



Jahresbericht 2021/22

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	Anhang	28
4.1	Weitere Darstellungen und Dokumente	28
4.2	Statistiksoftware.....	29
4.3	Impressum	29

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 2021/2022 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.

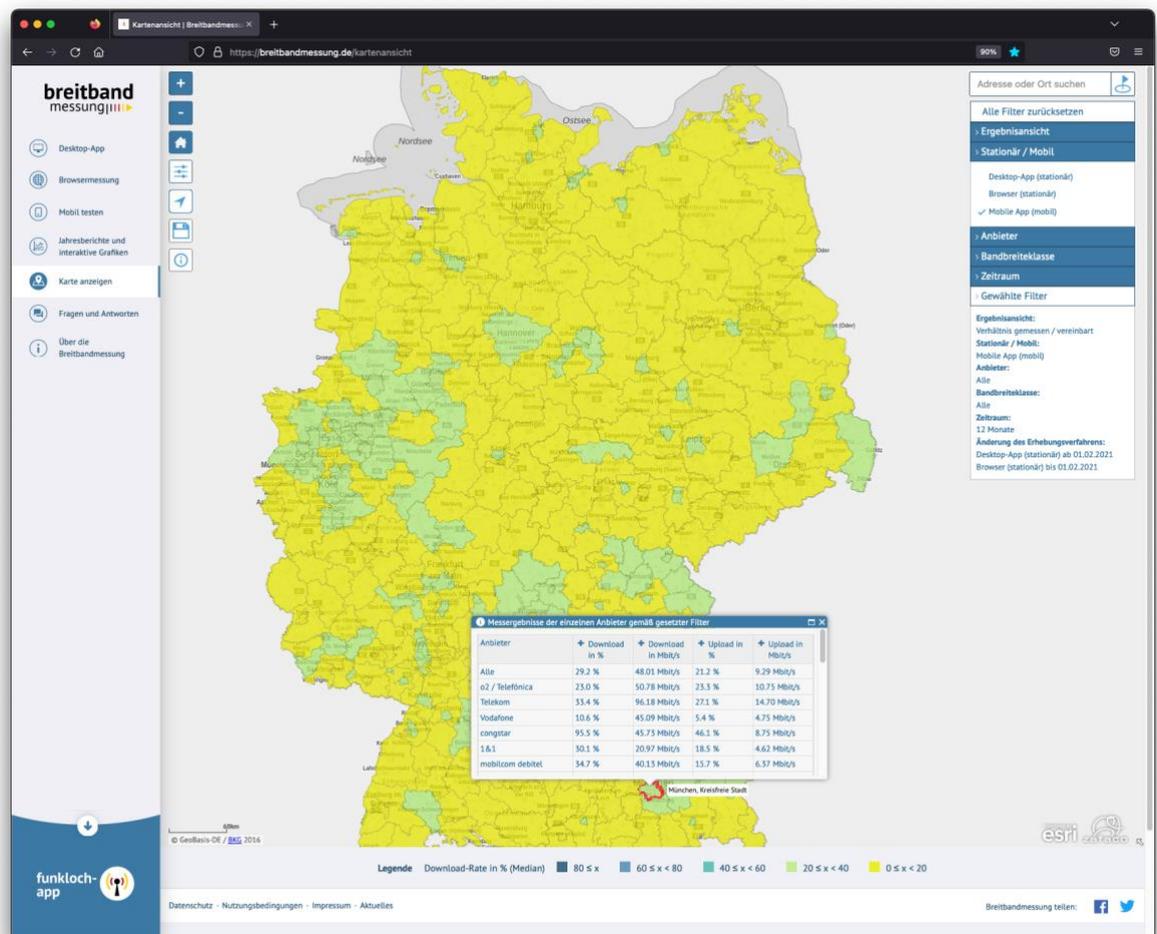


Abbildung 1.1: Kartendarstellung der Ergebnisse

Die Bundesnetzagentur hat im Oktober 2018 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur die um eine Netzverfügbarkeits-/Funklocherrfassung erweiterte Breitbandmessung/Funkloch-App veröffentlicht. Mit der App können Nutzer

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

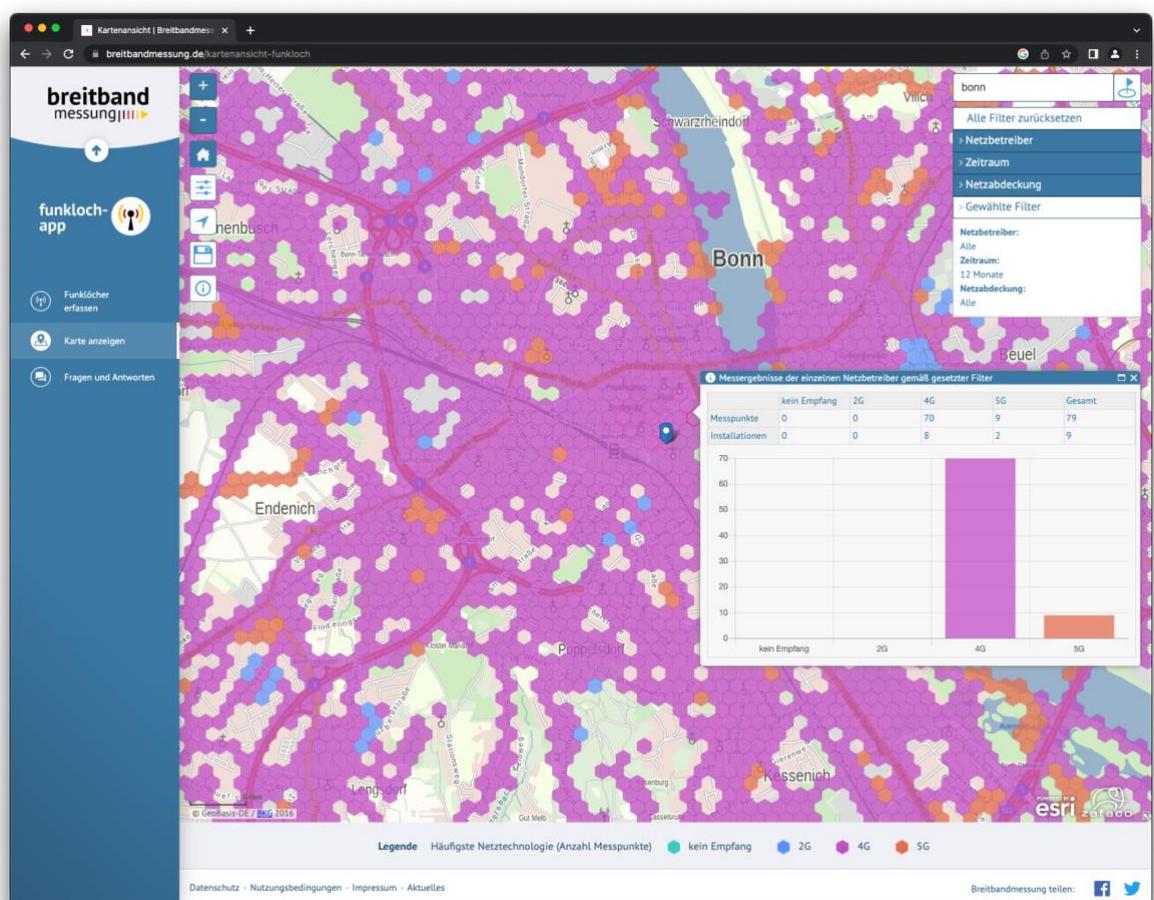


Abbildung 1.2: Kartendarstellung der Ergebnisse der Netzverfügbarkeitsmessung

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.

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. Es ist daher 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.

Eine Darstellung als definierte Gruppe erfolgt, wenn eine Mindestzahl von 400 validen Messungen vorliegt. 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> abrufbar.

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 2021/2022 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 01.10.2021 bis zum 30.09.2022 durchgeführt. Insgesamt wurden für mobile Breitbandanschlüsse 623.581 valide Messungen berücksichtigt (2020/2021: 441.233). Die Zahl valider Messungen von mobilen Breitbandanschlüssen hat sich im Vergleich zum vorangegangenen Berichtszeitraum deutlich vergrößert.

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 23,2 % der Nutzer (2020/2021: 20,1 %) mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate; bei 3,0 % der Nutzer (2020/2021: 2,6 %) wurde diese voll erreicht oder überschritten.

Betrachtet man die Entwicklung über die sieben Berichtszeiträume seit Start der Breitbandmessung, so ist zu erkennen, dass sich die prozentualen Ergebnisse gegenüber dem Vorjahr zum dritten Mal in Folge verbessert haben. Diese Verbesserung lässt sich auf Steigerungen in den mittleren und oberen Bandbreitklassen zurückführen. Die Kurve des aktuellen Berichtszeitraumes verläuft allerdings 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.

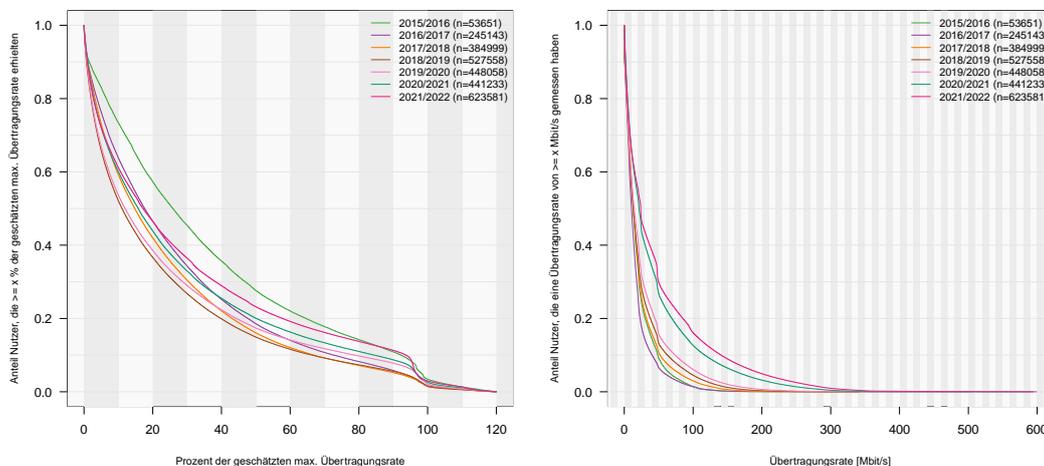


Abbildung 3.1: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich

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 0,2 % bis 22,3 % 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)

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>.

und 3 (18 Mbit/s bis kleiner 25 Mbit/s) mit 9,7 % und 22,3 % dabei deutlich größer als für die fünf höheren Bandbreitklassen (4 - 8) mit 0,2 % bis 4,5 %. Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate betragen 3,5 % bis 55,1 %, 1,8 % bis 49,8 %, 1,2 % bis 46,2 %, 0,8 % bis 43,0 % und 0,5 % bis 37,9 %.

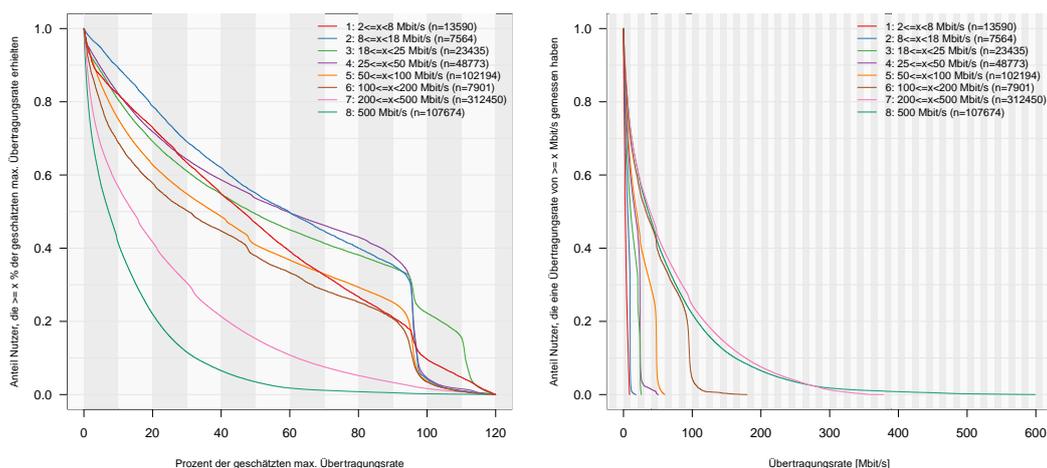


Abbildung 3.2: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach Bandbreitklassen

In der Darstellung der absoluten Datenübertragungsrate ist zu erkennen, dass die Kurven der beiden höchsten Bandbreitklassen fast deckungsgleich verlaufen, wobei die Kurve der Bandbreitklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) über weite Teile sogar auf einem leicht höheren Niveau als die Kurve der Bandbreitklasse 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.

Betrachtet man die Entwicklung in ausgewählten einzelnen Bandbreitklassen mit Blick auf die geschätzte maximale Datenübertragungsrate, zeigt sich im Vergleich zum Vorjahreszeitraum folgendes Bild.³

³ Die Bandbreitklassen 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) und 6 (100 Mbit/s bis kleiner 200 Mbit/s) werden hier nicht näher betrachtet, da diese Klassen mit Blick auf die Anzahl der validen Messungen nur eine untergeordnete Rolle spielen.

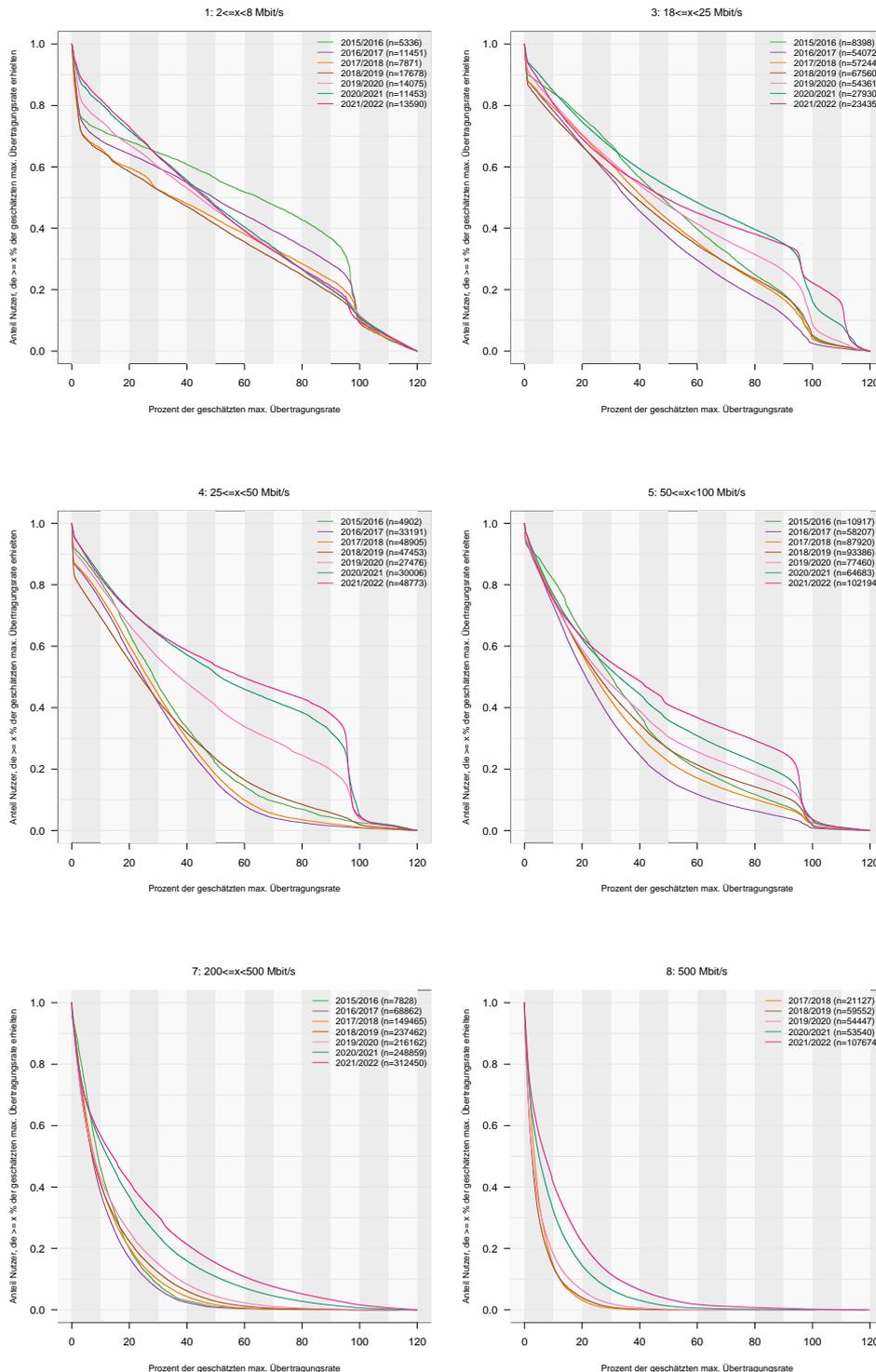


Abbildung 3.3: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download nach ausgewählten Bandbreiteklassen im Jahresvergleich

Die Darstellungen dieser Klassen können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden.

3.1.2 Anbieter

In der Abbildung 3.4 werden die empirischen Verteilungsfunktionen über alle Bandbreiteklassen hinweg für die 10 Anbieter⁴ mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt.⁵ Diese decken 90,3 % 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 0,6 % bis 7,1 % der Endkunden. Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum hat sich die Spanne um 2,4 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 4,8 % bis 57,0 %, 2,9 % bis 53,4 %, 2,0 % bis 49,7 %, 1,5 % bis 46,1 % und 1,1 % bis 41,9 %. Die Maximalwerte sind im Vergleich zum Vorjahr um einige Prozentpunkte gestiegen. Verbesserungen können bei einer Mehrheit der Anbieter beobachtet werden.

Betrachtet man die absoluten Datenübertragungsraten, so ist erkennbar, dass Anbieter Kurvenverläufe oberhalb der Schar der anderen Anbieter zeigen, 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. Diese Beobachtung aus dem aktuellen Berichtszeitraum deckt sich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren.

⁴ Als Anbieter gelten im Folgenden auch eigenständige Marken von Telekommunikationsunternehmen.

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

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

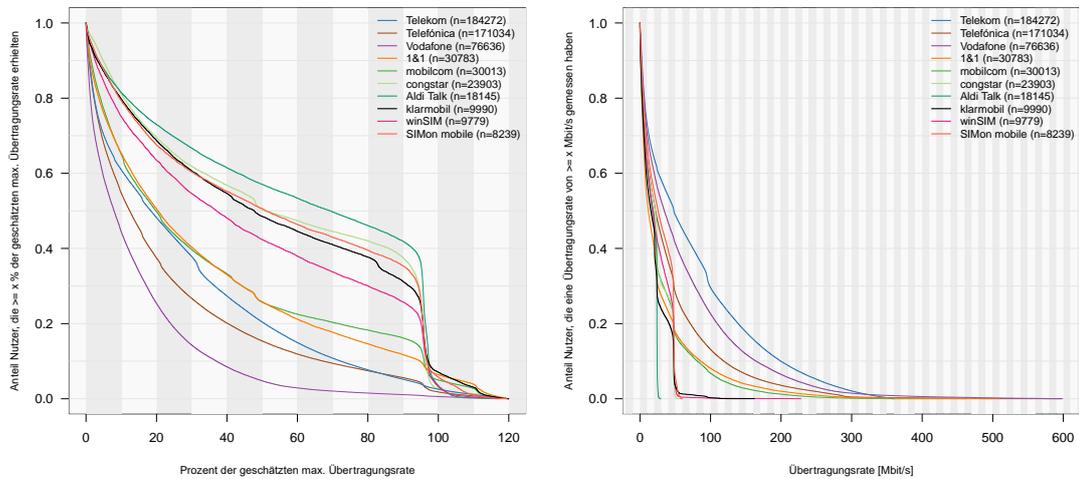


Abbildung 3.4: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten Datenübertragungsrate (rechts) im Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen

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. Für fünf Anbieter konzentrieren sich mehr als 90 % aller erfassten validen Messungen in einer Bandbreiteklasse, wobei bei zwei Anbietern dieser Anteil in den beiden höchsten Bandbreiteklassen liegt. Im Jahresvergleich konnten zudem zwei Anbieter ihren Anteil in Bandbreiteklasse 8 (500 Mbit/s) von einem einstelligen auf einen zweistelligen Prozentwert steigern. Gut zu erkennen ist auch, dass die Bandbreiteklassen 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) und 6 (100 Mbit/s bis kleiner 200 Mbit/s) für alle aufgeführten Anbieter nur noch eine geringe Rolle spielen, die Anteile bewegen sich durchweg im niedrigen einstelligen Bereich.

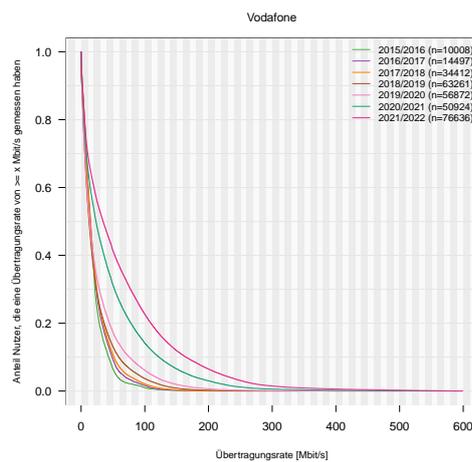
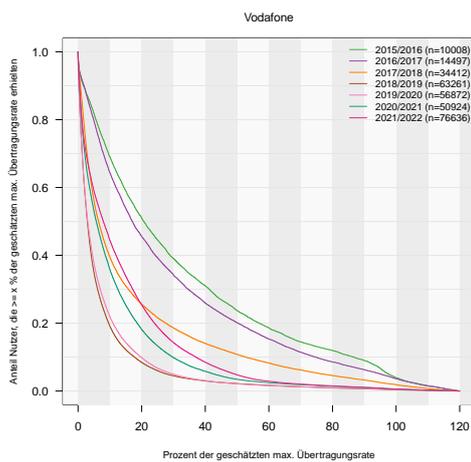
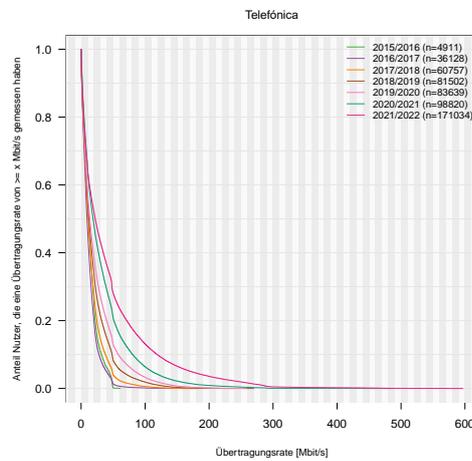
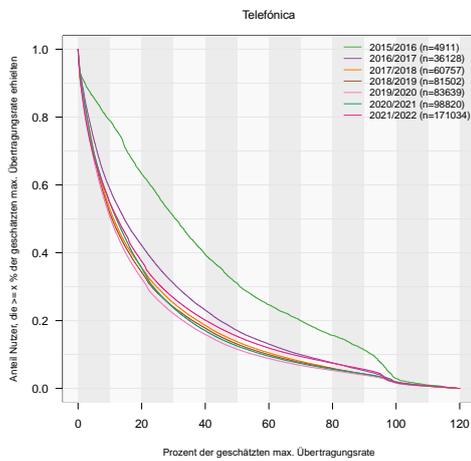
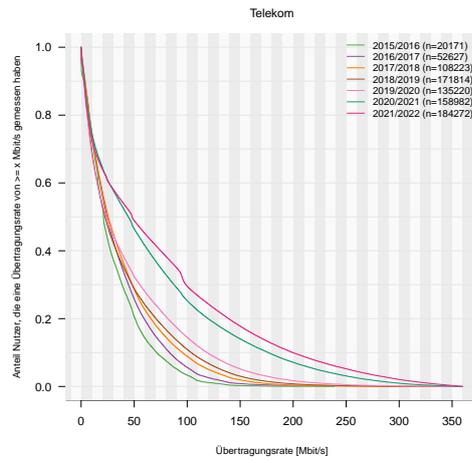
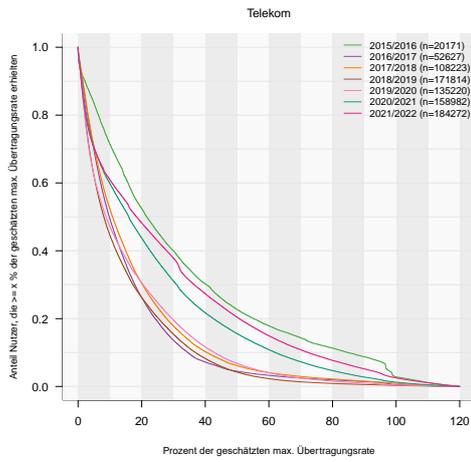
Tabelle 3.1: Anteil valider Messungen je Bandbreiteklasse bei mobilen Breitbandanschlüssen im Download für die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen im aktuellen Berichtszeitraum. Anteilswerte je Anbieter ergeben 100. Liegen nach der Validierung keine validen Messungen für eine Zelle (Kombination 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.

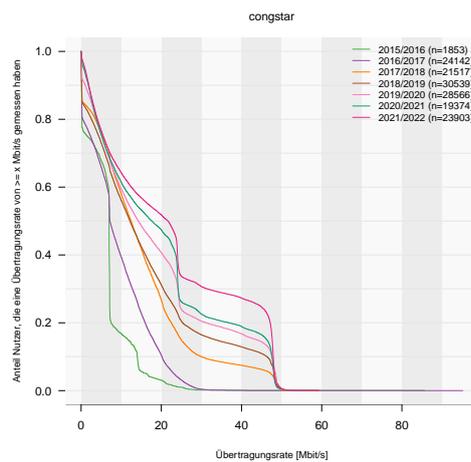
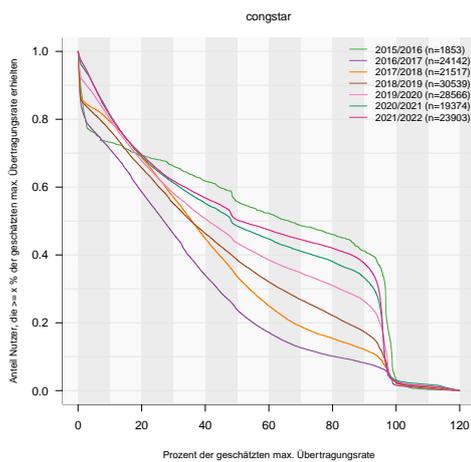
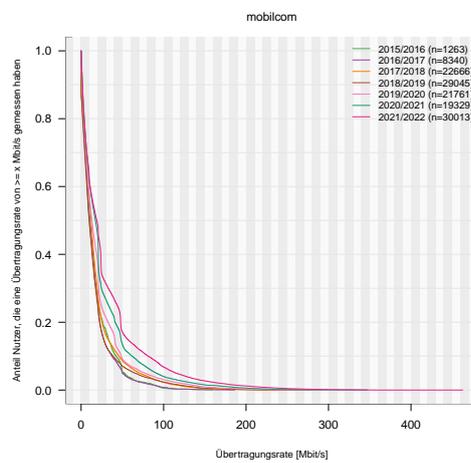
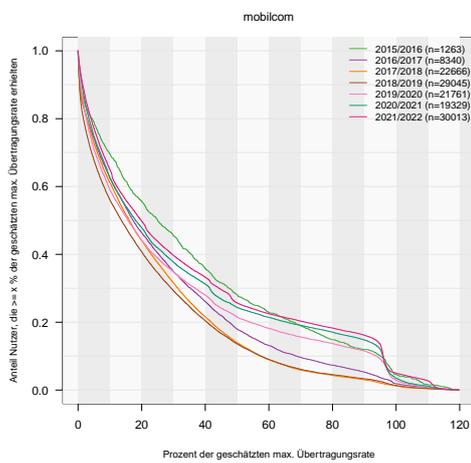
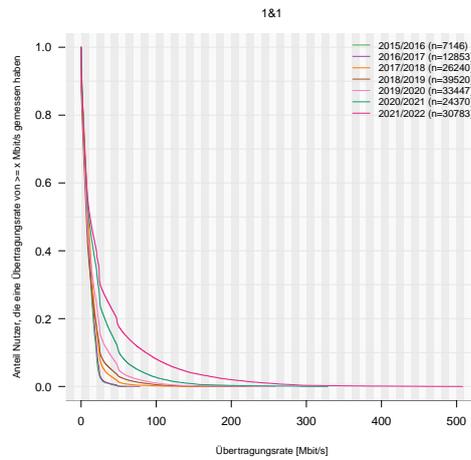
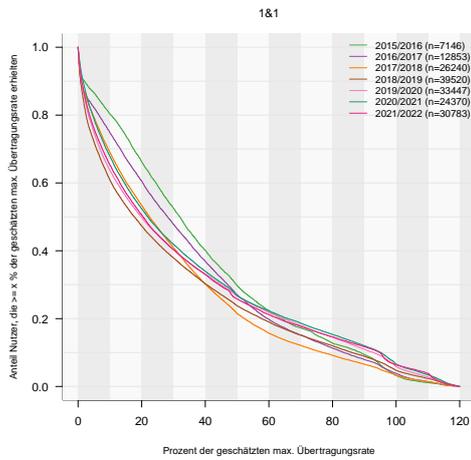
Mobile Breitbandanschlüsse								
Anbieter	1: $2 \leq x < 8$ Mbit/s	2: $8 \leq x < 18$ Mbit/s	3: $18 \leq x < 25$ Mbit/s	4: $25 \leq x < 50$ Mbit/s	5: $50 \leq x < 100$ Mbit/s	6: $100 \leq x < 200$ Mbit/s	7: $200 \leq x < 500$ Mbit/s	8: 500 Mbit/s
	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %
Telekom	0,8	0,0	0,2	1,8	1,7	1,8	93,6	-
Telefónica	2,2	3,0	0,7	-	14,9	1,0	61,2	17,1
Vodafone	2,0	0,1	0,3	0,2	1,4	0,1	0,0	95,9
1&1	17,0	2,7	15,4	5,3	10,8	-	37,5	11,4
mobilcom	1,1	4,2	14,0	4,7	21,4	3,8	49,3	1,4
congstar	0,1	-	2,3	33,2	64,5	-	-	-
Aldi Talk	-	-	0,7	99,3	-	-	-	-
klarmobil	6,4	0,0	22,0	20,1	47,7	3,8	-	-
winSIM	0,3	-	5,3	-	92,2	-	2,2	-
SIMon mobile	-	-	-	-	100,0	-	-	-

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 2021/2022 absteigend nach der Zahl der validen Messungen betrachtet.

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





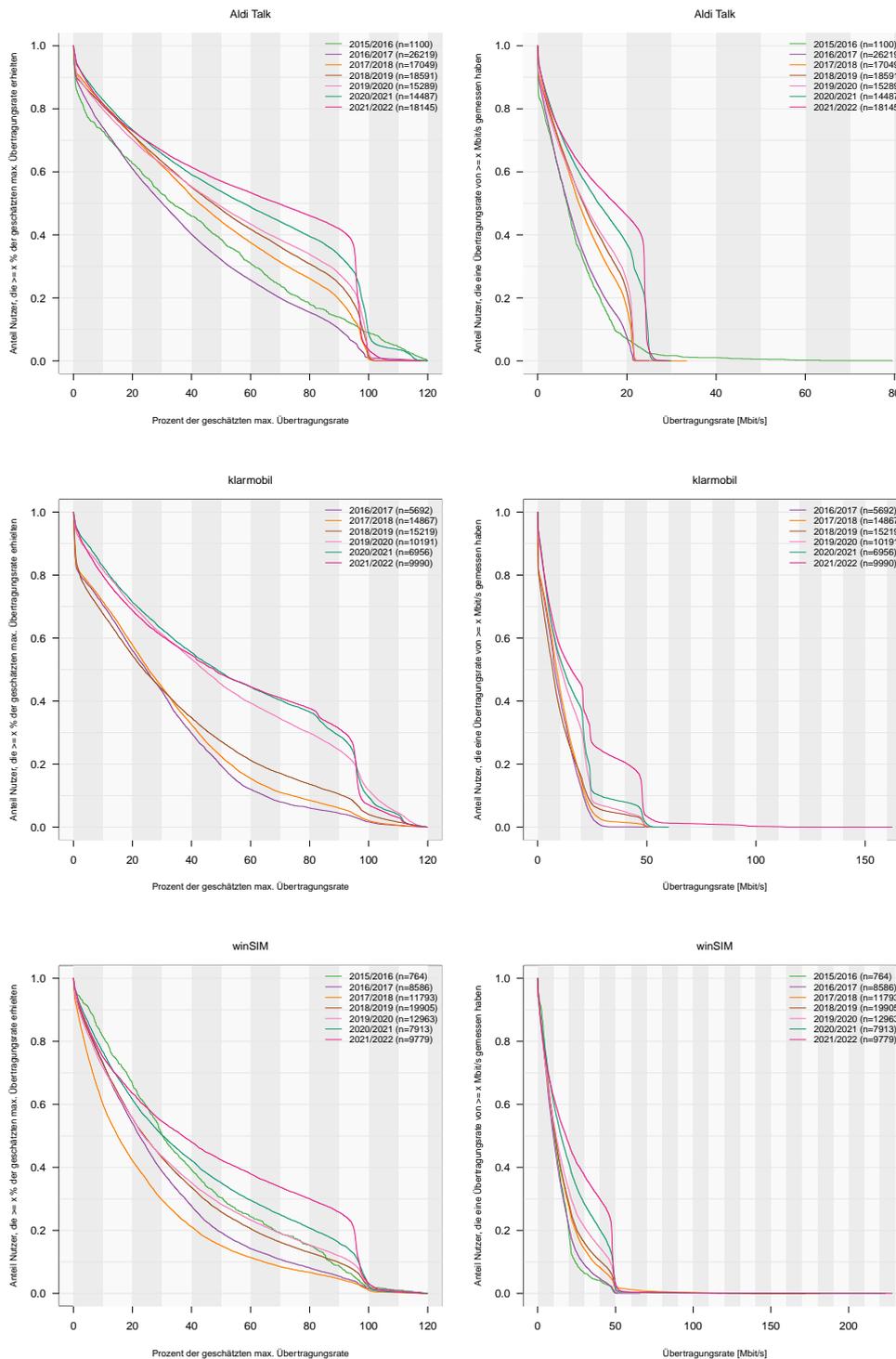


Abbildung 3.5: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach den 10 Anbietern⁶ mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich

⁶ Für Anbieter SIMon mobile liegen Messdaten nur aus dem aktuellen Berichtszeitraum vor, diese Kurve ist in Abbildung 3.4 dargestellt.

3.1.3 Geografischer Bereich

Die Ergebnisse gruppiert nach geografischem Bereich zum Zeitpunkt der Endkundenmessung sind in Abbildung 3.6 dargestellt. Die Hälfte aller Messungen (51,4 %) wurde im städtischen Umfeld erfasst, etwa 36,4 % entfielen auf den halbstädtischen Bereich und etwa 12,2 % entfielen auf den ländlichen Bereich. Im städtischen Bereich wurden mit Blick auf die prozentuale Datenübertragungsrate bessere Ergebnisse erzielt als im halbstädtischen Bereich. Die Ergebnisse im ländlichen Bereich lagen noch darunter. Diese Staffelung ist unverändert seit Beginn der Breitbandmessung im Jahr 2015 zu beobachten.

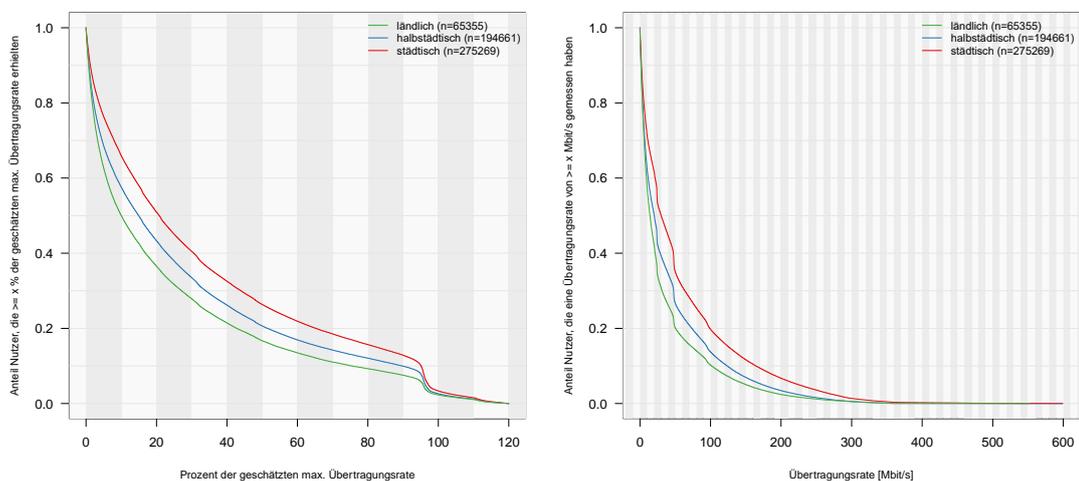
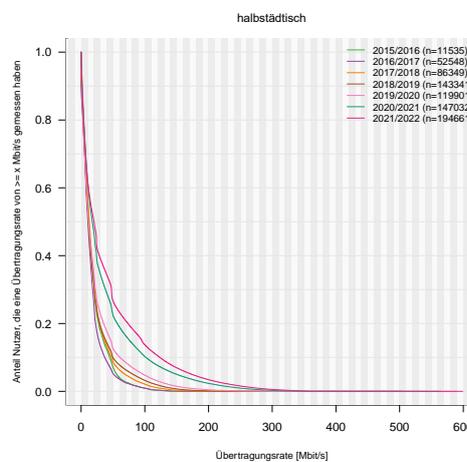
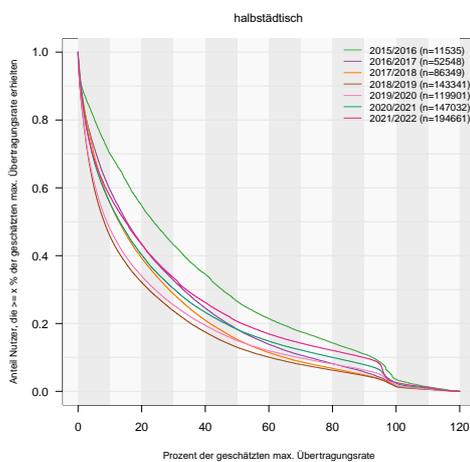
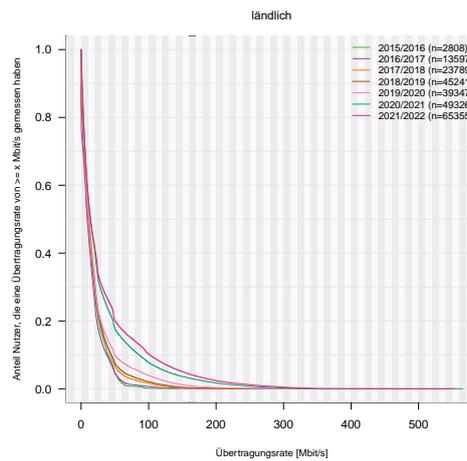
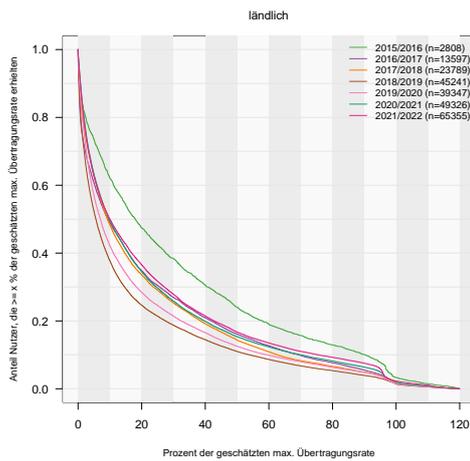


Abbildung 3.6: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach geografischem Bereich

Hinsichtlich der gemessenen absoluten Datenübertragungsrate lässt sich feststellen, dass das Niveau der gemessenen Werte in städtischen Gebieten ebenfalls klar am höchsten ist. Unterschiede sind vor allem im Bereich zwischen 20 Mbit/s und 200 Mbit/s zu beobachten (siehe Abbildung 3.6, rechte Grafik).

Abbildung 3.7 zeigt die Entwicklung der gemessenen Datenübertragungsraten im Berichtsjahr 2021/2022 im Vergleich zu den Vorjahren für die drei geografischen Bereiche. Generell ist eine Zunahme der prozentualen Datenübertragungsrate über den gesamten Wertebereich im Vergleich zum Vorjahr zu konstatieren, die mit einer

deutlichen Steigerung der absoluten Datenübertragungsrate gegenüber dem Vorjahr einhergehen. Diese Verbesserung der absoluten Datenübertragungsrate ist in allen drei Bereichen deutlich erkennbar, wobei die Verbesserung auf unterschiedlichem Niveau der beobachteten absoluten Datenübertragungsrate ansetzt.



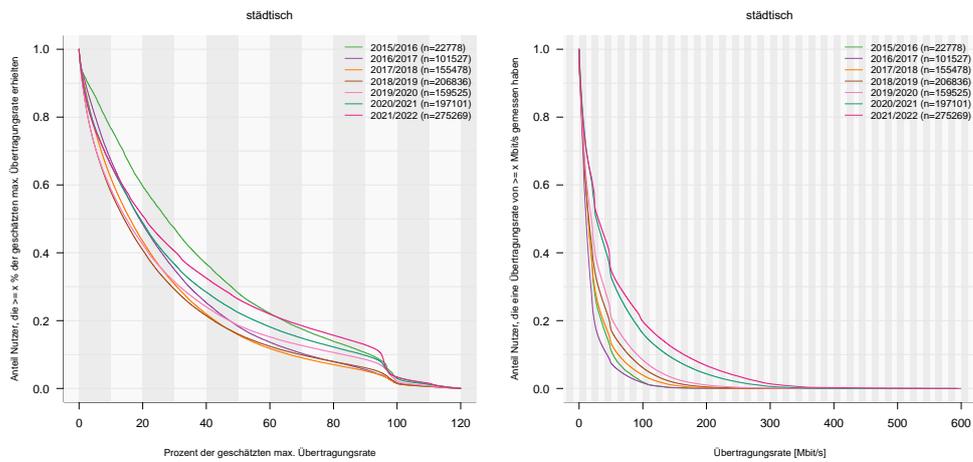


Abbildung 3.7: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Download nach geografischem Bereich für die Mobilfunkmessungen im Jahresvergleich

3.1.4 Tageszeitlicher Verlauf

Allgemein lässt sich mit Blick auf den tageszeitlichen Verlauf feststellen, dass sich bezüglich der prozentual erreichten Datenübertragungsraten keine Unterschiede zwischen den Kurvenverläufen der Berichtszeiträume zeigen. Deutlich ist jedoch der Unterschied im erreichten prozentualen Niveau zu sehen, das in den letzten vier Berichtsjahren kontinuierlich angestiegen ist, allerdings weiterhin unter dem Niveau des ersten Berichtszeitraumes 2015/2016 liegt. Die typische Abnahme der prozentualen Datenübertragungsrate im Tagesverlauf bis zu einer Senke in den frühen Abendstunden hat sich als tageszeitlicher Effekt über die Beobachtungsjahre auch 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.

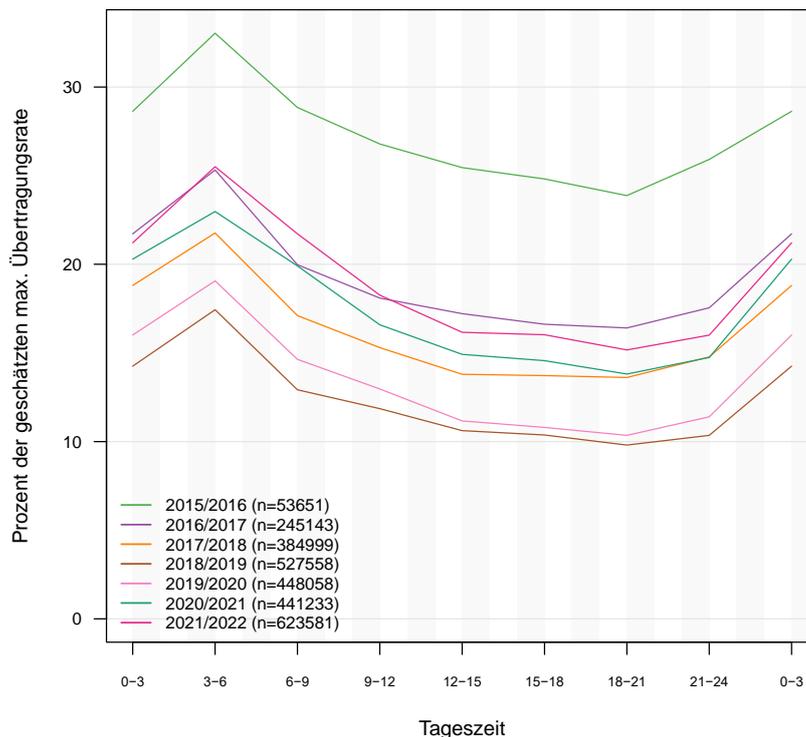


Abbildung 3.8: Tageszeitlicher Verlauf (Median der Messungen je 3h-Intervall) der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download im Jahresvergleich

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.

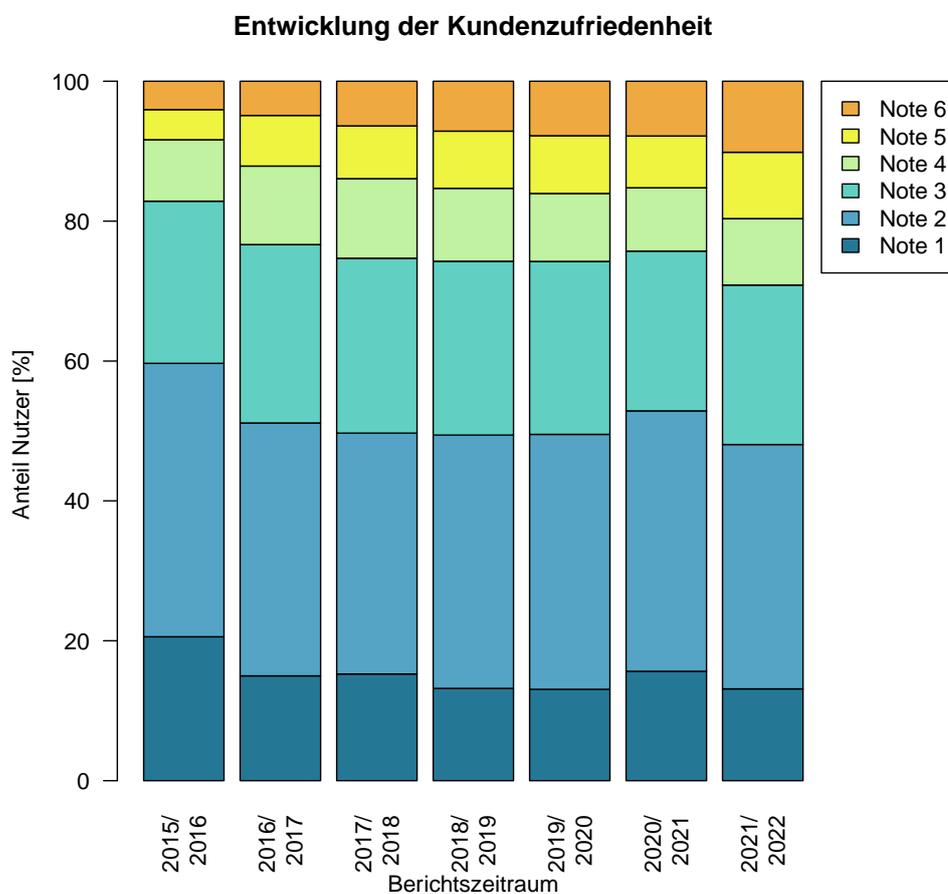


Abbildung 3.9: Jahresvergleich Kundenzufriedenheit für mobile Breitbandanschlüsse bewertet mit Noten von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden)

Die Endkunden bewerteten die Anbieter weit überwiegend mit Noten von 1 bis 3 (70,8 %). Im Vergleich zum Vorjahreszeitraum ist dieser Anteil zurückgegangen (2020/2021: 75,7 %). Mit Blick auf die letzten sieben Berichtsjahre setzt sich damit ein Trend hin zu weniger

positiven Bewertungen fort, der bislang nur im vorhergehenden Berichtsjahr unterbrochen wurde.

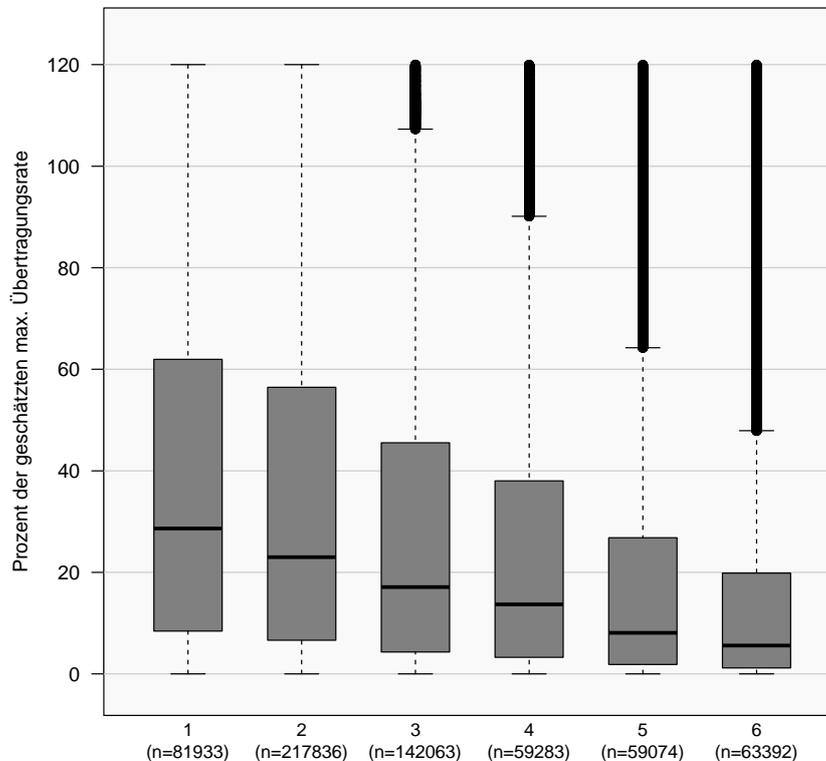


Abbildung 3.10: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download aufgeschlüsselt nach Kundenzufriedenheit

Abbildung 3.10 zeigt das prozentuale Verhältnis der ermittelten Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate, das die Nutzer in den einzelnen Notenstufen erhalten haben. Es zeigt sich, 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 Bandbreitenklassen im Jahresvergleich dar.

Im Upload lag das prozentuale Verhältnis auf einem ähnlichen Niveau wie im Download. Der Anteil der Nutzer, die mindestens 50 % der vertraglich vereinbarten geschätzten maximalen Datenübertragungsrate erhielten, hat sich gegenüber dem vorangegangenen Berichtszeitraum von 20,5 % leicht auf 19,9 % verringert. Mindestens 100 % erhielten 3,3 % der Nutzer (2020/2021: 3,4 %), der Anteil ist somit nahezu unverändert. Im Download (s. Abbildung 3.1) sind die Steigerungsraten aufgrund des Ausbaus der Mobilfunknetze in den letzten Jahren prägnanter zu beobachten als dies im Upload zu erkennen ist.

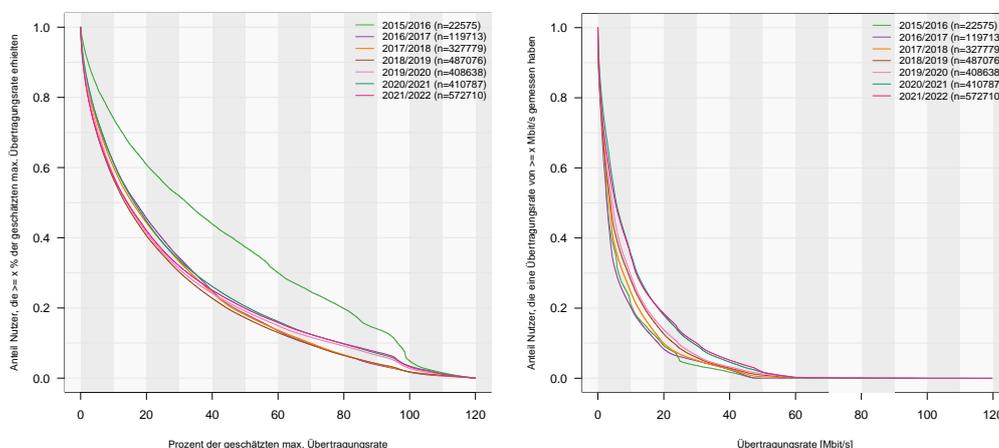


Abbildung 3.11: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Upload im Jahresvergleich

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 Bandbreiteklasse dargestellt. Die Zuordnung in die Bandbreiteklasse erfolgt entsprechend der Zuordnung im Download. Es sind deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Bandbreiteklasse zu erkennen. Bandbreiteklasse 4 (25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s) führt das Feld an, gefolgt von Bandbreiteklasse 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) und 3 (18 Mbit/s bis kleiner 25 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 Bandbreiteklasse fast deckungsgleich verlaufen.

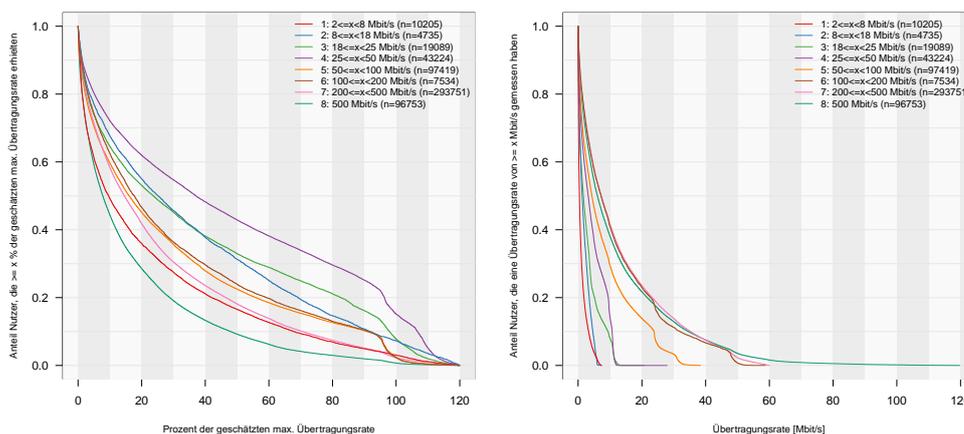


Abbildung 3.12: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Upload nach Bandbreiteklasse

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.⁷ Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen im Upload.

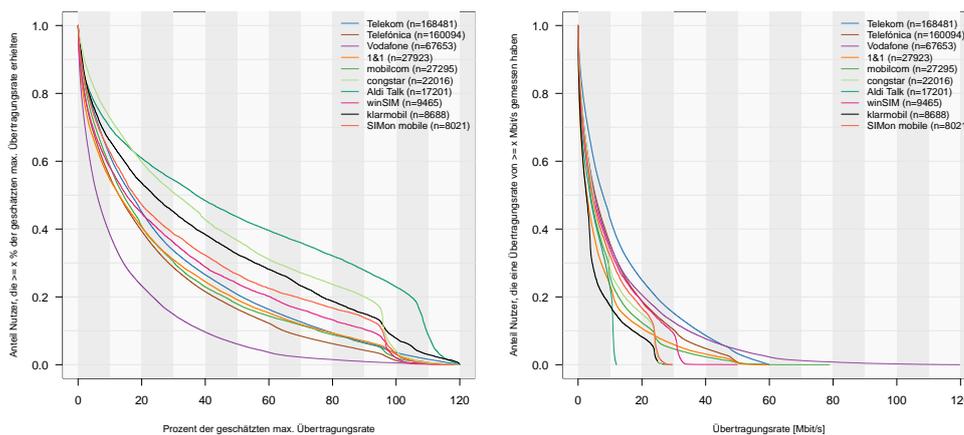


Abbildung 3.13: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate im Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen

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 sehr viel 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.

⁷ 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 Home-Office-Anwendungen (u. A. Videokonferenzen, Collaboration Tools) sowie für Online-Gaming, wodurch die Laufzeit auch für mobile Endgeräte eine immer größere Bedeutung erlangt.

Der positive Trend aus den Vorjahren zu weiter abnehmenden Laufzeiten hat sich in weiten Teilen nicht fortgesetzt (Abbildung 3.14). Laufzeiten von 100 ms oder weniger wurden von 91,0 % der Nutzer gemessen (2020/2021: 92,8 %). Allerdings wurde von 8,1 % der Nutzer eine Laufzeit von 40 ms oder weniger erreicht (2020/2021: 7,2 %).

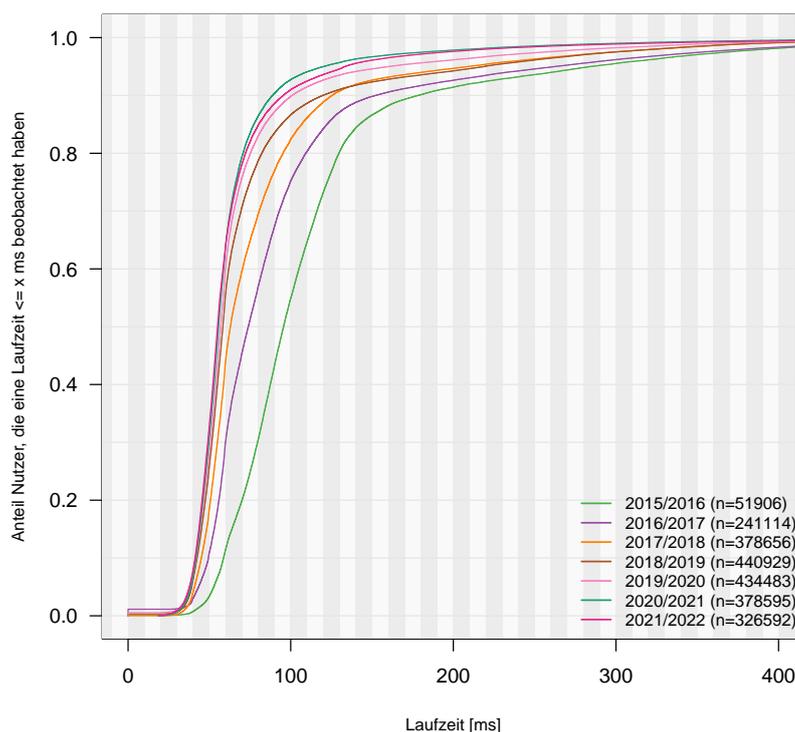


Abbildung 3.14: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit im Jahresvergleich

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

4 Anhang

4.1 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 2021/2022 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 2021/2022 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.

4.2 Statistiksoftware

R Version 4.2.2

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing.

R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

www.R-project.org

4.3 Impressum

Die Breitbandmessung wurde von der zafaco GmbH im Auftrag der Bundesnetzagentur entwickelt. Der Bericht enthält die Ergebnisse von Messungen, die im 7. Betriebsjahr (01.10.2021 bis 31.09.2022) 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, 10.03.2023

© zafaco GmbH

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