13:	Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen.....	97
Abbildung 6.14:	Tageszeitlicher Verlauf der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen.....	98
Abbildung 6.15:	Quartalsverlauf der empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download	99
Abbildung 6.16:	Quartalsverlauf der Boxplots der prozentual erreichten Datenübertragungsraten Download	100
Abbildung 6.17:	Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Kundenzufriedenheit	101
Abbildung 6.18:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 801.174).....	103

Abbildung 6.19: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreitklassen.....	104
Abbildung 6.20: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreitklassen	105
Abbildung 6.21: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Upload nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf ↗ https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung	107
Abbildung 6.22: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.	108
Abbildung 6.23: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Anbietern	110
Abbildung 6.24: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 882.657).....	114
Abbildung 6.25: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Bandbreitklassen	115
Abbildung 6.26: Boxplot der Laufzeit nach Bandbreitklassen	116
Abbildung 6.27: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf ↗ https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung	118
Abbildung 6.28: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.	119
Abbildung 7.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 384.999).....	120
Abbildung 7.2: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen....	122
Abbildung 7.3: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen	123
Abbildung 7.4: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf ↗ https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung	125
Abbildung 7.5: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.	126
Abbildung 7.6: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Mobilfunk Download nach Anbietern	128

Abbildung 7.7:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual (links) und absolut (rechts) erreichten Datenübertragungsrate Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen je Bandbreiteklasse.	133
Abbildung 7.8:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich	135
Abbildung 7.9:	Empirische Verteilungsfunktion der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich	136
Abbildung 7.10:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern	137
Abbildung 7.11:	Empirische Verteilungsfunktion der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bundesländern	138
Abbildung 7.12:	Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen....	140
Abbildung 7.13:	Tageszeitlicher Verlauf der absolut erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen....	140
Abbildung 7.14:	Quartalsverlauf der empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download	141
Abbildung 7.15:	Quartalsverlauf der Boxplots der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download.....	142
Abbildung 7.16:	Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Kundenzufriedenheit	143
Abbildung 7.17:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 327.779).....	144
Abbildung 7.18:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreiteklassen.....	145
Abbildung 7.19:	Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreiteklassen	146
Abbildung 7.20:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Upload nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung	148
Abbildung 7.21:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.	149
Abbildung 7.22:	Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Anbietern	150

Abbildung 7.23: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit für alle Nutzer in der Stichprobe (N = 378.656).....	153
Abbildung 7.24: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Bandbreiteklassen	154
Abbildung 7.25: Boxplot der Laufzeit nach Bandbreiteklassen	155
Abbildung 7.26: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Anbietern, verfügbar in der interaktiven Ergebnisdarstellung auf https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung	156
Abbildung 7.27 Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.	157
Abbildung 8.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich.....	159
Abbildung 8.2: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich	160
Abbildung 8.3: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen im Jahresvergleich	163
Abbildung 8.4: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich	167
Abbildung 8.5: Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich.....	168
Abbildung 8.6: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload im Jahresvergleich.....	169
Abbildung 8.7: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreiteklassen im Jahresvergleich	171
Abbildung 8.8: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich	175
Abbildung 8.9: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit im Jahresvergleich	176
Abbildung 8.10: Empirische Verteilungsfunktionen der Laufzeit nach Bandbreiteklassen im Jahresvergleich	178
Abbildung 8.11: Empirische Verteilungsfunktionen der Laufzeit nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich	180

Abbildung 9.1:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich	182
Abbildung 9.2:	Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich	183
Abbildung 9.3:	Empirische Verteilungsfunktion der gemessenen Datenübertragungsrate Download für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich	184
Abbildung 9.4:	Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreitklassen für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich.....	187
Abbildung 9.5:	Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich	191
Abbildung 9.6:	Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach geografischem Bereich für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich.....	192
Abbildung 9.7:	Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich.....	193
Abbildung 9.8:	Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload im Mobilfunk im Jahresvergleich	194
Abbildung 9.9:	Empirische Verteilungsfunktion der absolut gemessenen Datenübertragungsrate Upload im Mobilfunk im Jahresvergleich	195
Abbildung 9.10:	Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreitklassen im Mobilfunk im Jahresvergleich.....	197
Abbildung 9.11:	Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Upload im Mobilfunk nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich.....	201
Abbildung 9.12:	Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit im Mobilfunk im Jahresvergleich	202
Abbildung 9.13:	Empirische Verteilungsfunktionen der Laufzeit nach Bandbreitklassen im Jahresvergleich	204

14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Validierungsschritte	35
Tabelle 3.2:	Im statistischen Monitoring untersuchte Anbieter stationärer Breitbandanschlüsse (Quelle: VATM TK-Marktanalyse Q3/2018)	43
Tabelle 5.1:	Anzahl der bei der Validierung verworfenen Datensätze für stationäre Breitbandanschlüsse	55
Tabelle 5.2:	Anzahl der bei der Validierung verworfenen Datensätze für mobile Breitbandanschlüsse	56
Tabelle 6.1:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bandbreitklassen	77
Tabelle 6.2:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Anbietern (Reihung nach Anzahl valider Messungen)	82
Tabelle 6.3:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach geografischem Bereich	90
Tabelle 6.4:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bundesländern	93
Tabelle 6.5:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate Upload erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bandbreitklassen	106
Tabelle 6.6:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate Upload erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Anbietern (Reihung nach Anzahl valider Messungen)	111
Tabelle 6.7:	Anteile der Nutzer, die eine Laufzeit (Round-Trip-Time) von bis zu x Millisekunden beobachtet haben und 95 %-Konfidenzintervalle	117
Tabelle 7.1:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bandbreitklassen	124

Tabelle 7.2:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Anbietern (Reihung nach Anzahl valider Messungen)	129
Tabelle 7.3:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach geografischem Bereich.....	136
Tabelle 7.4:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate Upload erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Bandbreitklassen	147
Tabelle 7.5:	Anteile der Nutzer, die mindestens x % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate Upload erhielten und 95 %-Konfidenzintervalle nach Anbietern (Reihung nach Anzahl valider Messungen)	151
Tabelle 7.6:	Anteile der Nutzer, die eine Laufzeit (Round-Trip-Time) von bis zu x Millisekunden beobachtet haben und 95 %-Konfidenzintervalle	155
Tabelle 8.1:	Prozentuale Verteilung der Stichproben auf die Bandbreitklassen. Die Summe der Anteile je Messperiode ergibt 100 %.....	161
Tabelle 9.1:	Prozentuale Verteilung der Mobilfunk-Stichproben auf die Bandbreitklassen. Die Summe der Anteile je Messperiode ergibt 100 %.....	185
Tabelle 10.1:	In Grafiken und Bildbeschreibungen verwendete Kurzbezeichnung und vollständige Bezeichnung der Anbieter im Rahmen der Breitbandmessung für stationäre Breitbandanschlüsse	205
Tabelle 10.2:	In Grafiken und Bildbeschreibungen verwendete Kurzbezeichnung und vollständige Bezeichnung der Anbieter im Rahmen der Breitbandmessung für mobile Breitbandanschlüsse	208

15 Statistiksoftware

R Version 3.5.1 & 3.5.2

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing.

R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

www.R-project.org

16 Impressum

Die Breitbandmessung wurde von der zafaco GmbH im Auftrag der Bundesnetzagentur entwickelt. Der Bericht enthält die Ergebnisse von Messungen, die im dritten Betriebsjahr der Breitbandmessung durchgeführt worden sind.

Ansprechpartner:

zafaco GmbH

Münchener Str. 101/39

D-85737 Ismaning

Projektteam zafaco GmbH:

Matthias Burger

Kai Lukas

Bernd Oliver Schöttler

Christoph Sudhues

Ismaning, 13.03.2019

© zafaco GmbH

Vervielfältigung und Nachdruck – auch auszugsweise – nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung.