



Jahresbericht 2022/23

Mobile Breitbandanschlüsse

Inhalt

1	Ziele der Breitbandmessung	3
2	Methoden der Breitbandmessung	6
3	Ergebnisse.....	8
3.1	Datenübertragungsrate Download	8
3.1.1	Bandbreiteklasse	9
3.1.2	Anbieter	12
3.1.3	Geografischer Bereich	18
3.1.4	Tageszeitlicher Verlauf.....	21
3.1.5	Kundenzufriedenheit	22
3.2	Datenübertragungsrate Upload	24
3.2.1	Bandbreiteklasse	25
3.2.2	Anbieter	26
3.3	Laufzeit	27
4	Sonderuntersuchung: Mobilfunktechnologie 5G in den Bandbreiteklassen 7 und 8	28
5	Anhang	33
5.1	Weitere Darstellungen und Dokumente	33
5.2	Statistiksoftware.....	34
5.3	Impressum	34

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 mit der Desktop-App durchgeführt werden. Für mobile Anschlüsse steht die kostenfreie Breitbandmessung/Funkloch-App zur Verfügung. Zudem können unter [➔ https://breitbandmessung.de/test](https://breitbandmessung.de/test) Browsermessungen durchgeführt werden, um die aktuelle Performance beim Surfen im Internet zu bestimmen.

Endkunden haben mit der Breitbandmessung/Funkloch-App 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 den Mobilfunk für das Betriebsjahr 2022/2023 aggregiert dargestellt. Weitere Auswertungen hierzu, insbesondere zu Anbietern und Bundesländern, sind in einer interaktiven Ergebnisdarstellung unter

[➔ https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung](https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung) abrufbar.

Für stationäre Breitbandanschlüsse steht ein separater Jahresbericht zur Verfügung. Dieser ist unter

[➔ https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte](https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte) abrufbar.

Zudem gibt es auch für den stationären Bereich eine interaktive Ergebnisdarstellung unter

[➔ https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung](https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung).

Neben den aggregierten Jahresergebnissen wird auf <https://breitbandmessung.de/kartenansicht> eine browserbasierte Kartenfunktion bereitgestellt, in der tagesaktuell validierte Ergebnisse regional aufgliedert und nach bestimmten Kriterien sortiert – z. B. nach Anbieter und/oder Bandbreiteklasse – abgebildet werden.

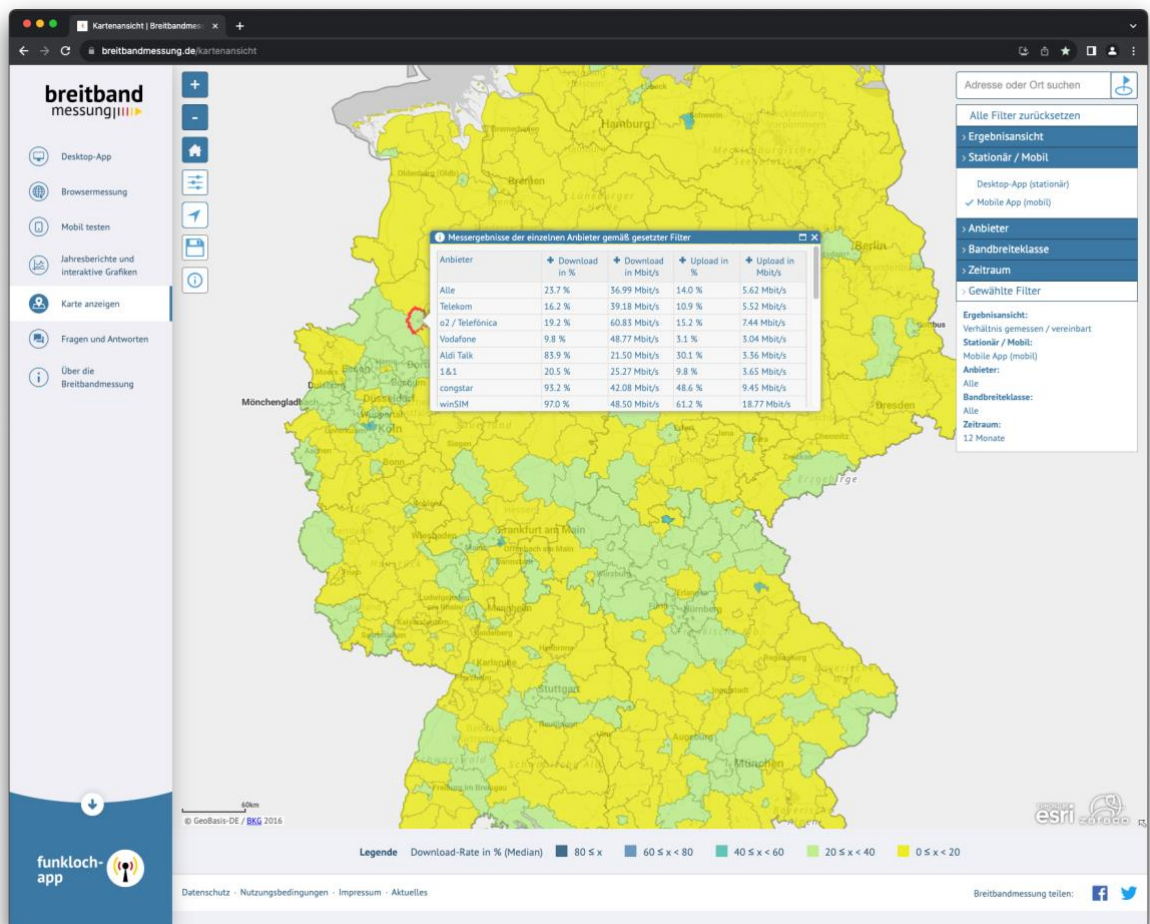


Abbildung 1.1: Kartendarstellung der Ergebnisse.

Mit der Breitbandmessung/Funkloch-App können Nutzer zudem protokollieren, ob ein Funkloch vorliegt, eine Mobilfunkanbindung verfügbar ist und welche Mobilfunktechnologie¹ (2G, 4G, 5G) genutzt wird. Die gemeldeten Messpunkte stehen aggregiert in Form einer browserbasierten Kartenansicht unter

¹ Innerhalb des deutschen Mobilfunknetzes wird die Technologie 3G nicht mehr genutzt. In Grenzregionen kann es auch zur Erfassung von 3G-Netzen kommen, da diese zwar in Deutschland nicht mehr verfügbar sind, aber in den Nachbarländern noch genutzt werden.

➔ <https://breitbandmessung.de/kartenansicht-funkloch> zur Verfügung. Die gemeldeten Messpunkte sind nicht Bestandteil dieses Jahresberichtes.

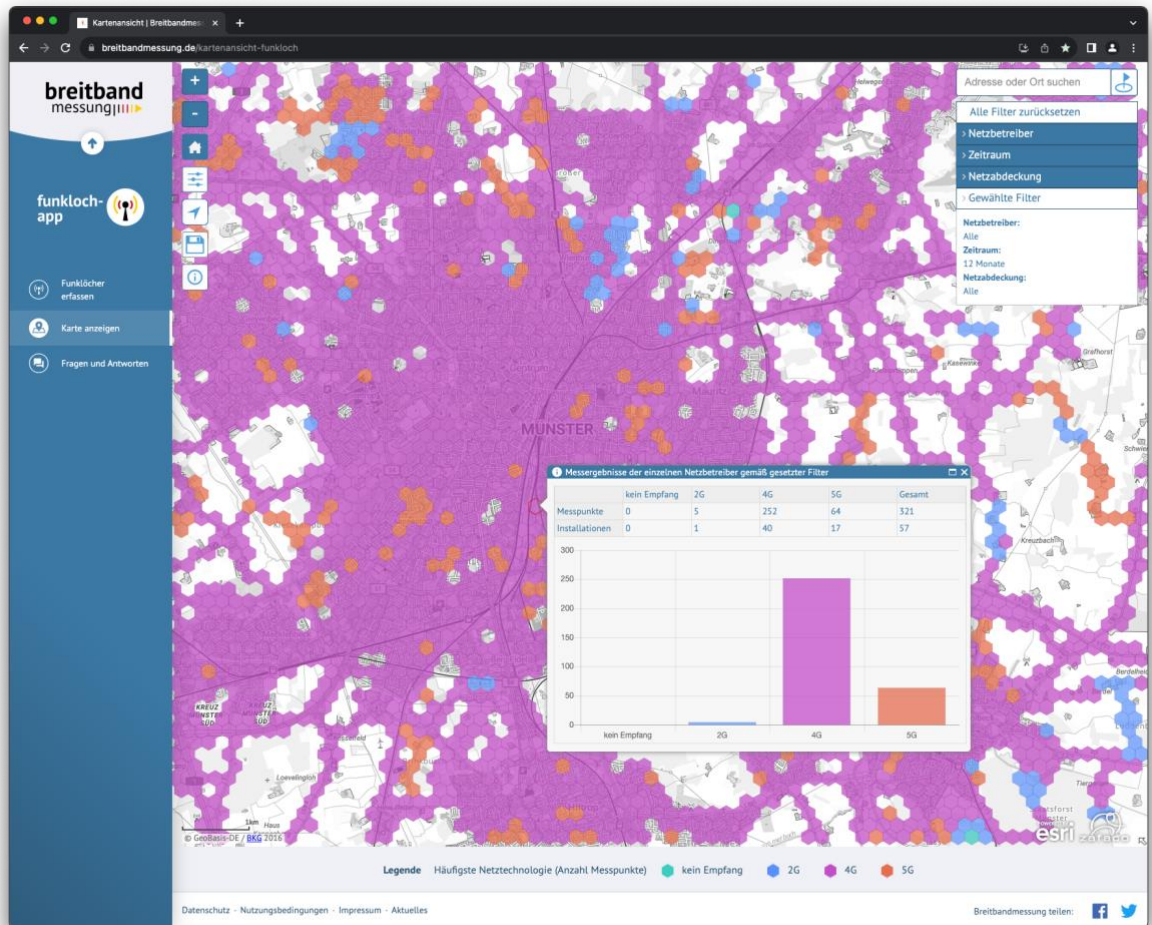


Abbildung 1.2: Kartendarstellung der Ergebnisse der Netzverfügbarkeitsmessung.

2 Methoden der Breitbandmessung

Die Teilnahme von Endnutzern an der Breitbandmessung ist eigeninitiiert 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 zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate und der verwendeten Testumgebung, deren technische Überprüfbarkeit nur in Teilen möglich ist.

Im Rahmen der Breitbandmessung werden die Tarifinformationen der Anbieter mittels Auswahlmenü vorgefiltert. Eine fehlerhafte Tarifauswahl durch den Nutzer kann nicht ausgeschlossen werden. Dies kann auch Auswirkungen auf die Zuordnung von Messungen zu den einzelnen Bandbreiteklassen haben. Messwerte mit einer ermittelten prozentualen Datenübertragungsrate jenseits von 120 % wurden von der Analyse ausgeschlossen, da diese Werte größtenteils auf Fehleingaben der Nutzer oder fehlerhaften Tarifmeldungen hinsichtlich der vertraglich zugesicherten Bandbreite beruhen dürften. Mögliche Ausreißer nach unten wurden nicht gefiltert.

Die Auswertung der Messdaten für den Jahresbericht bezieht sich auf validierte Daten. Bei der Messung mobiler Breitbandanschlüsse mit der Breitbandmessung/Funkloch-App wurde technisch oder durch Endkundeneingabe erkannt, ob die Messung über WLAN oder unter Vorliegen weiterer potenzieller Einflussfaktoren (insbesondere Messungen mit gedrosseltem Datenverkehr) erfolgte. Messungen, die die Validierungskriterien nicht erfüllten, wurden verworfen.

Es kann dennoch nicht ausgeschlossen werden, dass Endkunden eine nicht optimale Testumgebung nutzten. Daher ist davon auszugehen, dass die wiedergegebenen Ergebnisse ungünstiger sind, als sie bei einer optimalen Testumgebung ausfallen würden.

Mehrfachmessungen sind im Mobilfunkumfeld nicht relevant, da eine minimale örtliche Änderung bereits zu einem gänzlich anderen Messergebnis führen kann.

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> abrufbar.

Anbieter mit weniger als 400 validen Messungen werden in der Gruppe „Sonstige“ zusammengefasst.

Eine ausführliche Darstellung der Methoden findet sich im separaten Dokument „Material, Methoden und Datengrundlage“. Darin werden das Messkonzept sowie die Vorgehensweise bei Stichprobengewinnung, Auswertung und Darstellung der Daten beschrieben. Außerdem wird im Dokument die Datengrundlage der mobilen Messungen des Jahresberichtes 2022/2023 in Bezug auf Validierungsergebnisse und Kundenzufriedenheit dargestellt. Es ist unter

➔ <https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte> abrufbar.

3 Ergebnisse

Die im Jahresbericht betrachteten Messungen mobiler Anschlüsse wurden vom 01.10.2022 bis zum 30.09.2023 durchgeführt. Insgesamt wurden für mobile Breitbandanschlüsse 563.363 valide Messungen berücksichtigt (2021/2022: 623.581). Die Zahl valider Messungen von mobilen Breitbandanschlüssen hat sich im Vergleich zum vorangegangenen Berichtszeitraum verringert.

3.1 Datenübertragungsrate Download

Abbildung 3.1 stellt das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent im Download über alle Anbieter und Bandbreitklassen hinweg im Jahresvergleich dar.

Über alle Bandbreitklassen und Anbieter hinweg erhielten 25,5 % der Nutzer (2021/2022: 23,2 %) mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate; bei 4,0 % der Nutzer (2021/2022: 3,0 %) wurde diese voll erreicht oder überschritten.

Betrachtet man die Entwicklung über die acht Berichtszeiträume seit Start der Breitbandmessung, so ist zu erkennen, dass sich die prozentualen Ergebnisse erneut gegenüber dem Vorjahr verbessert haben und der Trend zu höheren prozentualen Datenübertragungsraten ungebrochen ist. Diese Verbesserung lässt sich auf Steigerungen in den mittleren und oberen Bandbreitklassen zurückführen.

Die Kurve des aktuellen Berichtszeitraumes verläuft allerdings weiter überwiegend unter der des Jahres 2015/2016, dem ersten Jahr der Erhebung. Ab dem Berichtsjahr 2016/2017 haben die Mobilfunkanbieter LTE-Max Tarife mit deutlich höheren vertraglich in Aussicht gestellten Datenübertragungsraten vermarktet. Auffällig hierbei ist, dass die Steigerungen im Bereich von 80 % bis 100 % des Tarifmaximums dazu führen, dass die diesjährigen Ergebnisse erstmalig partiell oberhalb der prozentualen Ergebnisse des Berichtsjahres 2015/2016 liegen. Dies ist auf einen abermals gestiegenen Anteil von Messungen oberhalb von 50 Mbit/s zurückzuführen. Für die absolute Datenübertragungsrate ist eine Verbesserung gegenüber dem

Vorjahreszeitraum ersichtlich, die Steigerung fällt allerdings geringer aus als im Jahresvergleich zuvor.

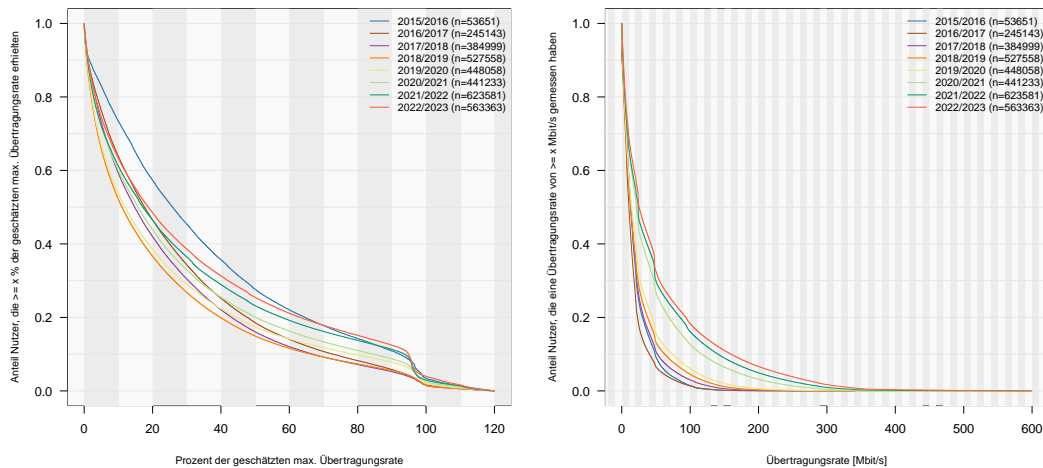


Abbildung 3.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich.

3.1.1 Bandbreiteklasse

Im Rahmen der Breitbandmessung werden die mobilen Breitbandanschlüsse in acht Bandbreiteklassen eingeteilt.² Die Zuordnung einzelner Anschlüsse bzw. der zugrundeliegenden Verträge wurde anhand der von den Nutzern angegebenen vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate im Download vorgenommen.

In Abbildung 3.2 werden die Messergebnisse in den einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt. Dabei lassen sich deutliche Unterschiede zwischen den Bandbreiteklassen feststellen.

Die beobachtete Spanne bezogen auf mindestens 100 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate reichte in den Bandbreiteklassen von 0,6 % bis 24,6 % der Endkunden. Der Anteil der Endkunden, die die vertraglich vereinbarte geschätzte maximale Datenübertragungsrate erreichten oder übertrafen, ist für die Bandbreiteklassen 1 (2 Mbit/s bis kleiner 8 Mbit/s) und 3 (18 Mbit/s bis kleiner 25 Mbit/s) mit 12 % und 24,6 % dabei

² Die Beschreibung der Bandbreiteklassen und eine Begründung für die Definition befindet sich im Dokument „Material, Methoden und Datengrundlage“ im Downloadbereich unter <https://breitbandmessung.de/ergebnisse>.

deutlich größer als für die fünf höheren Bandbreitklassen (4 - 8) mit 0,6 % bis 7,5 %. Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate betragen 6,1 % bis 56,3 %, 3,8 % bis 51 %, 2,7 % bis 44,5 %, 1,9 % bis 39,7 % und 1,2 % bis 35,1 %.

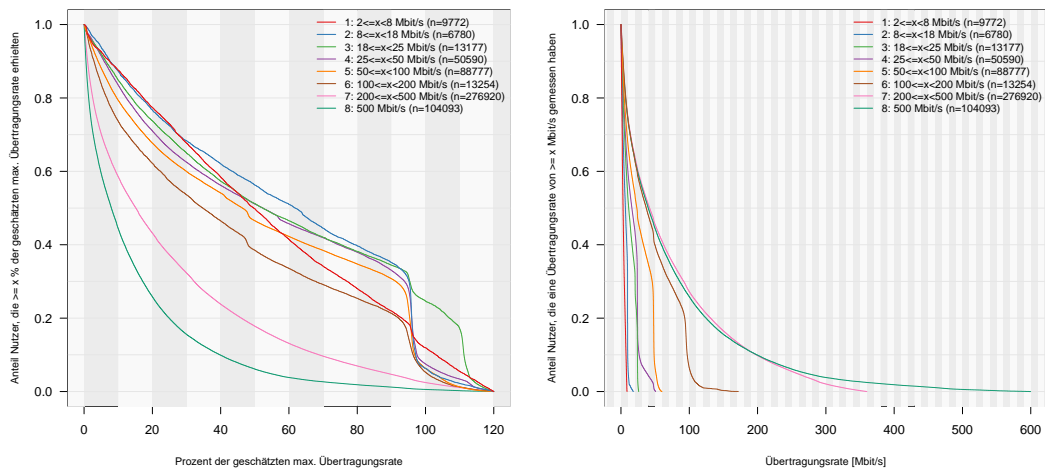


Abbildung 3.2: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach Bandbreitklassen.

In der Darstellung der absoluten Datenübertragungsrate ist zu erkennen, dass die Kurven der beiden höchsten Bandbreitklassen fast deckungsgleich verlaufen, wobei die Kurve der Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) über weite Teile sogar auf einem leicht höheren Niveau als die Kurve der Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) verläuft. Für Nutzer hat es demnach in der Praxis bezogen auf die absoluten Messwerte nur geringe Auswirkungen, ob diese einen 225 Mbit/s-, 300 Mbit/s- oder 500 Mbit/s-Tarif mit einem Anbieter abgeschlossen haben.

Grundsätzlich setzt sich der Trend zu höheren absoluten Datenübertragungsraten fort, was sich auch in höheren prozentualen Raten widerspiegelt.

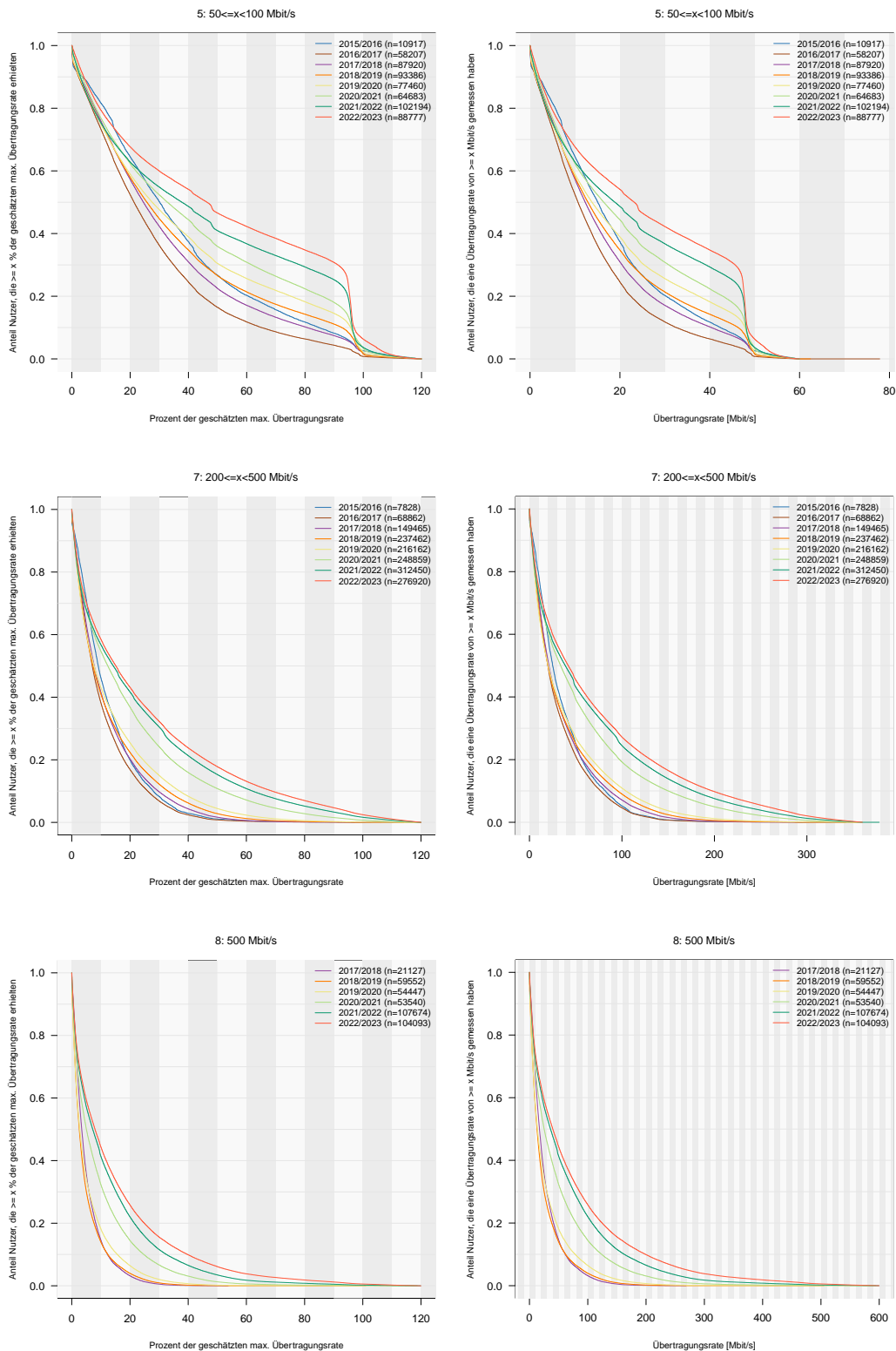


Abbildung 3.3: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach ausgewählten Bandbreite-klassen im Jahresvergleich.

3.1.2 Anbieter

In Abbildung 3.4 werden die empirischen Verteilungsfunktionen über alle Bandbreiteklassen hinweg für die 10 Anbieter³ mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt.⁴ Diese decken 88,7 % der validen Messungen ab. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.

Es sind klare Unterschiede zwischen den Kurvenverläufen der zehn Anbieter zu erkennen. Die Spanne bezogen auf das Erreichen von mindestens 100 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate reichte von 0,9 % bis 11,2 % der Endkunden. Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum hat sich die Spanne um 3,8 Prozentpunkte verringert, was aus Verschiebungen in der Tarifstruktur eines Anbieters resultiert.

Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate betragen 6,6 % bis 57 %, 4,2 % bis 52,7 %, 3,0 % bis 49,6 %, 2,2 % bis 46,7 % und 1,6 % bis 41,4 %. Die Maximalwerte sind im Vergleich zum Vorjahr auf gleichem Niveau verblieben.

Im Hinblick auf die absoluten Datenübertragungsraten fällt auf, dass einige Anbieter Kurvenverläufe oberhalb der Schar der anderen Anbieter aufweisen, für die im prozentualen Bereich Kurven unterhalb der Schar der Anbieter ermittelt wurden. Obwohl diese Anbieter also die höchsten absoluten Datenübertragungsraten erzielt haben, ist das Verhältnis zwischen den vertraglich in Aussicht gestellten und den tatsächlich gemessenen Datenübertragungsraten deutlich niedriger, da diese Anbieter sehr hohe Datenübertragungsraten in Aussicht stellen. Bei anderen Anbietern lassen sich die tariflichen Beschränkungen bei den maximal erreichbaren Datenübertragungsraten deutlich durch einen starken Abfall der Kurvenverläufe erkennen. Diese Beobachtungen aus dem aktuellen Berichtszeitraum decken sich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren.

³ Als Anbieter gelten im Folgenden auch eigenständige Marken von Telekommunikationsunternehmen.

⁴ Die Verteilungsfunktionen der weiteren Anbieter mit mehr als 400 Messungen können dem Internetangebot auf

➔ <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden.

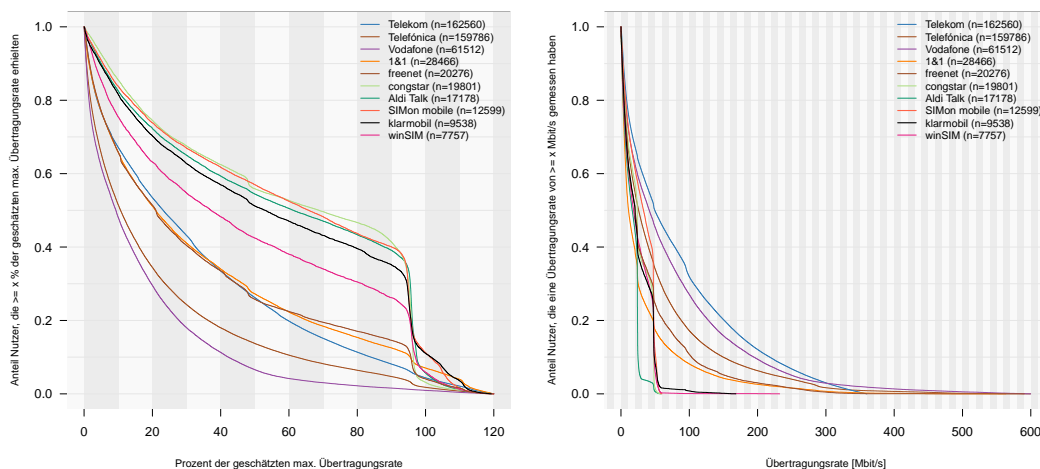


Abbildung 3.4: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten Datenübertragungsrate (rechts) im Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.

Die Verteilung der Messungen auf die einzelnen Bandbreiteklassen je Anbieter wird in Tabelle 3.1 für den aktuellen Berichtszeitraum dargestellt. Es ist auffällig, dass sich die Messungen bei einzelnen Anbietern auf unterschiedliche Bandbreiteklassen konzentrieren. Bei mehreren Anbietern konzentriert sich das Gros aller erfassten validen Messungen in einer Bandbreiteklasse, wobei bei einem Anbieter der Anteil fast ausschließlich in der höchsten Bandbreiteklasse liegt. Im Jahresvergleich wird erkennbar, dass alle in Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) vertretenen Anbieter ihren Anteil steigern konnten. Gut zu erkennen ist auch, dass die Bandbreiteklassen 1 (2 Mbit/s bis kleiner 8 Mbit/s), 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) und 6 (100 Mbit/s bis kleiner 200 Mbit/s) für fast alle aufgeführten Anbieter weiter an Gewicht verlieren.

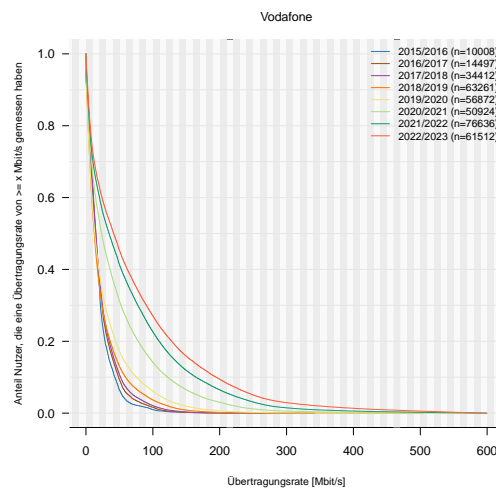
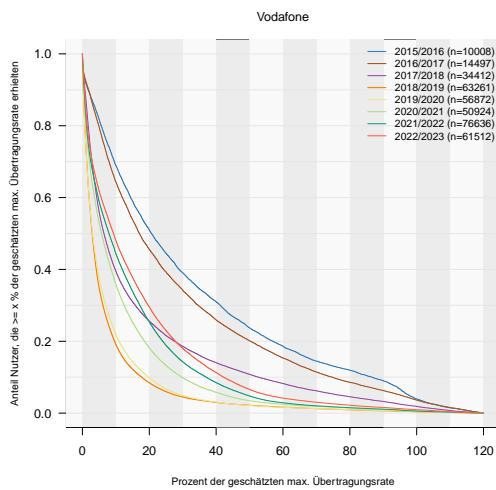
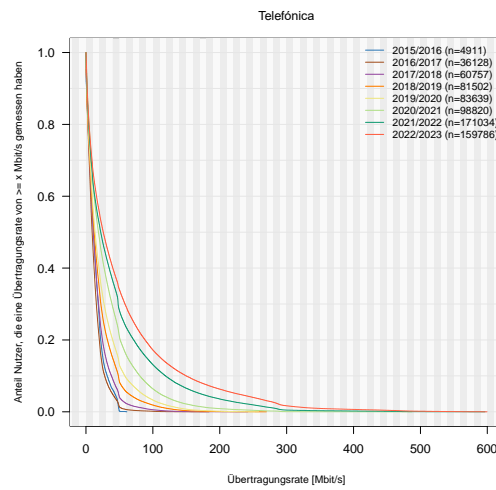
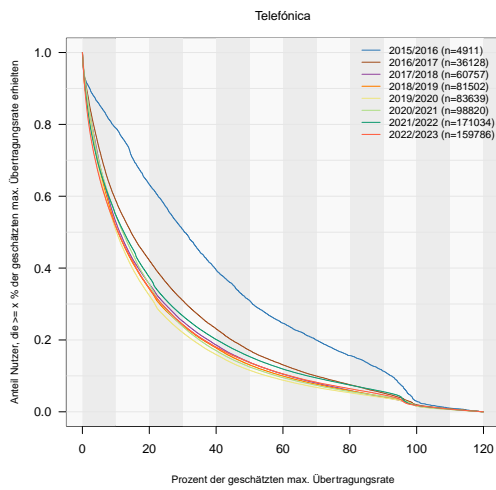
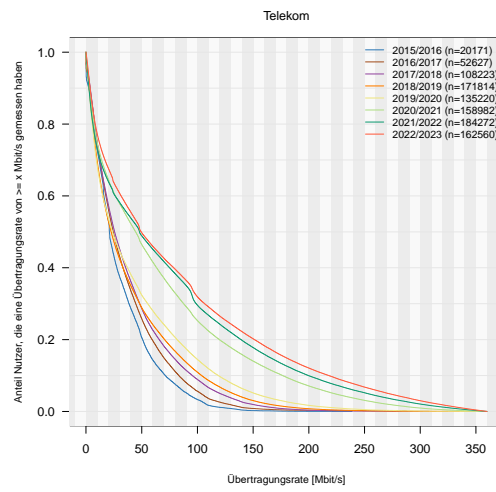
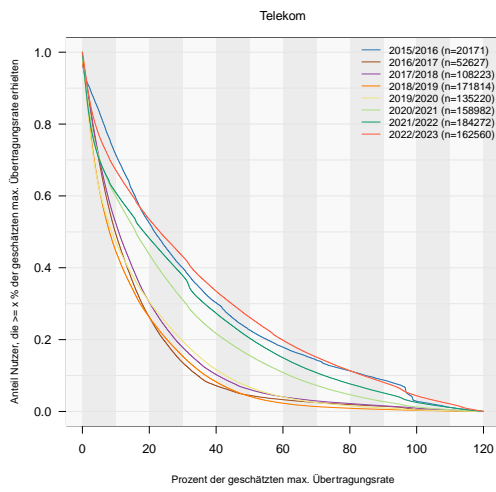
Tabelle 3.1: Anteil valider Messungen je Bandbreiteklasse bei mobilen Breitbandanschlüssen im Download für die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen im aktuellen Berichtszeitraum. Anteilswerte je Anbieter ergeben 100. Liegen nach der Validierung keine validen Messungen für eine Zelle (Kombination Anbieter und Bandbreiteklasse) vor, wird anstelle eines Nullwertes „-“ angezeigt. Zahlenwerte, die aufgrund der vorgenommenen Rundung als 0,0 angegeben werden, stellen Anteilswerte von weniger als 0,05% dar. Zellen, deren Werte unterhalb der Darstellungsschwelle (weniger als 400 valide Messungen) liegen, sind grau hinterlegt.

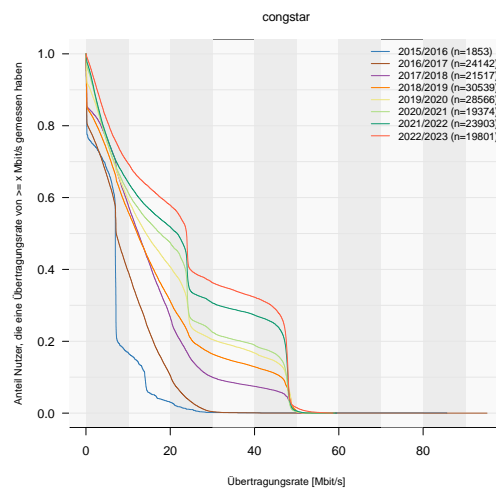
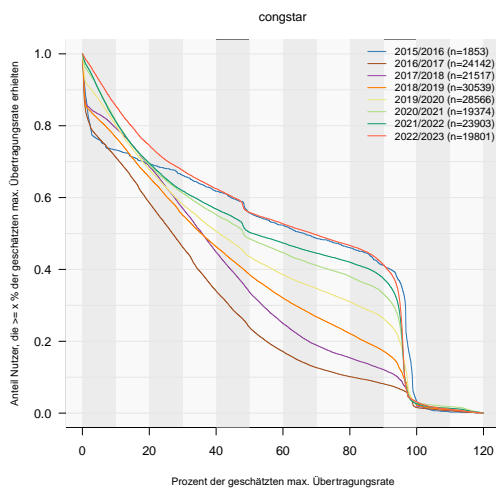
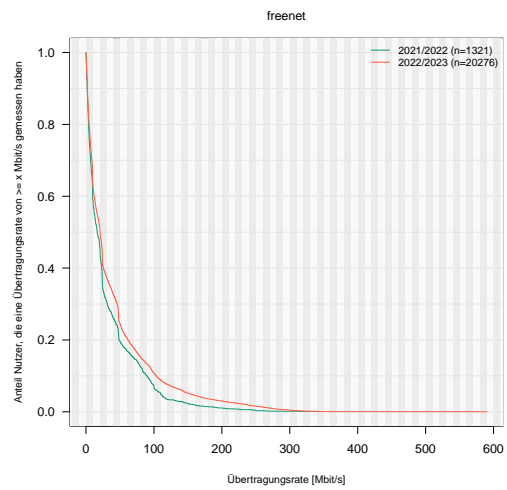
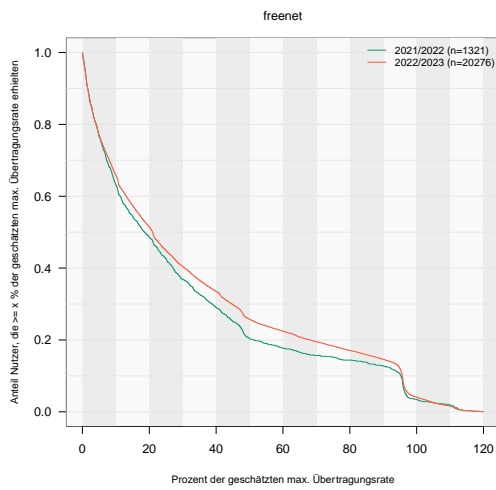
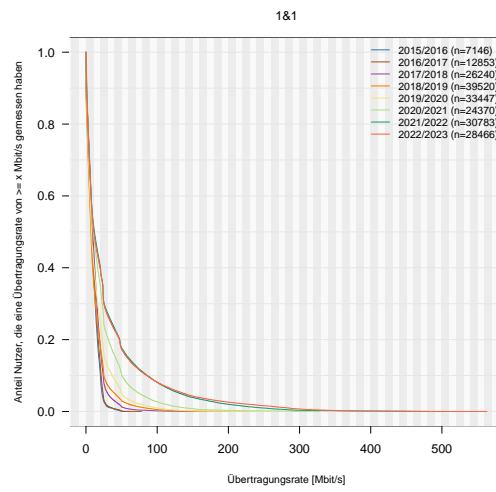
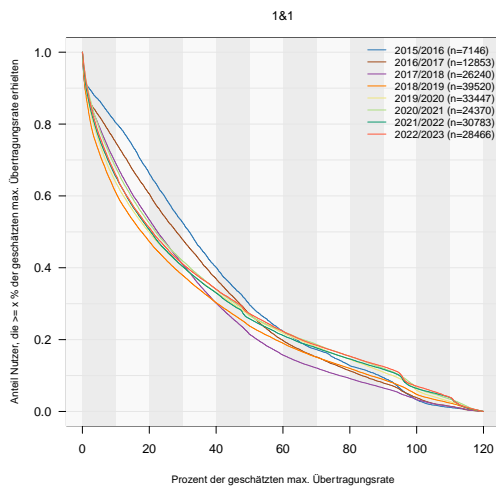
Mobile Breitbandanschlüsse																
Anbieter	1: 2 ≤ x < 8 Mbit/s		2: 8 ≤ x < 18 Mbit/s		3: 18 ≤ x < 25 Mbit/s		4: 25 ≤ x < 50 Mbit/s		5: 50 ≤ x < 100 Mbit/s		6: 100 ≤ x < 200 Mbit/s		7: 200 ≤ x < 500 Mbit/s		8: 500 Mbit/s	
	Anteil in %		Anteil in %		Anteil in %		Anteil in %		Anteil in %		Anteil in %		Anteil in %		Anteil in %	
	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22	22/23	21/22
Telekom	0,2	0,8	-	0,0	0,1	0,2	8,4	1,8	1,4	1,7	4,3	1,8	85,5	93,6	-	-
Telefónica	1,5	2,2	1,8	3,0	0,6	0,7	-	-	5,1	14,9	1,0	1,0	65,4	61,2	24,5	17,1
Vodafone	2,0	2,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,9	1,4	0,2	0,1	0,0	0,0	96,6	95,9
1&1	16,0	17,0	5,7	2,7	13,1	15,4	4,4	5,3	13,0	10,8	-	-	30,8	37,5	17,0	11,4
freenet	1,0	1,1	9,6	4,2	4,9	14,0	2,6	4,7	13,6	21,4	9,1	3,8	57,4	49,3	1,7	1,4
congstar	0,1	0,1	-	-	1,0	2,3	31,0	33,2	67,9	64,5	-	-	-	-	-	-
Aldi Talk	-	-	-	-	0,2	0,7	91,7	99,3	8,2	-	-	-	-	-	-	-
SIMon mobile	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	-	-	-	-	-	-
klarmobil	4,2	6,4	0,1	0,0	13,3	22,0	11,3	20,1	65,6	47,7	5,6	3,8	-	-	-	-
winSIM	-	0,3	-	-	3,2	5,3	-	-	95,2	92,2	-	-	1,6	2,2	-	-

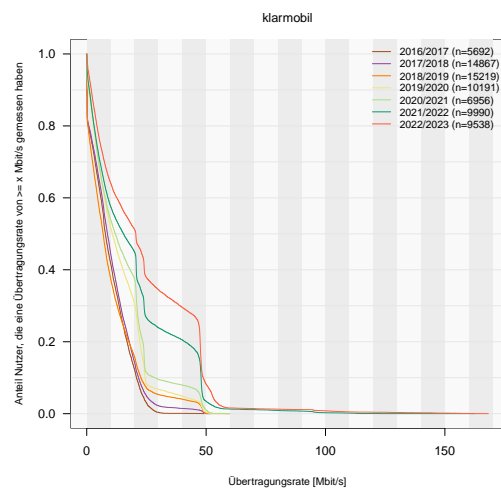
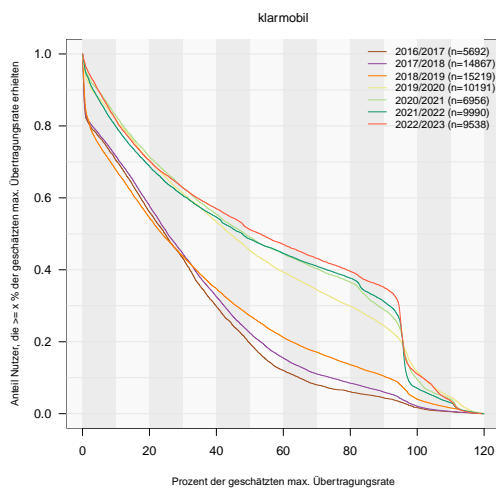
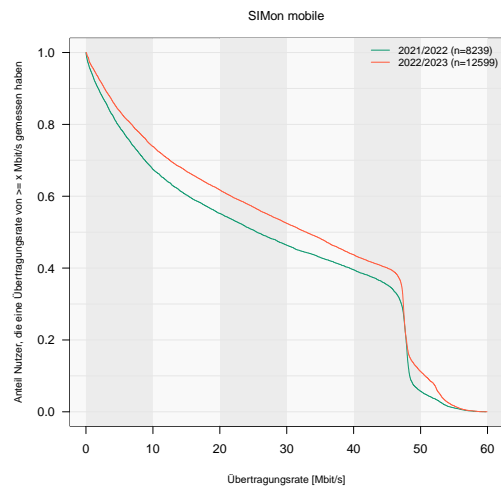
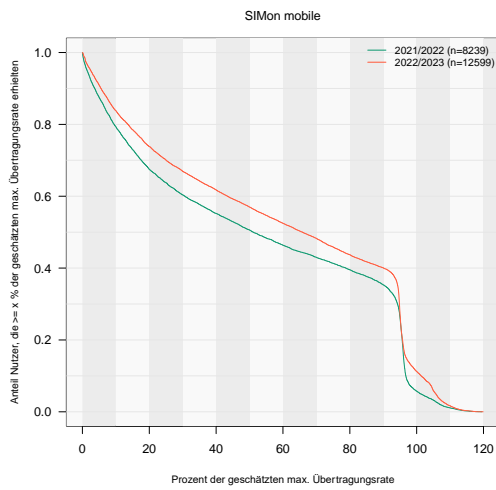
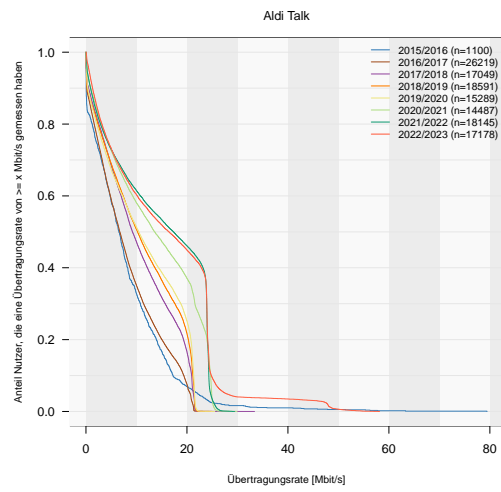
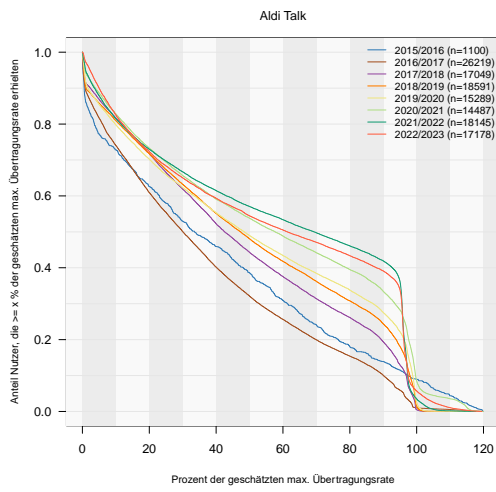
Anbieter Jahresvergleich

In Abbildung 3.5 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 2022/2023 absteigend nach der Zahl der validen Messungen betrachtet.

Die gemessenen absoluten Datenübertragungsraten nehmen bei fast allen dargestellten Anbietern zu, für einige Anbieter sogar deutlich; für die große Mehrheit der Anbieter ist auch für die prozentuale Datenübertragungsrate eine klare Steigerung im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen.







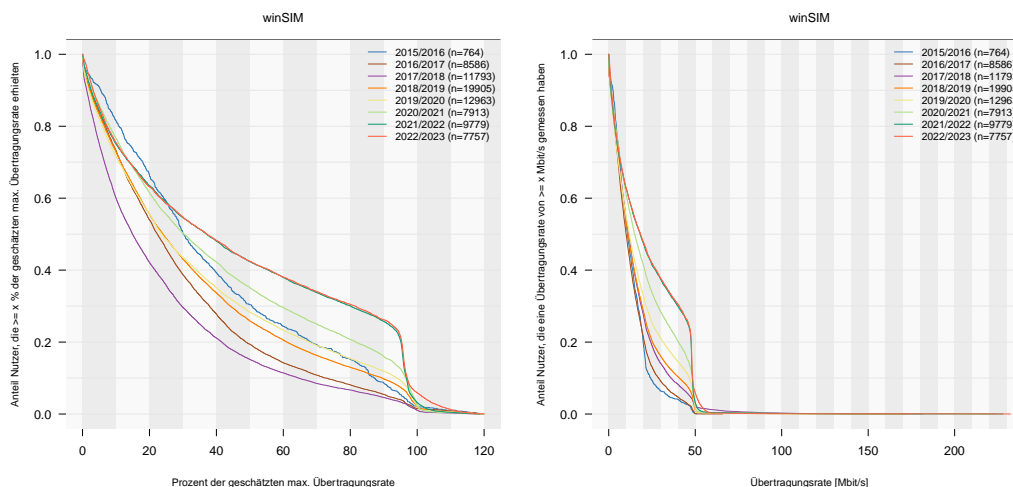


Abbildung 3.5: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich.

3.1.3 Geografischer Bereich

Die Ergebnisse gruppiert nach geografischem Bereich zum Zeitpunkt der Endkundenmessung sind in Abbildung 3.6 dargestellt, allerdings sind nicht für alle erfassten validen Messungen Ortsangaben vorhanden. Die Hälfte aller Messungen (50,6 %) wurde im städtischen Umfeld erfasst, etwa 36,6 % entfielen auf den halbstädtischen Bereich und 12,8 % auf den ländlichen Bereich. Im städtischen Bereich wurden sowohl mit Blick auf die prozentuale als auch die absolute Datenübertragungsrate bessere Ergebnisse erzielt als im halbstädtischen Bereich. Die Ergebnisse im ländlichen Bereich lagen darunter, wobei der Abstand zwischen dem ländlichen und halbstädtischen Bereich kleiner ist als zwischen dem halbstädtischen und städtischen Bereich. Diese Staffelung ist unverändert seit Beginn der Breitbandmessung im Jahr 2015 zu beobachten.

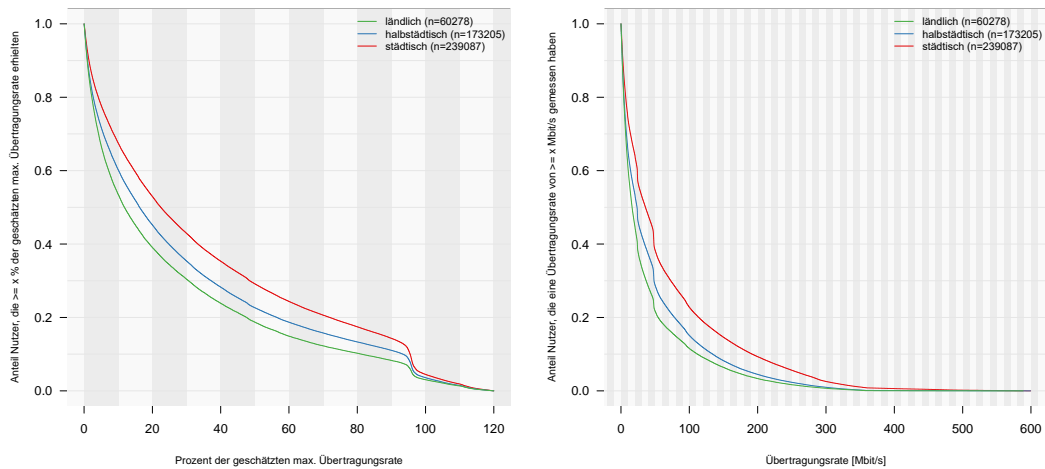
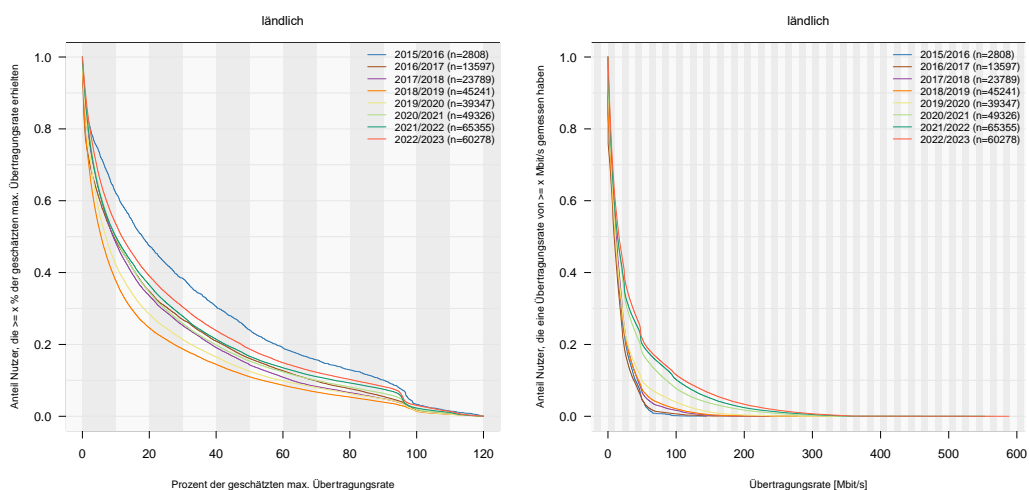


Abbildung 3.6: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach geografischem Bereich.

Abbildung 3.7 zeigt die Entwicklung der gemessenen Datenübertragungsraten im Berichtsjahr 2022/2023 im Vergleich zu den Vorjahren für die drei geografischen Bereiche. Die absoluten Datenübertragungsraten sind gegenüber dem Vorjahr erneut gestiegen. Diese Verbesserung zeigt sich auch für die prozentualen Datenübertragungsraten. Die Kurven der prozentualen Datenübertragungsraten verlaufen für den halbstädtischen und ländlichen Bereich allerdings noch unter dem Niveau des Berichtszeitraumes 2015/2016, was auf die oben beschriebenen Erhöhungen bei den vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten zurückzuführen ist (s. Seite 8).



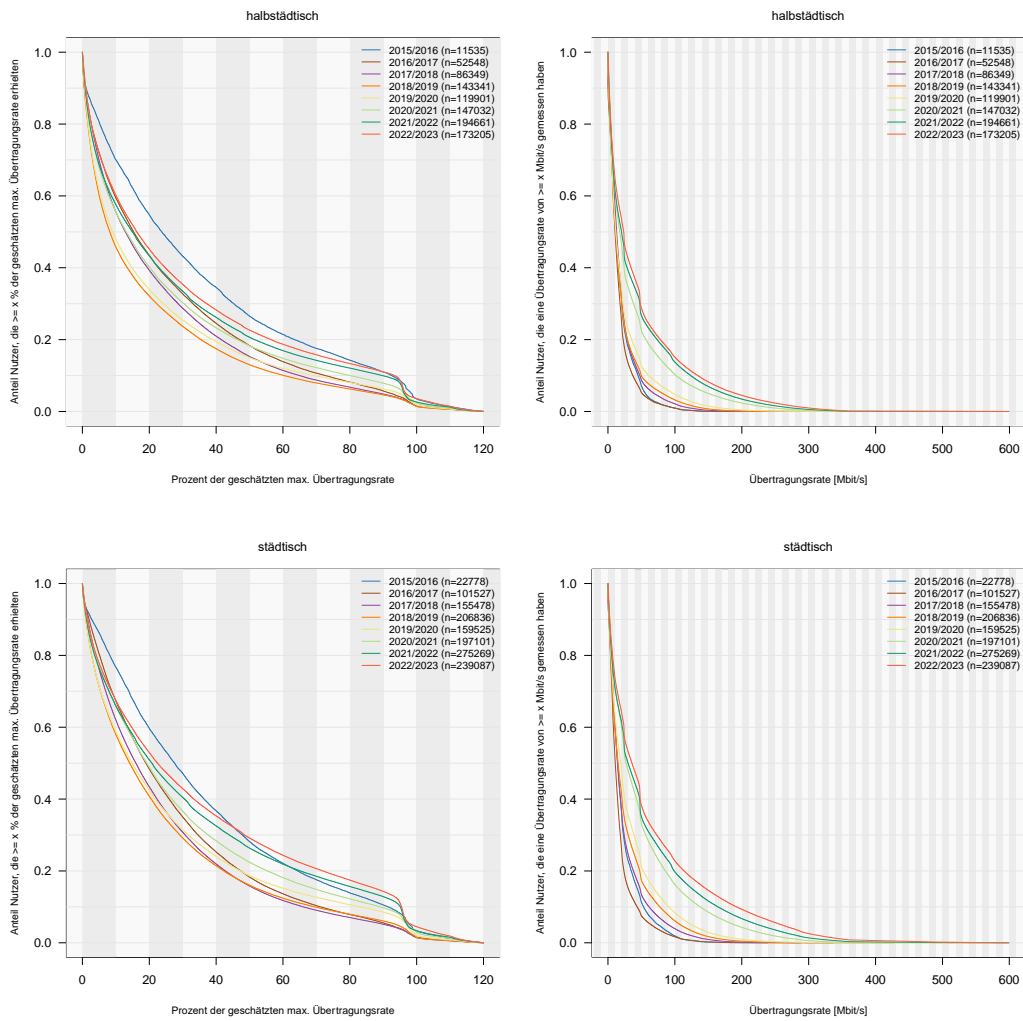


Abbildung 3.7: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach geografischem Bereich für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich.

3.1.4 Tageszeitlicher Verlauf

Allgemein lässt sich mit Blick auf den tageszeitlichen Verlauf feststellen, dass sich bezüglich der prozentual erreichten Datenübertragungsraten kaum Unterschiede zwischen den Kurvenverläufen der Berichtszeiträume zeigen. Deutlich ist jedoch der Unterschied im erreichten prozentualen Niveau zu sehen, das in den letzten fünf Berichtsjahren kontinuierlich angestiegen ist, weiterhin aber unter dem Niveau des ersten Berichtszeitraumes 2015/2016 liegt. Die typische Abnahme der prozentualen Datenübertragungsrates im Tagesverlauf bis zu einer Senke in den frühen Abendstunden hat sich als tageszeitlicher Effekt über die Beobachtungsjahre im aktuellen Jahr erneut bestätigt (s. Abbildung 3.8). Ursache hierfür dürfte die Shared Medium-Eigenschaft des Mobilfunks sein, also eine Leistungsabnahme bedingt durch eine stärkere Auslastung der Mobilfunkzellen im Tagesverlauf.

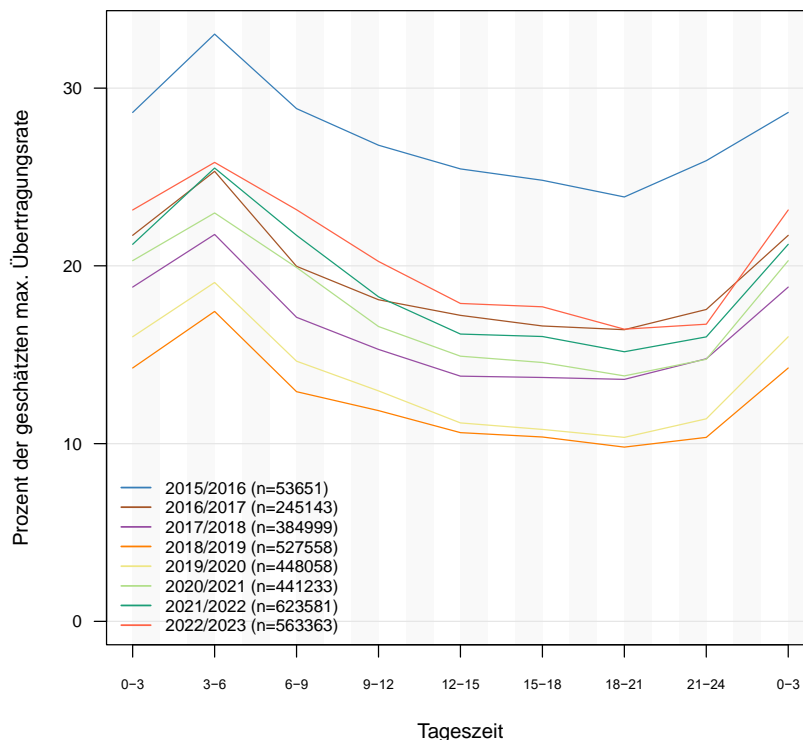


Abbildung 3.8: Tageszeitlicher Verlauf (Median der Messungen je 3h-Intervall) der prozentual erreichten Datenübertragungsrates im Download im Jahresvergleich.

3.1.5 Kundenzufriedenheit

Die Abfrage der Kundenzufriedenheit erfolgte vor der Durchführung der Messung und gibt somit Aufschluss über die generelle Zufriedenheit des Kunden mit seinem Anschluss und Anbieter. Abbildung 3.9 zeigt für jeden Berichtszeitraum die Anteile der Kunden, die eine Note von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden) angegeben haben. Noten werden aufsteigend von 1 (blau) bis 6 (orange) dargestellt, alle Anteile je Berichtszeitraum aufsummiert ergeben 100 % der Kundenangaben.

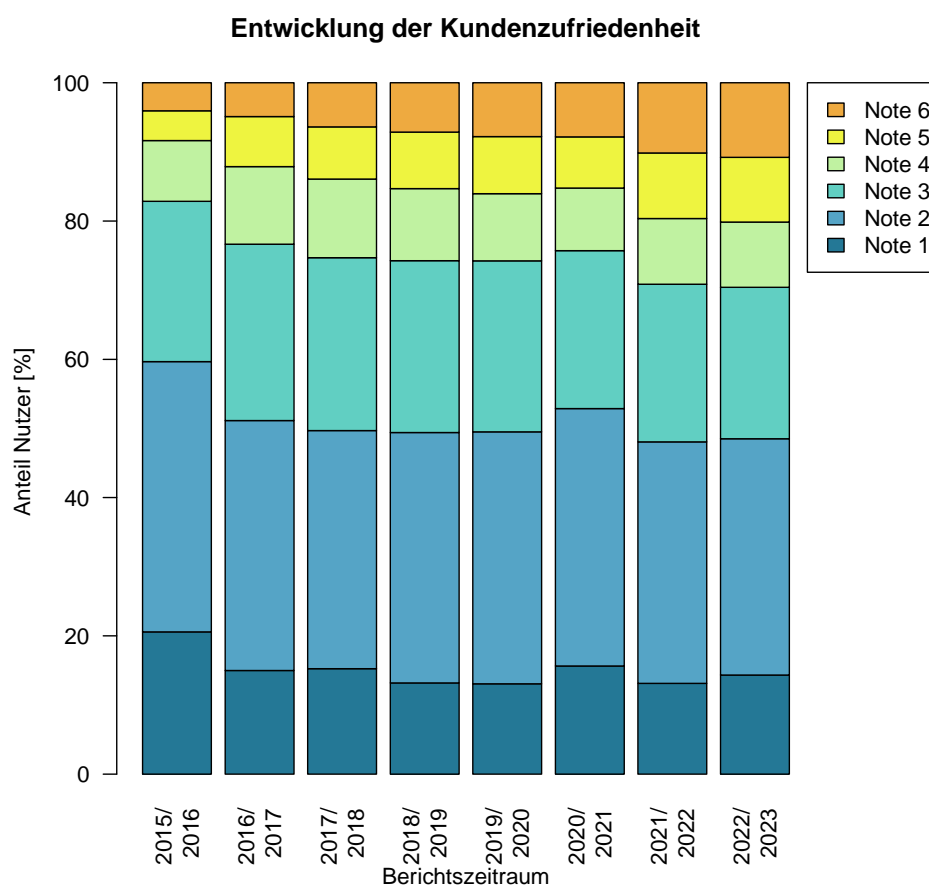


Abbildung 3.9: Jahresvergleich Kundenzufriedenheit für mobile Breitbandanschlüsse bewertet mit Noten von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden).

Die Endkunden bewerteten die Anbieter weiterhin vorwiegend mit Noten von 1 bis 3 (70,4 %). Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum ist dieser Anteil minimal zurückgegangen (2021/2022: 70,8 %). Mit Blick auf die letzten acht Berichtsjahre setzt sich damit ein Trend hin zu weniger positiven Bewertungen fort, der bislang nur im Berichtsjahr 2020/2021 unterbrochen wurde.

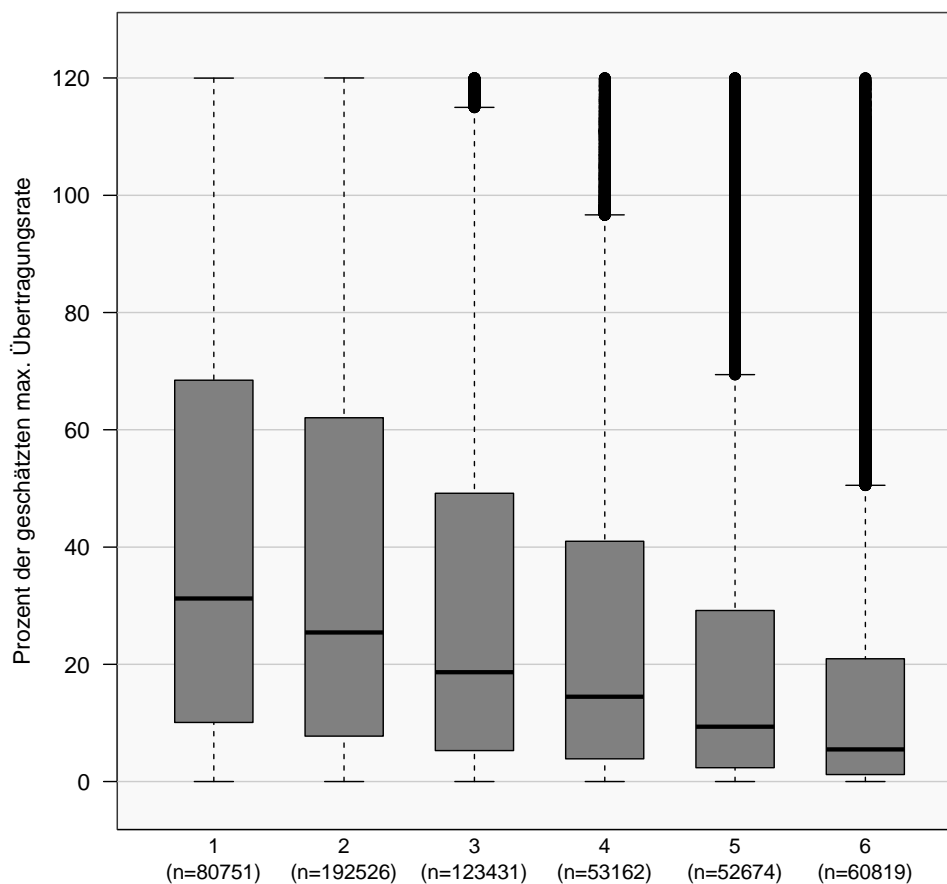


Abbildung 3.10: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download aufgeschlüsselt nach Kundenzufriedenheit.

Abbildung 3.10 zeigt das prozentuale Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate, welches die Nutzer in den einzelnen Notenstufen erhalten haben. Es ist gut zu erkennen, dass zufriedene Endkunden einen besseren Verhältniswert der tatsächlichen gemessenen Datenübertragungsrate im Vergleich zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erzielen.

Der im Rahmen der Breitbandmessung ermittelte Verhältniswert im Mobilfunk lag jedoch weiterhin auf einem insgesamt sehr niedrigen Niveau. Dies legt den Schluss nahe, dass die Nutzer bei mobilen Breitbandanschlüssen eher die Mobilität und die zur Verfügung stehende absolute Datenübertragungsrate bewerten als das Erreichen der in Aussicht gestellten Datenübertragungsrate.

3.2 Datenübertragungsrate Upload

Abbildung 3.11 stellt zum einen das Verhältnis der tatsächlich ermittelten absoluten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent und zum anderen die absoluten Datenübertragungsraten für den Upload als empirische Verteilungsfunktionen über alle Anbieter und Bandbreiteklassen im Jahresvergleich dar.

Im Upload lag das prozentuale Verhältnis auf einem ähnlichen Niveau wie im Download – wie bereits im Vorjahr beobachtet. Der Anteil der Nutzer, die mindestens 50 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten, hat sich gegenüber dem vorangegangenen Berichtszeitraum von 19,9 % (2021/2022) leicht auf 22,3 % verbessert. Mindestens 100 % erhielten 3,5 % der Nutzer (2021/2022: 3,3 %), der Anteil ist somit nahezu unverändert. Im Download (s. Abbildung 3.1) sind die Steigerungsraten in den letzten Jahren deutlicher zu beobachten als dies im Upload zu erkennen ist.

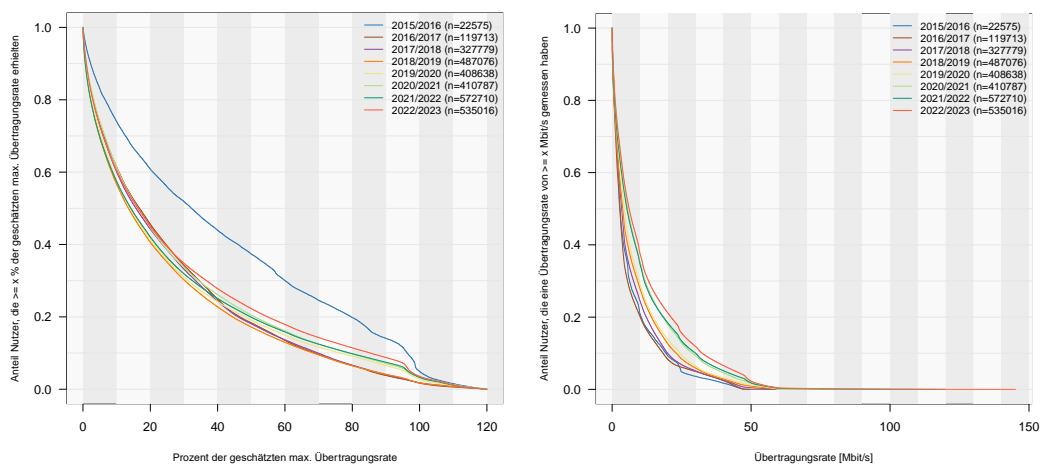


Abbildung 3.11: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Upload im Jahresvergleich.

Die Verteilungsfunktionen bezogen auf weitere Faktoren können dem Internetangebot auf

➔ <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden.

3.2.1 Bandbreiteklasse

In Abbildung 3.12 werden die Messergebnisse in den einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt. Die Zuordnung in die Bandbreiteklasse erfolgt entsprechend der Zuordnung im Download. Es sind deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Bandbreiteklassen zu erkennen. Bandbreiteklasse 4 (25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s) führt – wie bereits im Vorjahr – das Feld an, gefolgt von Bandbreiteklasse 3 (18 Mbit/s bis kleiner 25 Mbit/s) und 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s). Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) schließt das Feld nach unten ab.

In der Darstellung der absoluten Datenübertragungsrate ist wie im Download zu erkennen, dass insbesondere die Kurven der beiden höchsten Bandbreiteklassen bis 30 Mbit/s fast deckungsgleich verlaufen, obgleich im Upload auf deutlich geringerem Niveau. In der höchsten Bandbreiteklasse sind auch die höchsten absoluten Datenübertragungsraten zu beobachten, wobei nur etwas weniger als 5 % der Endkunden in dieser Bandbreiteklasse 50 Mbit/s und mehr erreicht haben.

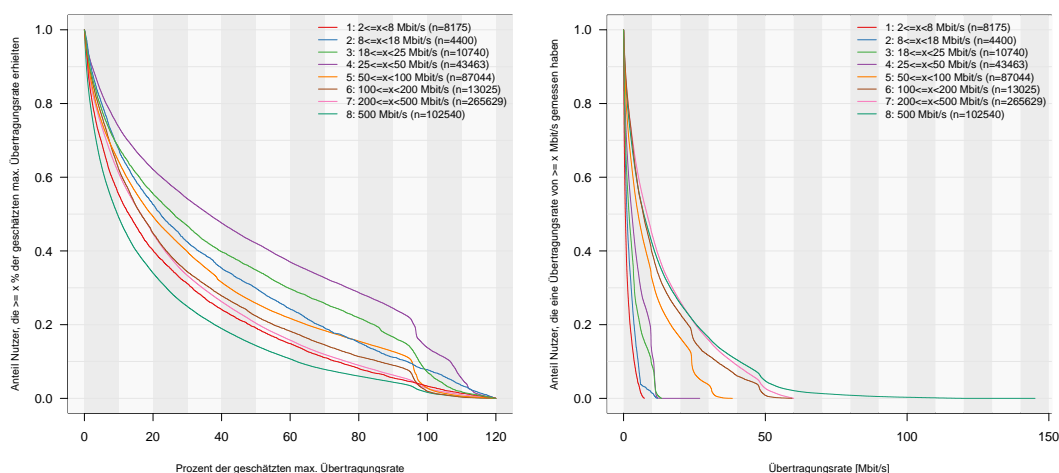


Abbildung 3.12: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Upload nach Bandbreiteklassen.

3.2.2 Anbieter

In Abbildung 3.13 werden die empirischen Verteilungsfunktionen im Upload für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen (im Download) dargestellt.⁵ Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen im Upload.

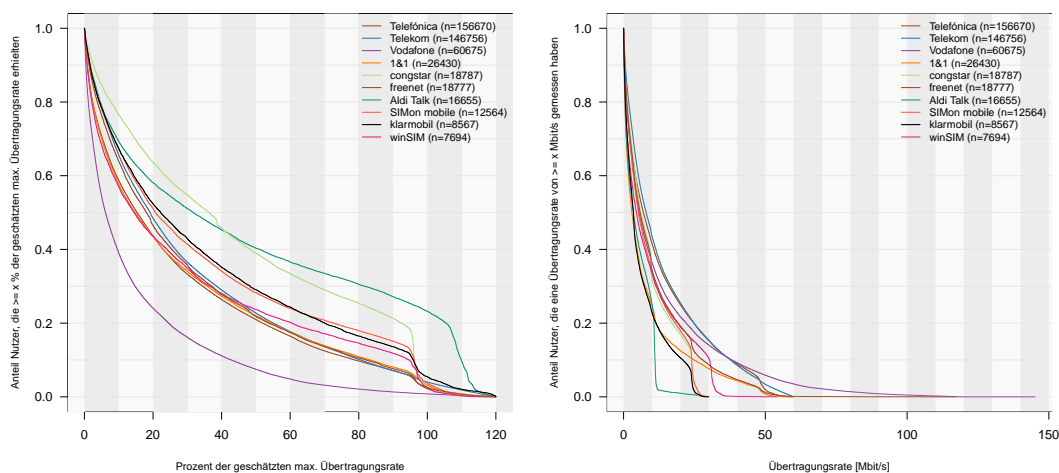


Abbildung 3.13: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen.

Wie auch im Download sind Unterschiede zwischen den Anbietern erkennbar. Die Reihenfolge der Kurven ist fast unverändert, allerdings verlaufen die Kurven der sechs Anbieter im mittleren Segment näher zueinander. Der Abstand der untersten Kurve zum mittleren Segment ist weiterhin deutlich. Für die absolute Datenübertragungsrate ergibt sich ein Bild, das sehr ähnlich zum Ergebnis im Download ist – nur auf wesentlich niedrigerem Niveau der ermittelten Übertragungsraten.

⁵ Die Verteilungsfunktionen der weiteren Anbieter mit mehr als 400 Messungen können dem Internetangebot auf

➔ <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden.

3.3 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. Eine möglichst kurze Laufzeit spielt insbesondere bei Echtzeit-Anwendungen eine wichtige Rolle, also für Homeoffice-Anwendungen (u. a. Videokonferenzen, Collaboration Tools) sowie für Online-Gaming, wodurch die Laufzeit auch für mobile Endgeräte eine immer größere Bedeutung erlangt.

Im Vergleich zum Vorjahr haben die Laufzeiten erneut abgenommen (Abbildung 3.14). Deutliche Verbesserungen sind insbesondere bei sehr kurzen Laufzeiten zu verzeichnen. So haben 14,0 % der Nutzer eine Laufzeit von 40 ms oder weniger realisiert (2021/2022: 8,1 %). Laufzeiten von 100 ms oder weniger wurden von 91,0 % der Nutzer gemessen (2021/2022: 91,0 %).

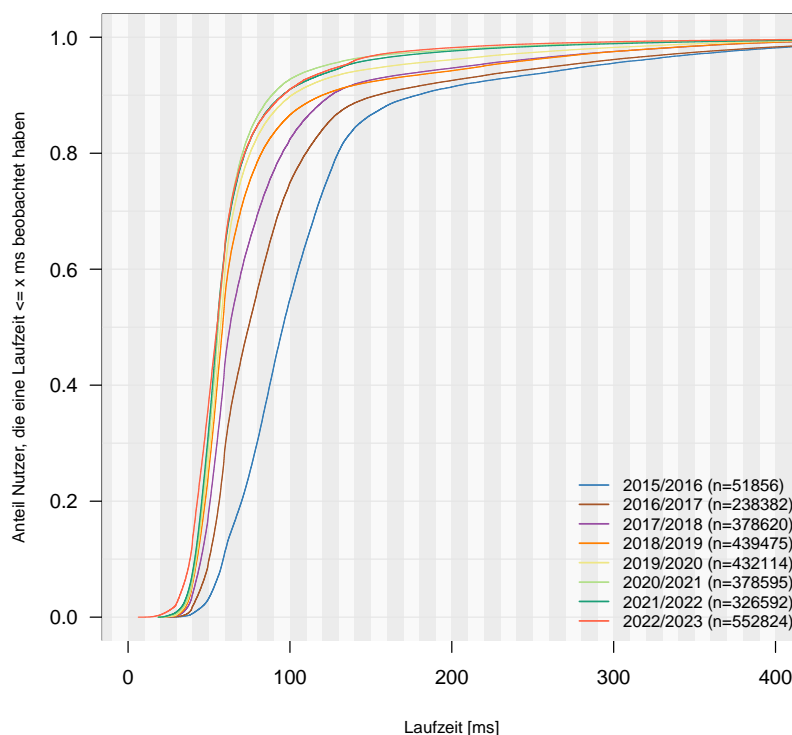


Abbildung 3.14: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit im Jahresvergleich.

Die Ergebnisse bezogen auf die einzelnen Bandbreitklassen und Anbieter können den auf der Internetseite der Breitbandmessung bereitgestellten interaktiven Grafiken entnommen werden.

4 Sonderuntersuchung: Mobilfunktechnologie 5G in den Bandbreitklassen 7 und 8

Der Ausbau der 5G-Netze ist auch im aktuellen Betriebsjahr der Breitbandmessung stark vorangeschritten. Die Ergebnisse des Mobilfunk-Monitorings der Bundesnetzagentur zeigen, dass die Versorgung mit 5G durch mindestens einen Netzbetreiber zum Ende des Betriebsjahres auf 90 % des Bundesgebiets (Stand: Oktober 2023) angestiegen ist.⁶ Vor einem Jahr lag dieser Anteil noch bei rund 79 %.

Auch die von Nutzern durchgeführten Messungen der Breitbandmessung/Funkloch-App der Bundesnetzagentur spiegeln den starken 5G-Ausbau wider. So ist der Anteil von 5G-Messpunkten im Rahmen der Funklocherfassung auf ca. 25 % angestiegen (Stand: Oktober 2023). Im Oktober 2022 lag dieser noch bei ca. 17 %. Nach wie vor ist 4G die bestimmende Technologie, wobei der Anteil jedoch mit ca. 70 % rückläufig ist. Im Jahr zuvor hatte dieser noch ca. 77 % aller Messpunkte betragen.

Eine vergleichbare Entwicklung lässt sich auch bei den im Jahresbericht betrachteten Messungen feststellen. Die ersten Messungen mit 5G-Tarif wurden im Berichtsjahr 2020/2021 in die Untersuchung aufgenommen. Der Anteil der Endkunden, die Messungen mit 5G-Technologie durchgeführt haben, betrug damals 6,0 %, im folgenden Berichtszeitraum dann 15,3 %. Im aktuellen Berichtszeitraum wurden bereits 28,5 % aller erfassten Messungen mittels 5G im Mobilfunknetz vorgenommen, was erneut nahezu einer Verdoppelung innerhalb eines Jahres entspricht. Die meisten 5G-Messungen sind dabei im städtischen Bereich erfasst worden.

5G ermöglicht es, sehr hohe Datenübertragungsraten zu erzielen. Diese gehen teilweise deutlich über das jeweilige vertraglich vereinbarte geschätzte Maximum des Tarifs hinaus. Bei einem Großteil der im Markt befindlichen Tarife orientiert sich das geschätzte Maximum an den mit 4G potenziell erreichbaren Datenübertragungsraten. Vor allem bei den Tarifen der drei Netzbetreiber Telekom, Vodafone und

⁶ https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/20231219_MFmonitoring.html

Telefónica (hier insbesondere bei Tarifen mit sehr hohen tariflich vereinbarten Datenübertragungsraten) führt dies dazu, dass diese die erreichbaren Datenübertragungsraten nicht beschränken, sondern die Tarife bei 5G-Nutzung nach „oben“ öffnen.

Im Rahmen des Jahresberichts werden Messwerte mit einer ermittelten prozentualen Datenübertragungsrate jenseits von 120 % (Ausreißer) von der Analyse ausgeschlossen.⁷ Hiervon können aber auch gültige Messungen betroffen sein, beispielsweise sehr hohe 5G-Messungen im Mobilfunk, wenn die Anbieter die erreichbaren Datenübertragungsraten nicht tariflich begrenzen. Größtenteils dürfte es sich aber um Tarif-Fehleingaben der Nutzer handeln. Die Gründe hierfür können vielfältig sein: Ggf. sind dem Nutzer die vertraglichen Rahmenbedingungen bei der Messung nicht bekannt oder der Tarif mit niedriger Datenübertragungsrate wurde mittlerweile angepasst, wobei die vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten deutlich erhöht worden sind, um zwei mögliche Szenarien anzuführen.

Dass der Validierungsschritt grundsätzlich sinnvoll ist, zeigt sich bei der Betrachtung der Verteilung der Messungen auf die Bandbreitklassen, deren prozentuale Datenübertragungsrate größer oder gleich 120% der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate ist. So liegt fast die Hälfte aller derartigen 4G-Messungen in der Bandbreitklasse 1 (2 Mbit/s bis kleiner 8 Mbit/s). Lediglich ca. 2 % derartiger 4G-Messungen liegen in den Bandbreitklassen 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) und 8 (500 Mbit/s). Anders stellt sich die Situation mit Blick auf derartige 5G-Messungen dar: Hier entfallen fast 50 % der Messungen auf die Bandbreitklassen 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) und 8 (500 Mbit/s).

Gerade bei den Verträgen mit niedrigen vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten erfolgt in der Regel eine Einschränkung der erreichbaren Datenübertragungsraten auf das Vertragsmaximum. Es zeigt sich also, dass der Validierungsschritt bei 4G-Messungen genau die Messungen herausfiltert, die auf

⁷ Die Beschreibung des Verfahrens befindet sich auf Seite 28 im Dokument „Material, Methoden und Datengrundlage“ im Downloadbereich unter <https://breitbandmessung.de/ergebnisse>.

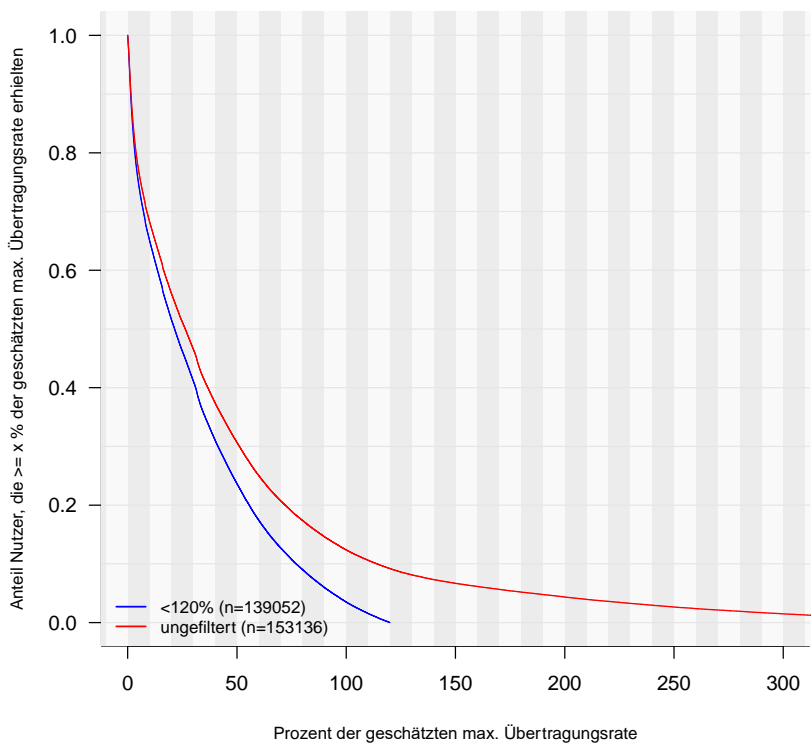
falsche Nutzerangaben zurückzuführen sein dürften. Bei 5G scheinen jedoch auch zu einem großen Teil Messungen betroffen zu sein, die aufgrund des beschriebenen Verhaltens der Netzbetreiber, bei Tarifen mit sehr hohen vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsraten keine Einschränkung der erreichbaren Datenübertragungsraten vorzunehmen, plausibel zu sein. Diese 5G-Messungen in den Bandbreitklassen 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) und 8 (500 Mbit/s) sollen im Folgenden mit Blick auf die drei Netzbetreiber Telekom, Vodafone und Telefónica näher betrachtet werden.

In Abbildung 4.1 werden für die drei Netzbetreiber die Kurven jeweils für den gefilterten (Messungen bis unter 120 %) und für den ungefilterten Datensatz (Messungen inkl. 120 % und mehr) nebeneinander dargestellt. Für die Telekom liegen keine Messungen in der Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) vor, da diese nur Tarife mit einer geschätzten maximalen Datenübertragungsrate bis 300 Mbit/s vermarktet. Für die Vodafone sind hingegen nur Messungen in der Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) vorhanden, da das tarifliche Maximum bei 500 Mbit/s liegt.

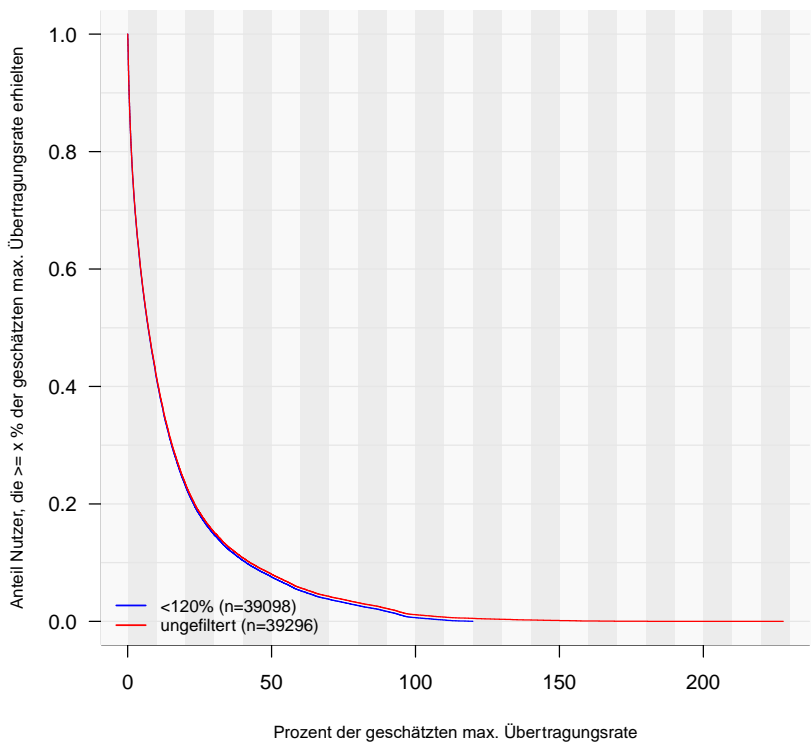
Für die Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) ist für die Telekom eine starke Verschiebung zu höheren Werten erkennbar, was auf eine größere Anzahl von Messwerten jenseits der 120 %-Schwelle zurückzuführen ist. Da die Telekom keine höheren Tarife anbietet, kann davon ausgegangen werden, dass deren Messungen in der Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) mit prozentualen Datenübertragungsraten über 120 % auf eine Öffnung der Datenübertragungsraten zurückzuführen sind. Tarif-Fehleingaben der Nutzer und eine dadurch bedingte Zuordnung in eine zu niedrige Bandbreiteklasse können hier ausgeschlossen werden.

In Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) verlaufen bei der Telefónica die beiden Kurven nahezu deckungsgleich, für die Vodafone mit einem leichten Versatz. Es liegen folglich nur wenige Messungen vor, die oberhalb der 120%-Schwelle ermittelt wurden. Auch hier können zu niedrige Tarifangaben seitens der Nutzer ausgeschlossen werden, da für beide Unternehmen in dieser Bandbreiteklasse die jeweils höchsten Tarife vorliegen.

Telekom (BBK 7: 200 ≤ x < 500 Mbit/s)



Telefónica (BBK 8: 500 Mbit/s)



Vodafone (BBK 8: 500 Mbit/s)

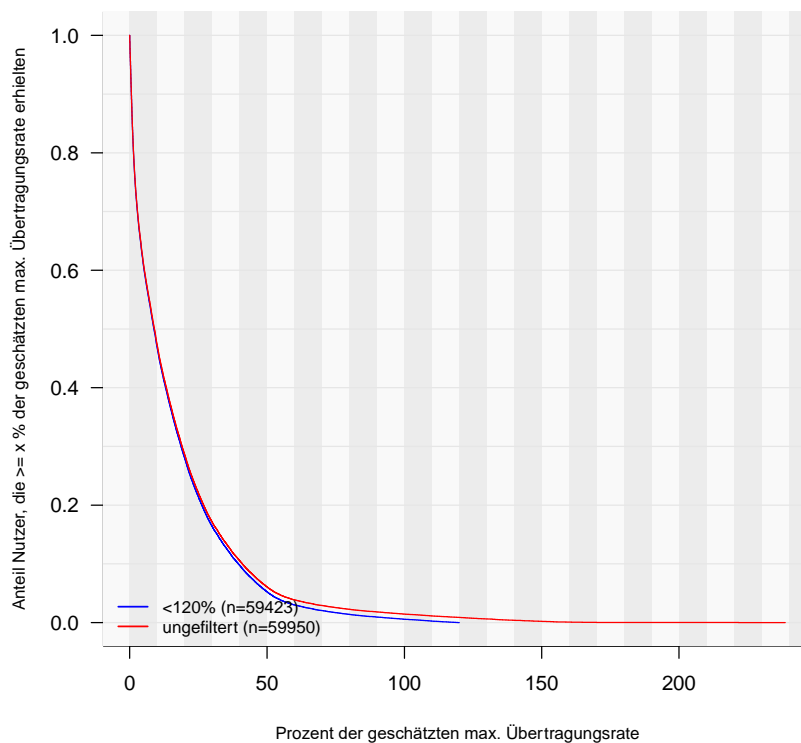


Abbildung 4.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download für Bandbreiteklasse 7 und 8 für die drei Netzbetreiber. Die rot dargestellte Kurve zeigt jeweils den Datensatz ohne Filterung der hohen Werte ($\geq 120\%$) der prozentualen Datenübertragungsrate, die blau dargestellte Kurve zeigt zum Vergleich den gefilterten, validen Datensatz.

Im Vergleich der Netzbetreiber lag bei der Telekom somit der größte Anteil von Endkunden vor, der plausible 5G-Ergebnisse jenseits der 120 %-Schwelle realisiert hat. Lag der Anteil bei der Telekom im unteren fünfstelligen Bereich, so war dieser bei den anderen Netzbetreibern lediglich im unteren vier- bzw. mittleren dreistelligen Bereich verortet. Diese über das Maximum (größer gleich 120 %) hinausgehenden 5G-Messungen wurden überwiegend im städtischen Bereich vorgenommen.

5 Anhang

5.1 Weitere Darstellungen und Dokumente

Kurzbericht

Die wesentlichen Ergebnisse für stationäre und mobile Breitbandanschlüsse wurden in einem Kurzbericht zusammengefasst. Dieser ist im Internetangebot der Breitbandmessung auf der Webseite [➔ https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte](https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte) abrufbar.

Jahresbericht stationäre Breitbandanschlüsse

Stationäre Breitbandanschlüsse werden in einem separaten Jahresbericht betrachtet. Dieser ist im Internetangebot der Breitbandmessung auf der Webseite [➔ https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte](https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte) abrufbar.

Interaktive Grafiken und Tabellen

Alle Grafiken der Jahresberichte sowie weitere Grafiken und Tabellen werden im Internetangebot der Breitbandmessung auf der Webseite [➔ https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung](https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung) interaktiv dargestellt.

Material, Methoden und Datengrundlage

Im Dokument „Material, Methoden und Datengrundlage“ werden das eingesetzte Material, die angewandten Methoden sowie die Datengrundlage des Jahresberichtes 2022/2023 erläutert. Es ist im Internetangebot der Breitbandmessung auf der Webseite [➔ https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte](https://breitbandmessung.de/archiv-jahresberichte) abrufbar.

Technische Spezifikation

Das Dokument „Technische Spezifikation“ stellt in komprimierter Form den technischen Aufbau und die technischen Abläufe von Messsystem und Messverfahren dar. Es ist im Internetangebot der Breitbandmessung auf der Webseite [➔ https://breitbandmessung.de/ueber-den-test](https://breitbandmessung.de/ueber-den-test) abrufbar.

Allgemeinverständliche Beschreibung

Im Dokument „Beschreibung – Die Breitbandmessung/Funkloch-App aus Sicht des Nutzers“ sind detaillierte Informationen rund um den Test mit der Mobile-App zusammengestellt. Insbesondere sind hier die Bedienung und der Ablauf aus Nutzersicht Schritt für Schritt erläutert. Es ist im Internetangebot der Breitbandmessung auf der Webseite [➔ https://breitbandmessung.de/ueber-den-test](https://breitbandmessung.de/ueber-den-test) abrufbar.

5.2 Statistiksoftware

R Version 4.3.1 und 4.3.2

R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing.

R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

www.R-project.org

5.3 Impressum

Die Breitbandmessung wurde von der zafaco GmbH im Auftrag der Bundesnetzagentur entwickelt. Der Bericht enthält die Ergebnisse von Messungen, die im 8. Betriebsjahr (01.10.2022 bis 30.09.2023) 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, 21.03.2024

© zafaco GmbH

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