



# **Jahresbericht 2020/21**

## **Stationäre Breitbandanschlüsse**

## Inhalt

1	Management Summary .....	3
1.1	Ziele der Breitbandmessung .....	3
1.2	Wesentliche Ergebnisse .....	6
1.3	Methoden der Breitbandmessung .....	8
2	Desktop-App Messung .....	11
2.1	Datenübertragungsrate Download .....	11
2.1.1	Bandbreiteklasse .....	13
2.1.2	Anbieter .....	16
2.1.3	Geografischer Bereich .....	19
2.1.4	Tageszeitlicher Verlauf.....	20
2.1.5	Kundenzufriedenheit .....	21
2.2	Datenübertragungsrate Upload .....	23
2.2.1	Bandbreiteklasse .....	24
2.2.2	Anbieter .....	25
2.3	Laufzeit .....	27
2.3.1	Bandbreiteklasse .....	28
2.3.2	Anbieter .....	29
3	Browsermessung .....	30
3.1	Datenübertragungsrate Download .....	31
3.1.1	Bandbreiteklasse .....	32
3.1.2	Anbieter .....	35
3.1.3	Tageszeitlicher Verlauf.....	40
3.1.4	Kundenzufriedenheit .....	41
3.2	Datenübertragungsrate Upload .....	44
3.3	Laufzeit .....	46
4	Sonderuntersuchung: Vergleich der Stichproben .....	48
4.1	Datenübertragungsrate Download .....	55
4.1.1	Bandbreiteklasse .....	61
4.2	Datenübertragungsrate Upload .....	63
4.2.1	Bandbreiteklasse .....	66
4.3	Laufzeit .....	69
4.3.1	Bandbreiteklasse .....	71
5	Anhang .....	74
5.1	Weitere Darstellungen und Dokumente .....	74
5.2	Statistiksoftware.....	75
5.3	Impressum .....	75

## 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 Breitbandanschlüsse mit der Desktop-App durchgeführt werden. Für mobile Anschlüsse steht die kostenfreie Breitbandmessung/Funkloch-App zur Verfügung. Zudem können unter <https://breitbandmessung.de> Browsermessungen durchgeführt werden, um die aktuelle Performance beim Surfen im Internet zu bestimmen.

Die individuellen Messergebnisse sind im Rahmen der Messungen der App 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 stationäre Breitbandanschlüsse für das Betriebsjahr 2020/2021 aggregiert dargestellt. Weitere Auswertungen, insbesondere zu Anbietern und Bundesländern, sind in einer interaktiven Ergebnisdarstellung unter

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

Für mobile Breitbandanschlüsse gibt es einen separaten Jahresbericht. Dieser ist unter

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

Zudem gibt es auch für den mobilen Bereich eine interaktive Ergebnisdarstellung unter ➔ <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung>.

Eine ausführliche Darstellung der Methoden befindet sich im separaten Dokument „Material, Methoden und Datengrundlage“. Darin werden das Messkonzept und die Vorgehensweise bei Stichprobengewinnung, Auswertung und Darstellung der Daten beschrieben. Außerdem wird im Dokument die Datengrundlage des Jahresberichtes 2020/2021 in Bezug auf Validierungsergebnisse, statistisches Monitoring und Kundenzufriedenheit dargestellt.

Neben den aggregierten Jahresergebnissen wird auf <https://breitbandmessung.de/kartenansicht> eine browserbasierte Kartenfunktion bereitgestellt. In der Karte werden tagesaktuell 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) oder bei höheren Auflösungen in unterschiedlich großen Rastern (10 km und 2,5 km) dargestellt.

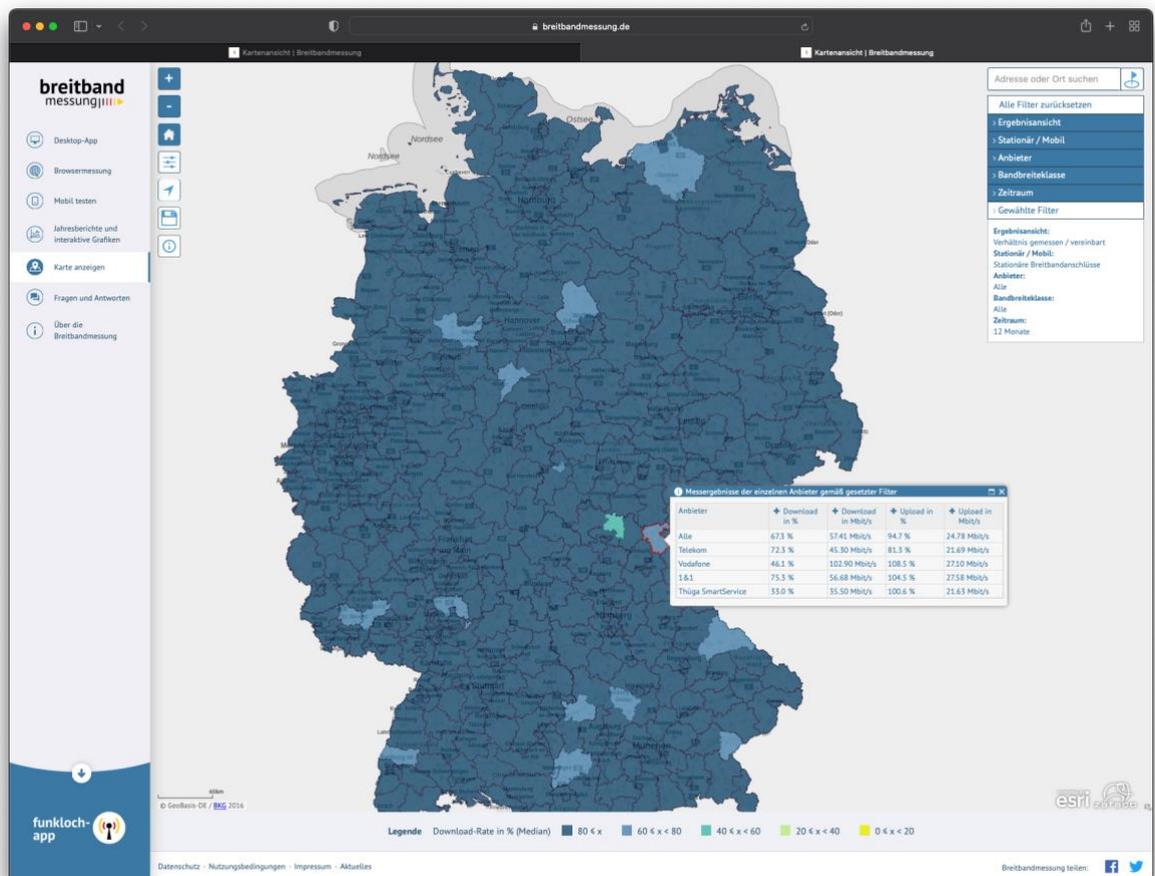


Abbildung 1.1: Kartendarstellung der Ergebnisse

Am 01.02.2021 erfolgte eine Umstellung im Rahmen der Breitbandmessung. Eine Überprüfung der vertraglich vereinbarten Datenübertragungsraten ist seitdem mittels Einzelmessung über die Desktop-App möglich.

Es ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Desktop-App näher an den erwarteten Ergebnissen in einer optimalen Testumgebung liegen. Dazu trägt unter anderem die mittels Desktop-App mögliche technische WLAN-Erkennung sowie der technische Ausschluss von Messungen mit unzureichender Netzwerkkarte bzw. fehlender Stromversorgung bei.

Weitere Vorteile der Desktop-App sind die vermutlich genauere Erfassung der Tarife durch die Nutzer der App sowie eine genauere Erkennung von Mehrfachmessungen im Rahmen der Validierung.

Insofern sind seit der Änderung des Erhebungsverfahrens zum Stichtag 01.02.2021 Vergleiche zwischen Bandbreiteklassen, Anbietern, etc. aktueller und aussagekräftiger über die Desktop-App zu treffen.

Die bisherige Browsermessung wurde verschlankt und steht zur Überprüfung der aktuellen Datenübertragungsraten bei der Browsernutzung zur Verfügung, um so die Performance beim Surfen im Internet testen zu können. In den Jahresbericht fließen seit dem 01.02.2021 nur die Einzelmessungen über die Desktop-App ein.

Daraus ergibt sich für dieses Berichtsjahr eine Zweiteilung der Darstellung. Messungen ab dem 01.02.2021, die mittels Einzelmessung der Desktop-App durchgeführt wurden, werden in Kapitel 2 behandelt. Messungen bis zum 01.02.2021, die über den Browser durchgeführt wurden, werden in Kapitel 3 diskutiert. In Kapitel 4 werden anschließend in einer Sonderuntersuchung beide Stichproben miteinander verglichen.

Darüber hinaus kann seit Dezember 2021 das Nachweisverfahren der Desktop-App (Messkampagne) für die Überprüfung der vertraglich vereinbarten Download-Datenübertragungsraten im Festnetz zur Geltendmachung einer Minderleistung nach § 57 Abs. 4 TKG genutzt werden. Hierdurch wird der Nachweis einer nicht vertragskonformen

Leistung gegenüber dem TK-Anbieter ermöglicht. Die diesbezüglichen Ergebnisse der Desktop-App sind nicht Bestandteil des Jahresberichtes.

## 1.2 Wesentliche Ergebnisse

In diesem Bericht werden die Ergebnisse der Breitbandmessung des sechsten Berichtsjahres zusammenfassend dargestellt. Weitergehende Informationen und Darstellungen - insbesondere zu Anbietern und Bundesländern - können der interaktiven Ergebnisdarstellung unter

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

Die im Jahresbericht betrachteten Messungen stationärer Breitbandanschlüsse wurden vom 01.10.2020 bis zum 01.02.2021 per Browsermessung durchgeführt. Vom 01.02.2021 bis zum 30.09.2021 erfolgte die Messung durch die Desktop-App. Insgesamt wurden für die Messung mit der Desktop-App 167.985 und für die Browsermessung 315.638 valide Messungen berücksichtigt.

### Desktop-App Messung

Über alle Bandbreitklassen und Anbieter hinweg erhielten im Download im aktuellen Berichtsjahr für die Desktop-App (8-Monats-Zeitraum vom 01.02.2021 bis 30.09.2021) 83,5 % der Nutzer mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate; bei 36,5 % der Nutzer wurde diese voll erreicht oder überschritten. Endkunden haben somit oftmals nicht die vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate erhalten.

Mit Blick auf die Bandbreitklassen lassen sich deutliche Unterschiede feststellen. Die höchsten Werte wurden in der Bandbreitklasse 5 (50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s) beobachtet.

Auch zwischen den Anbietern gab es Unterschiede. Bezogen auf die absolute Datenübertragungsrate unterscheiden sich die Anbieter im Kurvenverlauf - auch technologiebedingt - zum Teil sehr deutlich voneinander. Prozentual gesehen gab es ebenfalls noch deutliche Unterschiede.

Im Tagesverlauf zeigten sich Unterschiede zwischen den Bandbreitklassen. Einige Kurven verlaufen nahezu konstant über den Tag. Dagegen zeigt beispielsweise Bandbreitklasse 7 eine Senke in den frühen Abendstunden.

Die meisten Kunden (80,3 %) waren mit der Leistung ihres Breitbandanschlusses zufrieden (Noten 1 bis 3). Weniger als 10 % der Kunden bewerteten ihren Anschluss mit den Noten 5 oder 6.

Im Upload lag das generelle Niveau des prozentualen Verhältnisses von ermittelter zu vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate auf einem ähnlichen Niveau wie im Download.

Mit Blick auf die Laufzeit konnten die Endkunden vor allem in den oberen Bandbreitklassen gute bis sehr gute Ergebnisse erzielen. Geringe Laufzeiten sind insbesondere im Bereich der Video-Telefonie und der Online-Spiele von entscheidender Bedeutung.

### **Browsermessung**

Über alle Bandbreitklassen und Anbieter hinweg erhielten im Download für die Browsermessung (4-Monats-Zeitraum vom 01.10.2020 bis 01.02.2021) 73,3 % der Nutzer (2019/2020: 73,6 %) mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate; bei 22,8 % der Nutzer (2019/2020: 24,0 %) wurde diese voll erreicht oder überschritten. Endkunden haben somit auch hier oftmals nicht die vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate erhalten.

Diese Werte liegen deutlich unter den entsprechenden Anteilswerten in der Desktop-App. Es ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Desktop-App näher an den erwarteten Ergebnissen in einer optimalen Testumgebung liegen. Dazu trägt unter anderem die mittels Desktop-App mögliche technische WLAN-Erkennung sowie der technische Ausschluss von Messungen mit unzureichender Netzwerkkarte bzw. fehlender Stromversorgung bei.

Für eine weitergehende Einordnung der Ergebnisse wird auf die vergleichende Darstellung in der Sonderuntersuchung verwiesen.

## **Sonderuntersuchung: Vergleich Desktop-App Messung mit Browsermessung**

Insgesamt betrachtet lässt sich aus dem Vergleich der beiden Stichproben eine deutliche Verbesserung der Datenübertragungsraten für die Desktop-App Stichprobe ablesen.

Ein Teil der Verbesserung der Datenübertragungsraten für die Desktop-App-Stichprobe kann der veränderten Zusammensetzung der Nutzer in der Stichprobe zugeschrieben werden. Die Nutzer der Desktop-App sind insgesamt deutlich zufriedener mit ihrem Anbieter.

Ein weiterer Teil der Verbesserung kann der Umstellung des Erhebungsverfahrens auf die Desktop-App und insbesondere einer Erweiterung des technischen Validierungsverfahrens sowie - in ganz geringem Umfang - auch einer Steigerung der ermittelten Datenübertragungsraten im Betrachtungszeitraum zugeordnet werden.

Betrachtet man die Bandbreiteklasse 7, so ist zu erkennen, dass vor allem für die Bandbreiteklasse 7 die Verschiebung zu höheren Werten deutlich ausfällt, hier wird eine klare Verbesserung aufgrund der Umstellung des Erhebungsverfahrens auf die Desktop-App erzielt.

### **1.3 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 maximalen Datenübertragungsrate und der 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 valide Daten.

So wurde bei der Messung stationärer Breitbandanschlüsse mit der Desktop-App automatisch überprüft, dass die Messung nicht über WLAN, mit ausreichender Leistung der Netzwerkkarte und mit Anschluss an die Stromversorgung erfolgte. Messungen, die diese Kriterien nicht erfüllten, wurden verworfen. Ferner wurde der Nutzer auf weitere potenzielle Einflussfaktoren wie den parallelen Datenverkehr hingewiesen.

Bei stationären Breitbandanschlüssen in der Browser-Variante wurden Messungen, die laut Kundenangabe über WLAN oder unter Vorliegen weiterer potenzieller Einflussfaktoren erfolgten (insbesondere Messungen mit parallelem Datenverkehr), nicht berücksichtigt.

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 wurden bei stationären Breitbandanschlüssen auf die jeweils letzte Messung je Anschluss und Quartal beschränkt.

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.

## 2 Desktop-App Messung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Messungen stationärer Breitbandanschlüsse dargestellt, die vom 01.02.2021 bis zum 30.09.2021 mit der Desktop-App als Einzelmessung erfolgten.

Aufgrund des geänderten Erhebungsverfahrens zum Stichtag 01.02.2021 sind Vergleiche zu den Ergebnissen der Browsermessung vor dem 01.02.2021 nicht aussagekräftig. Die Ergebnisse der Browsermessung vor dem 01.02.2021 werden in Kapitel 3 beschrieben. Nähere Informationen zu den Auswirkungen der Umstellung von der Browsermessung auf die Desktop-App Messung finden sich in der Sonderuntersuchung in Kapitel 4. Browsermessungen ab dem 01.02.2021 fließen nicht in die Auswertungen für den Jahresbericht ein.

Insgesamt wurden für den aktuellen Beobachtungszeitraum der Desktop-App Messung (8-Monats-Zeitraum vom 01.02.2021 bis 30.09.2021) 167.985 valide Messungen ermittelt. Dies entspricht etwa einem Sechstel (17,7 %) der Messungen des gesamten vorigen Berichtsjahres (2019/2020: 949.414) bzw. einem Viertel (26,5 %) der Messungen eines anteilig von zwölf auf acht Monate verkürzten Beobachtungszeitraumes (2/3 der Vorjahreszahlen wären 632.942 Messungen). Die Zahl der in den Bericht eingeflossenen Messungen ist somit im Vergleich zum Vorjahr deutlich überproportional zum kürzeren Berichtszeitraum gesunken.

Viele Endkunden prüfen seit der Änderung des Erhebungsverfahrens allerdings ihre Surfgeschwindigkeit mit der Browsermessung. Insgesamt wurden vom 01.02.2021 bis zum 30.09.2021 ca. 2,4 Mio. Messungen im Browser durchgeführt, um die Geschwindigkeit beim Surfen zu ermitteln.

### 2.1 Datenübertragungsrate Download

Der Fokus der Breitbandmessung lag auf der Ermittlung des Verhältnisses zwischen tatsächlicher Datenübertragungsrate und der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate. Im Rahmen der Breitbandmessung wurden Nutzer nach ihrer vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate befragt, wobei die

Tarifinformationen der Anbieter mittels Auswahlmenü vorgefiltert wurden. Dem tariflichen Wert wurde die tatsächlich ermittelte Datenübertragungsrate gegenübergestellt.

Über alle Bandbreitklassen und Anbieter hinweg erhielten im Download im aktuellen Berichtsjahr (8-Monats-Zeitraum vom 01.02.2021 bis 30.09.2021) 83,5 % der Nutzer mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate; bei 36,5 % der Nutzer wurde diese voll erreicht oder überschritten (siehe Abbildung 2.1). Diese Werte liegen deutlich über den entsprechenden Anteilswerten in der Browsermessung (s. Kapitel 3). Für eine Einordnung dieser Ergebnisse wird auf die vergleichende Darstellung in Kapitel 4 hingewiesen.

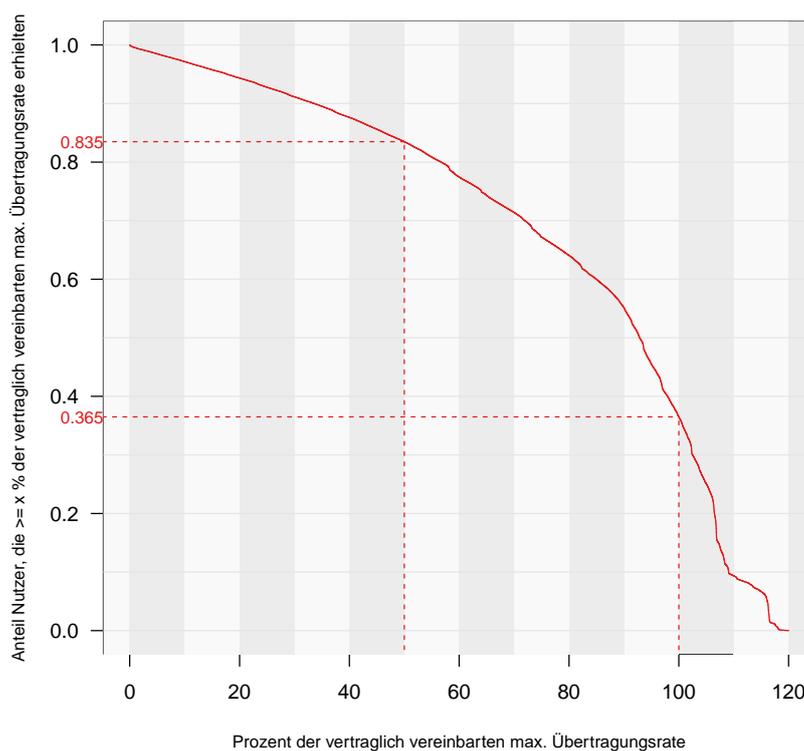


Abbildung 2.1: Empirische Verteilungsfunktion<sup>1</sup> der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für den aktuellen Berichtzeitraum

<sup>1</sup> Dargestellt wird 1 minus der empirischen Verteilungsfunktion, also die empirische Überlebensfunktion (siehe Dokument „Material, Methoden und

### 2.1.1 Bandbreiteklasse

Im Rahmen der Breitbandmessung werden die stationären Breitbandanschlüsse in sieben Bandbreiteklassen eingeteilt.<sup>2</sup> Die Zuordnung einzelner Anschlüsse bzw. der zugrundeliegenden Verträge wurde anhand der von den Nutzern angegebenen vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate im Download vorgenommen.

Es ist zu beachten, dass in den Bandbreiteklassen teilweise unterschiedliche Technologien zum Einsatz kommen. Die unteren Bandbreiteklassen sind primär von ADSL-Anschlüssen geprägt. In den höheren Bandbreiteklassen finden sich überwiegend Kabelanschlüsse und teilweise auch Glasfaseranschlüsse.

Die Leistungsfähigkeit eines Breitbandanschlusses 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 zur Verfügung steht, solange die Kapazität des Netzes nicht erweitert wird.

In Abbildung 2.2 werden die Messergebnisse in den einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt. Dabei lassen sich deutliche Unterschiede zwischen den Bandbreiteklassen feststellen.

---

Datengrundlage“, Abschnitt 3.6). Dies gilt für alle derartigen Abbildungen im Bericht.

<sup>2</sup> 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](https://breitbandmessung.de/ergebnisse).

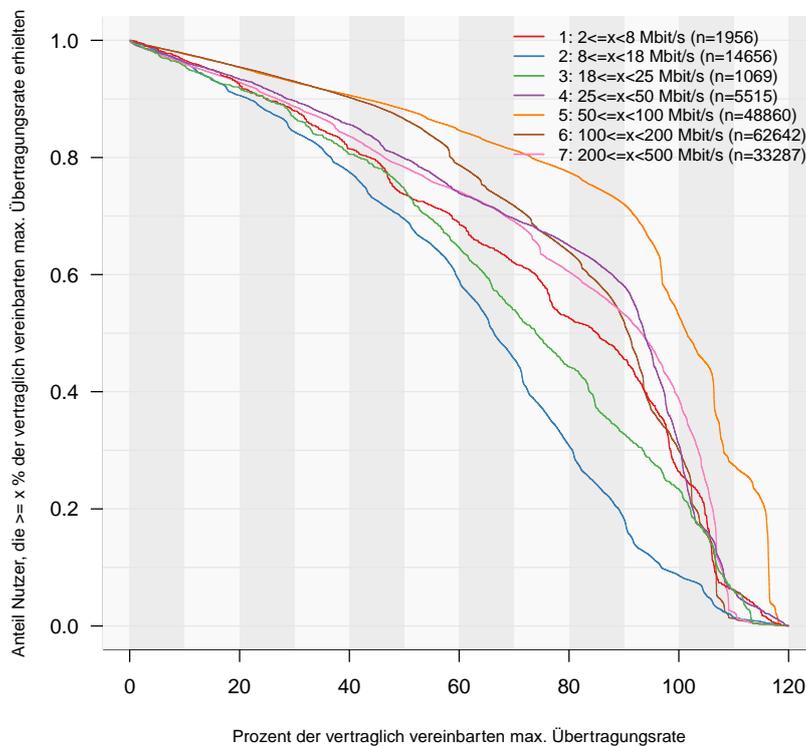


Abbildung 2.2: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen

Die Spanne reichte bezogen auf mindestens 100 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in den einzelnen Bandbreiteklassen von 8,6 % bis 53,0 % der Endkunden. Der niedrigste Wert wurde in der überwiegend von ADSL-Anschlüssen geprägten Bandbreiteklasse 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) erzielt. Der mit Abstand höchste Wert wurde in der Bandbreiteklasse 5 (50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s) beobachtet.

Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate betragen 69,5 % bis 88,2 %, 59,0 % bis 84,6 %, 45,6 % bis 81,2 %, 30,8 % bis 77,5 % und 18,3 % bis 72,0 %. Dabei war die Reihung der Bandbreiteklassen an den entsprechenden Schwellwerten jeweils unterschiedlich.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Endkunden ihre Testumgebung unzutreffend eingeschätzt haben. Daher ist davon auszugehen, dass die wiedergegebenen Ergebnisse der Endkundenmessungen regelmäßig ungünstiger sind, als sie bei einer optimalen Testumgebung konstatiert würden. Im Vergleich zu den Vorjahren ist davon auszugehen, dass die validen Messungen näher an einer optimalen Testumgebung liegen. Dazu trägt unter anderem die mittels Desktop-App mögliche technische WLAN-Erkennung sowie der technische Ausschluss von Messungen mit unzureichender Netzwerkkarte bzw. fehlender Stromversorgung bei.

Zudem kann eine fehlerhafte Tarifauswahl durch den Nutzer nicht ausgeschlossen werden. Dies kann Auswirkungen auf die Zuordnung von Messungen zu einzelnen Bandbreitklassen haben und dadurch ggf. zu schlechteren Ergebnissen führen. Während Messwerte mit einer ermittelten prozentualen Datenübertragungsrate jenseits von 120 % von der Analyse ausgeschlossen werden, da diese Werte größtenteils auf Fehleingaben der Nutzer hinsichtlich der vertraglich zugesicherten Bandbreite beruhen dürften, können mögliche Ausreißer nach unten nicht gefiltert werden. In den oberen beiden Bandbreitklassen kann der Effekt derartiger Fehleingaben mit Blick auf die prozentualen Ergebnisse größer sein als in den unteren Bandbreitklassen.

## 2.1.2 Anbieter

In Abbildung 2.3 werden die Verteilungsfunktionen über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt.<sup>3</sup> Diese decken 90,9 % aller erfassten validen Messungen ab. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl valider Messungen.<sup>4</sup>

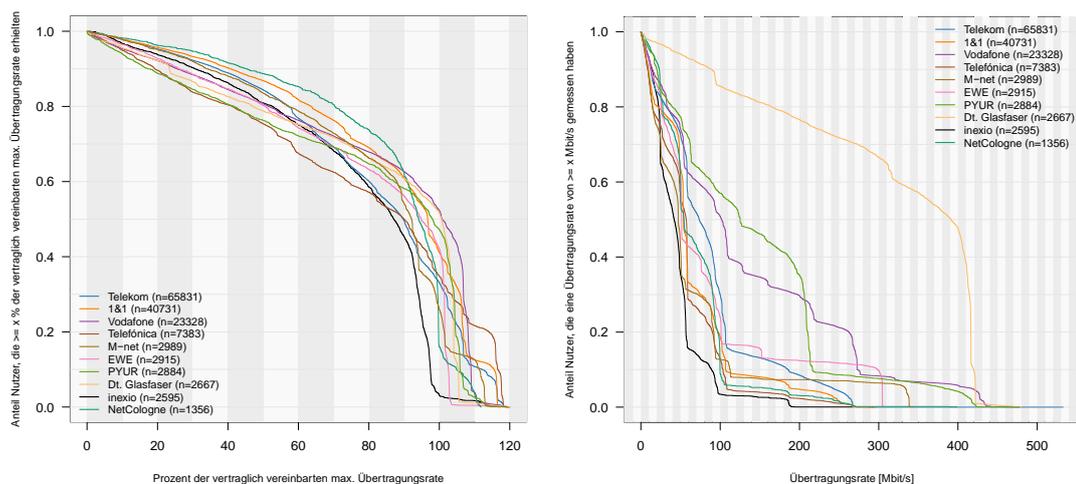


Abbildung 2.3: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate (links) und der absoluten Datenübertragungsrate (rechts) im Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen

Auch zwischen den Anbietern gab es mit Blick auf das Erreichen oder Überschreiten von 100 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate zum Teil deutliche Unterschiede. Bezogen auf die hier dargestellten Anbieter reichte die Spanne von 3,0 % bis 52,3 % der Endkunden.

Die entsprechenden Spannen für 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate betragen 75,4 % bis 88,7 %, 67,5 % bis 85,3 %, 62,5 % bis 80,5 %, 57,2 % bis 73,8 % und 45,4 % bis 62,7 %.

<sup>3</sup> Bei den Anbietern 1&1, M-net und NetCologne besteht neben der manuellen Auswahl des Tarif-Typs auch die Möglichkeit eines automatischen Abrufs der Tarifinformationen.

<sup>4</sup> Die Verteilungsfunktionen der weiteren Anbieter mit mehr als 400 Messungen können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden.

Bezogen auf die absolute Datenübertragungsrate im Download unterscheiden sich die Anbieter im Kurvenverlauf - auch technologie- und tarifbedingt - zum Teil sehr deutlich voneinander. Auffällig erscheint insbesondere die Kurve eines Anbieters, die mit weitem Abstand oberhalb aller anderen Kurven verläuft. Im Vergleich mit den prozentualen Datenübertragungsraten ist erkennbar, dass diese vergleichsweise sehr gute absolute Datenübertragungsrate nicht mit der Kurve mit der höchsten prozentualen Datenübertragungsrate einhergeht. Diese Beobachtung wird auch im Upload sichtbar (s. Kapitel 2.2.2). Zu beachten ist dabei, dass es sich hier um eine Darstellung über alle Bandbreitklassen hinweg handelt.

Die teilweise sichtbaren Stufen korrespondieren in der Regel mit den Grenzen der von dem jeweiligen Anbieter bedienten Bandbreitklassen bzw. den jeweiligen maximalen Datenübertragungsraten der angebotenen Tarife.

Stationäre 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
	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %
Telekom	1,2	9,2	0,0	1,9	20,8	53,0	13,9
1&1	2,0	14,3	0,0	0,0	45,3	27,6	10,8
Vodafone	0,8	4,9	0,2	5,3	16,6	28,5	43,7
Telefónica	0,4	5,1	0,1	4,3	52,6	30,8	6,7
M-net	1,9	0,6	17,3	8,3	35,9	26,8	9,2
EWE	0,1	3,7	0,0	7,7	39,7	32,1	16,7
PYUR	0,1	0,6	6,6	0,7	13,2	11,4	67,5
Dt. Glasfaser	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	98,0
inexio	0,0	3,7	0,3	23,3	51,2	17,6	3,9
NetCologne	0,6	0,0	1,8	14,2	28,9	48,5	5,9

Tabelle 2.1 Anteil valider Messungen je Bandbreiteklasse bei stationären Breitbandanschlüssen im Download für die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen im aktuellen Berichtszeitraum. Anteilswerte je Anbieter ergeben 100.

In der Tabelle 2.1 werden die Anteilswerte je Anbieter und Bandbreiteklasse dargestellt. Anhand dieser Darstellung ist erkennbar, dass einige Anbieter sich auf bestimmte Bandbreiteklassen fokussiert haben bzw. durch die Fokussierung auf eine verwendete Übertragungstechnologie nur in bestimmten Bandbreiteklassen auftreten.

### 2.1.3 Geografischer Bereich

In Abbildung 2.4 werden die Ergebnisse der Desktop App Messung 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 höher als im halbstädtischen 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 Rückgang oberhalb von 90 % der vertraglich vereinbarten Datenübertragungsrate festzustellen. Im städtischen Bereich erreichten 58,9 % der Nutzer mindestens 90 % der vermarkteten Datenübertragungsrate, in ländlichen Gebieten waren es 49,7 %.

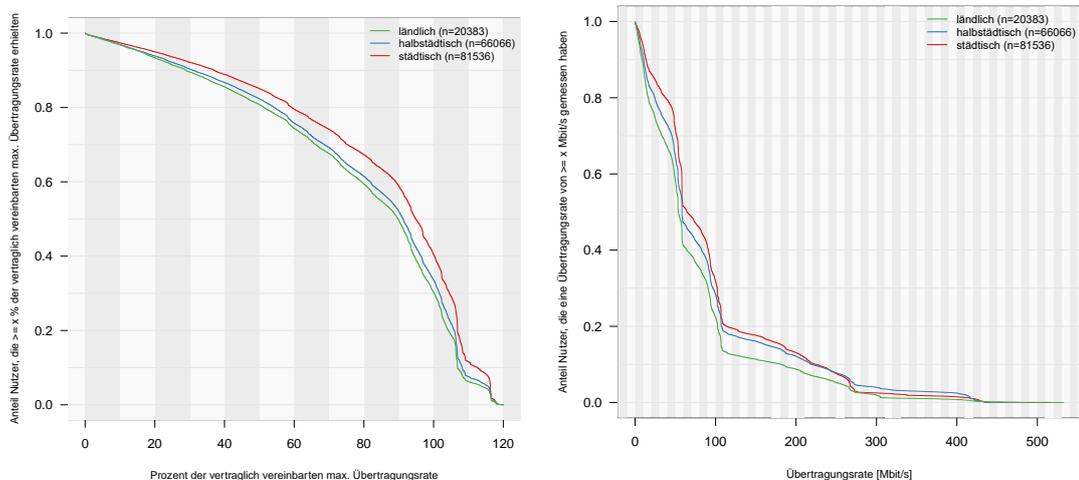


Abbildung 2.4: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrates Download nach geografischem Bereich

Betrachtet man die tatsächlich gemessenen absoluten Datenübertragungsrates im Download, zeigen sich die Unterschiede zwischen den geografischen Bereichen. Im städtischen Bereich erreichten 71,7 % der Nutzer mindestens 50 Mbit/s Datenübertragungsrates, in ländlichen Gebieten waren es 58,2 %.

## 2.1.4 Tageszeitlicher Verlauf

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

Im Tagesverlauf zeigten sich Unterschiede zwischen den Bandbreiteklassen. Die Kurven der prozentual erreichten Datenübertragungsrate für Bandbreiteklassen 2 (8 Mbit/s bis kleiner 18 Mbit/s) und 4 (25 Mbit/s bis kleiner 50 Mbit/s) bis 6 (100 Mbit/s bis kleiner 200 Mbit/s) verlaufen nahezu konstant über den Tag. Dagegen zeigt beispielsweise Bandbreiteklasse 7 eine Senke in den frühen Abendstunden. Dies geht auf mehrere Anbieter in dieser Klasse zurück.

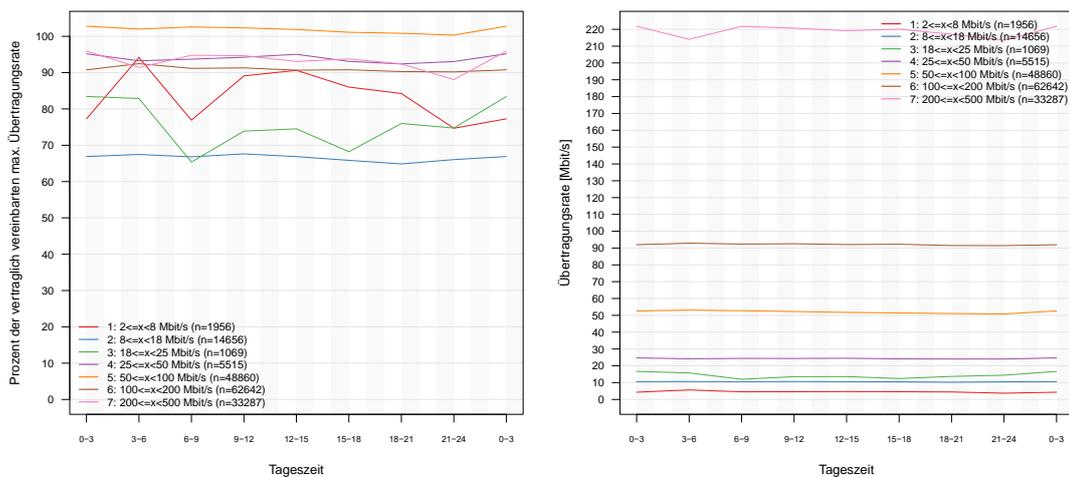


Abbildung 2.5: Tageszeitlicher Verlauf der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Download nach Bandbreiteklassen

Für die absolute gemessene Datenübertragungsrate ist entsprechend der relativen Betrachtung in einigen Bandbreiteklassen keine tageszeitliche Abhängigkeit zu beobachten. In Bandbreiteklasse 7 zeigen sich dagegen beispielweise leichte Schwankungen über den Tagesverlauf.

### 2.1.5 Kundenzufriedenheit

Die Abfrage der Kundenzufriedenheit erfolgte vor der Durchführung der Messung und gibt Aufschluss über die Zufriedenheit des Kunden mit seinem Breitbandanschluss. Die in Abbildung 2.6 dargestellte Grafik zeigt für die Desktop-App Messung die Anteile der Kunden, die eine Note von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden) angegeben haben. Alle Anteile aufsummiert ergeben 100 % der Kundenangaben.

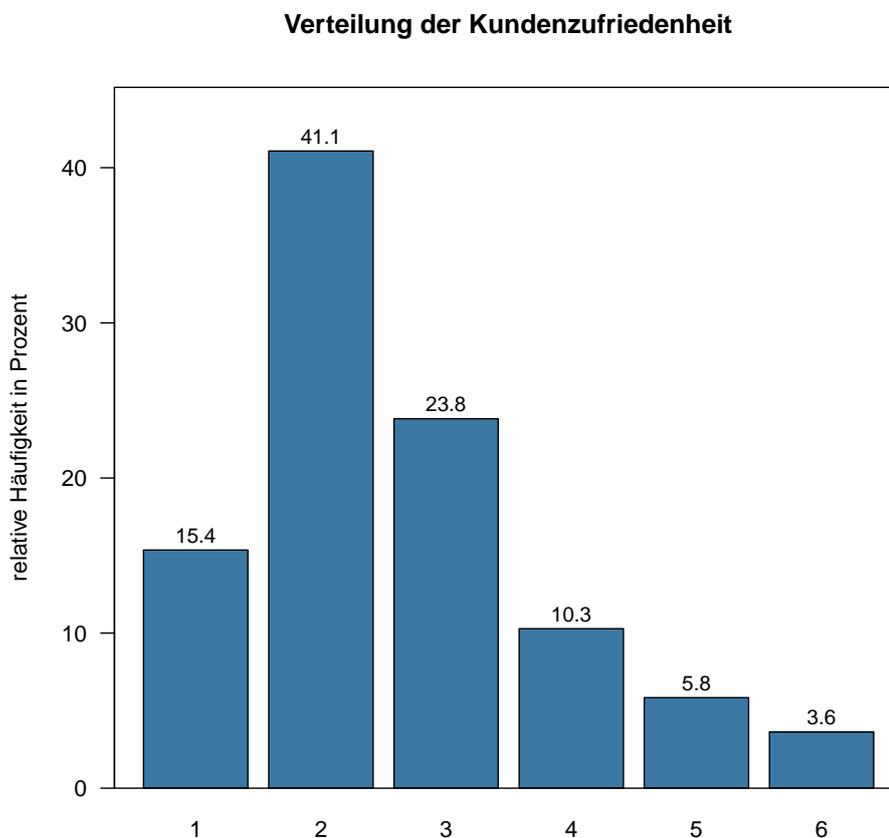


Abbildung 2.6: Kundenzufriedenheit für stationäre Breitbandanschlüsse bewertet mit Noten von 1 bis 6 für die Desktop-App Messung.

Die Kunden bewerteten ihren Anschluss insgesamt positiv, so entfallen allein 41,1 % der Bewertungen auf die Note 2. Die Noten von 1 bis 3 haben 80,3 % der Kunden vergeben. Weniger als 10 % der Kunden bewerten ihren Anschluss mit den Noten 5 oder 6.

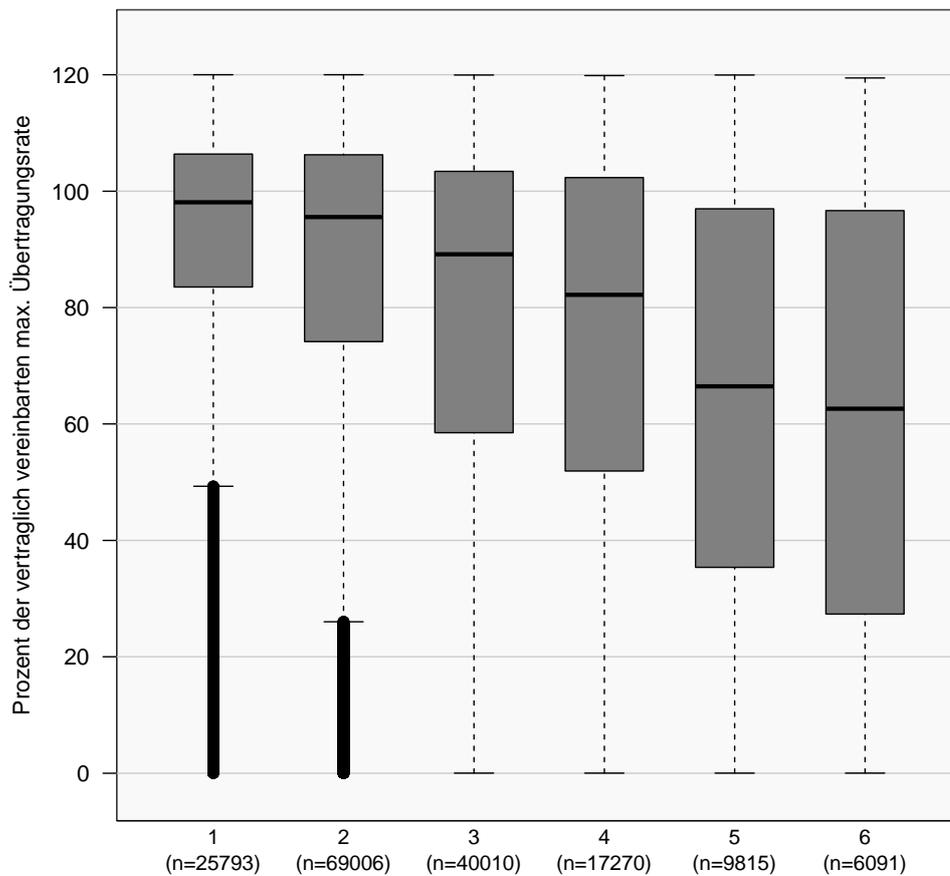


Abbildung 2.7: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download für die Desktop-App Messung aufgeschlüsselt nach Kundenzufriedenheit. Der Median wird als schwarzer horizontaler Balken in jeder Box dargestellt.

In Abbildung 2.7 ist die Verteilung des Verhältniswerts der tatsächlichen gemessenen Datenübertragungsrate im Vergleich zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate für jede Notenstufe separat dargestellt. Es zeigt sich, dass zufriedeneren Kunden im Mittel höhere prozentuale Datenübertragungsraten erzielten.

## 2.2 Datenübertragungsrate Upload

Mit der gestiegenen Bedeutung von Home Office steigt auch die Bedeutung der Upload-Leistung des stationären Breitbandanschlusses. Abbildung 2.8 stellt für den Upload zum einen das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent und zum anderen die absoluten Datenübertragungsraten für den aktuellen Beobachtungszeitraum (8-Monats-Zeitraum vom 01.02.2021 bis 30.09.2021) dar.

Im Upload lag das generelle Niveau des prozentualen Verhältnisses von ermittelter zu vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate auf einem ähnlichen Niveau wie im Download (s. Abschnitt 2.1). Über alle Bandbreitklassen und Anbieter hinweg erhielten im Upload im aktuellen Berichtszeitraum 87,5 % der Nutzer mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate; bei 35,7 % der Nutzer wurde diese voll erreicht oder überschritten.

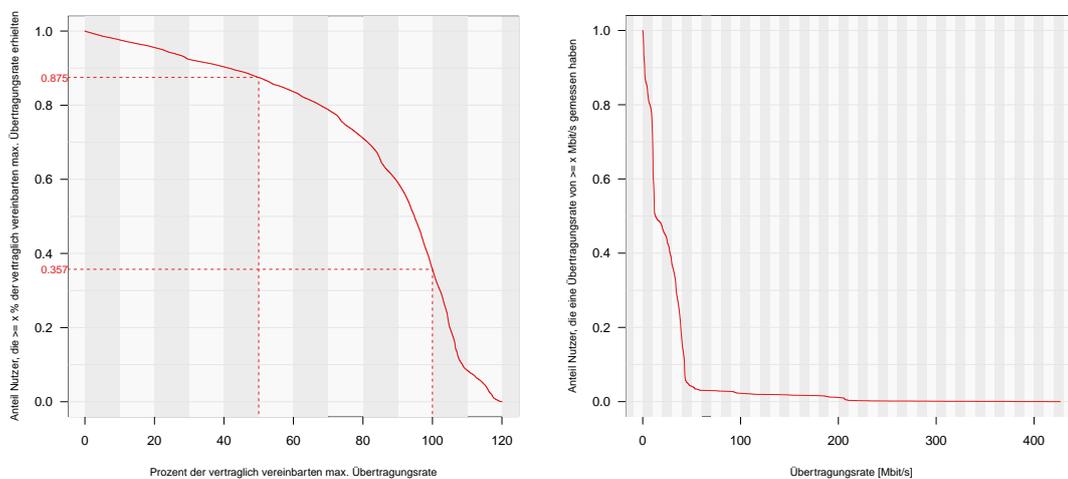


Abbildung 2.8: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Upload

## 2.2.1 Bandbreiteklasse

Die Messergebnisse der Desktop-App im Upload aufgeschlüsselt nach Bandbreiteklassen<sup>5</sup> werden in Abbildung 2.9 dargestellt. Es lagen 151.554 erfasste Messungen vor. Die Kurve der Bandbreiteklasse 5 (50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s) verläuft über weite Bereiche des Messwertebereichs oberhalb der Kurvenschar, gefolgt von Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) mit leichtem Abstand.

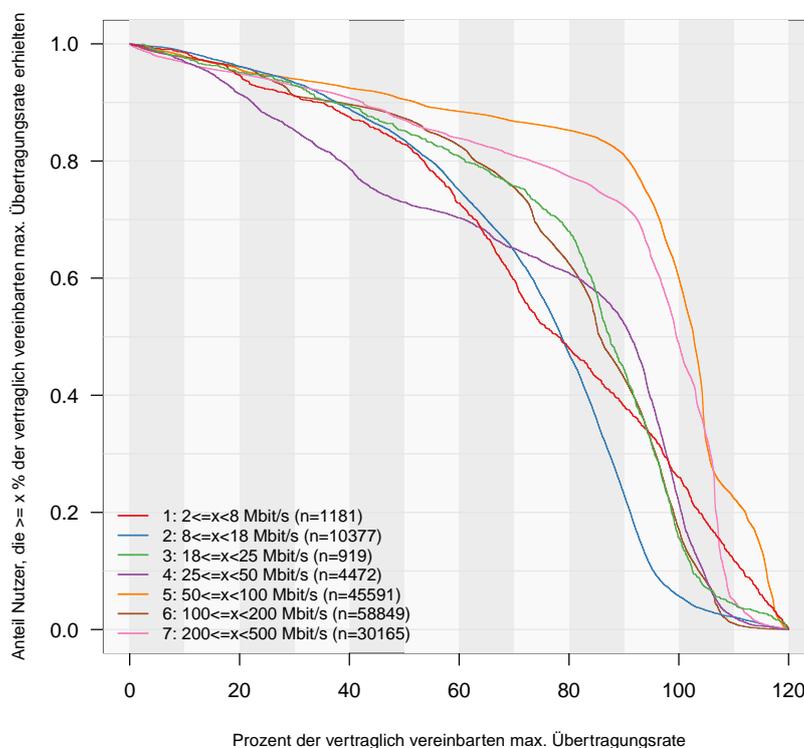


Abbildung 2.9: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Bandbreiteklassen

<sup>5</sup> Die Zuordnung einzelner Breitbandanschlüsse bzw. der zugrundeliegenden Verträge wurde anhand der von den Nutzern angegebenen vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate im Download vorgenommen.

## 2.2.2 Anbieter

In Abbildung 2.10 werden die Verteilungsfunktionen über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt.<sup>6</sup> Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.<sup>7</sup>

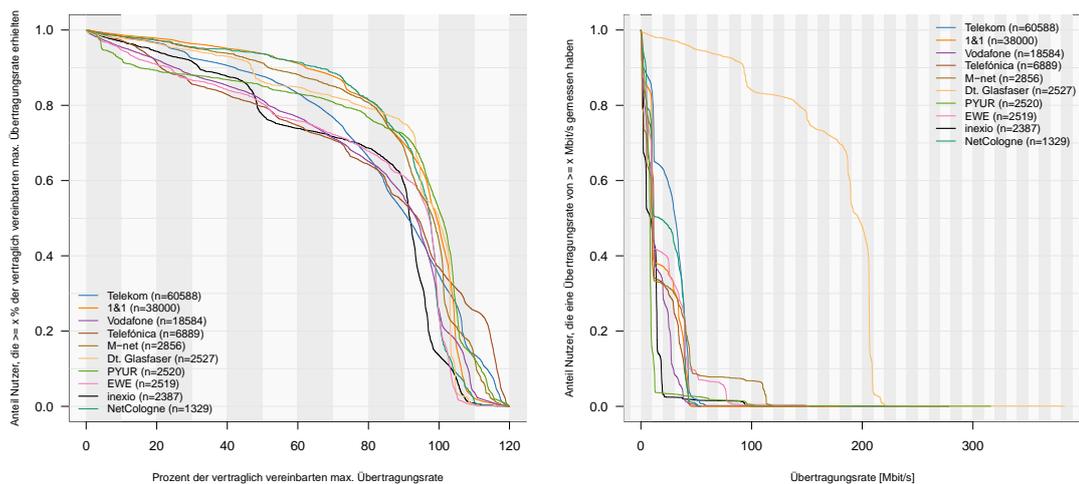


Abbildung 2.10: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsrate (links) und der absoluten Datenübertragungsrate (rechts) im Upload nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen

Im Bereich von 0 % bis 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate ist die Spanne zwischen oberster und unterster Kurve deutlich sichtbar, die Kurvenverläufe weisen charakteristische Unterschiede zwischen einzelnen Anbietern auf. Oberhalb von 90 % der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate fallen die Kurven für alle Anbieter stark ab.

Betrachtet man die absoluten Datenübertragungsraten (Abbildung 2.10, rechte Grafik), so fällt eine Kurve eines Anbieters auf, die über den gesamten Messbereich deutlich höhere Ergebnisse als die

<sup>6</sup> Bei den Anbietern 1&1, M-net und NetCologne besteht neben der manuellen Auswahl des Tarif-Typs auch die Möglichkeit eines automatischen Abrufs der Tarif-Informationen.

<sup>7</sup> Die Verteilungsfunktionen weiterer Anbieter können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden.

anderen Anbieter dokumentiert. Dieser Anbieter kann technologiebedingt eine sehr hohe Upload-Datenübertragungsrate anbieten. Im Vergleich mit den prozentualen Datenübertragungsraten ist erkennbar, dass diese vergleichsweise sehr gute absolute Datenübertragungsrate nicht mit der Kurve mit der höchsten prozentualen Datenübertragungsrate einhergeht. Zu beachten ist dabei, dass es sich hier um eine Darstellung über alle Bandbreitklassen hinweg handelt.

## 2.3 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 kürzere Laufzeit ist aus Sicht des Endkunden immer verbunden mit einem besseren Nutzungserlebnis. Geringe Laufzeiten sind insbesondere im Bereich der Videokonferenzen, Collaboration Tools und Online-Spiele von entscheidender Bedeutung.

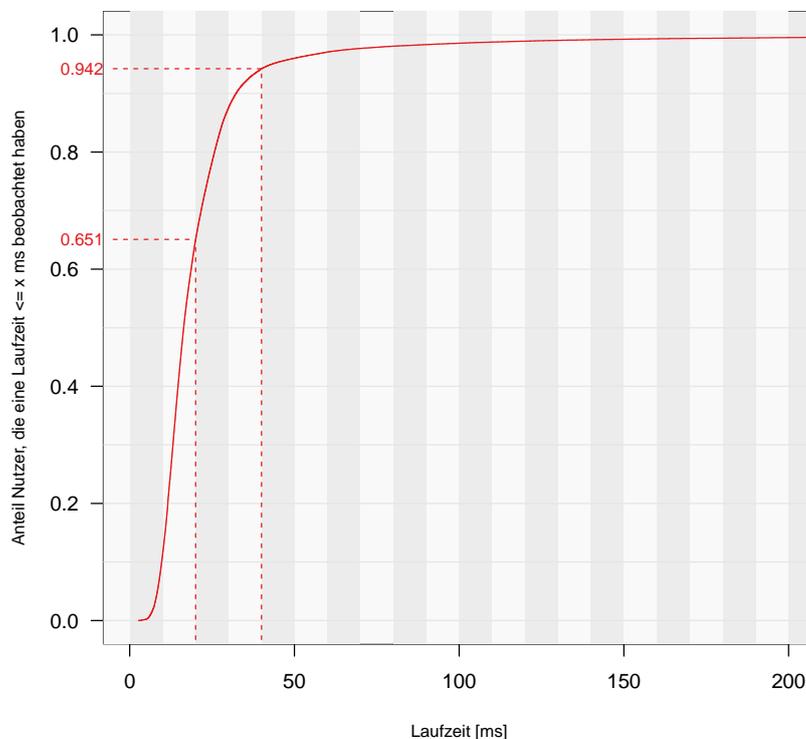


Abbildung 2.11: Stationäre Breitbandanschlüsse Desktop-App Messung: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit für den aktuellen Berichtszeitraum

Abbildung 2.11 stellt die ermittelte Laufzeit über alle Bandbreiteklassen und Anbieter hinweg dar.

Betrachtet man den Messwert von 40 ms, erreichten im aktuellen Berichtszeitraum 94,2 % der Nutzer über alle Bandbreiteklassen und Anbieter hinweg diese oder eine kürzere Laufzeit. Für 20 ms beträgt dieser Anteil 65,1 %.

### 2.3.1 Bandbreiteklasse

In Abbildung 2.12 werden die Messergebnisse mit Blick auf die ermittelte Laufzeit in den einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt. Für die höheren Bandbreiteklassen wurden tendenziell geringere Laufzeiten gemessen als in den niedrigeren Bandbreiteklassen. Bandbreiteklasse 6 (100 Mbit/s bis kleiner 200 Mbit/s) wies den höchsten Anteil (78,8 %) an Kundenmessungen mit Laufzeiten bis zu 20 ms auf, dicht gefolgt von Bandbreiteklasse 7 (200 Mbit/s bis kleiner 500 Mbit/s) mit einem Anteil von 75,3 % und Bandbreiteklasse 5 (50 Mbit/s bis kleiner 100 Mbit/s) mit 63,6 %. In den Bandbreiteklassen 5, 6 und 7 haben weniger als 6 % der Nutzer Laufzeiten von 40 ms und mehr festgestellt, in der Bandbreiteklasse 1 (2 Mbit/s bis kleiner 8 Mbit/s) waren es 25 %.

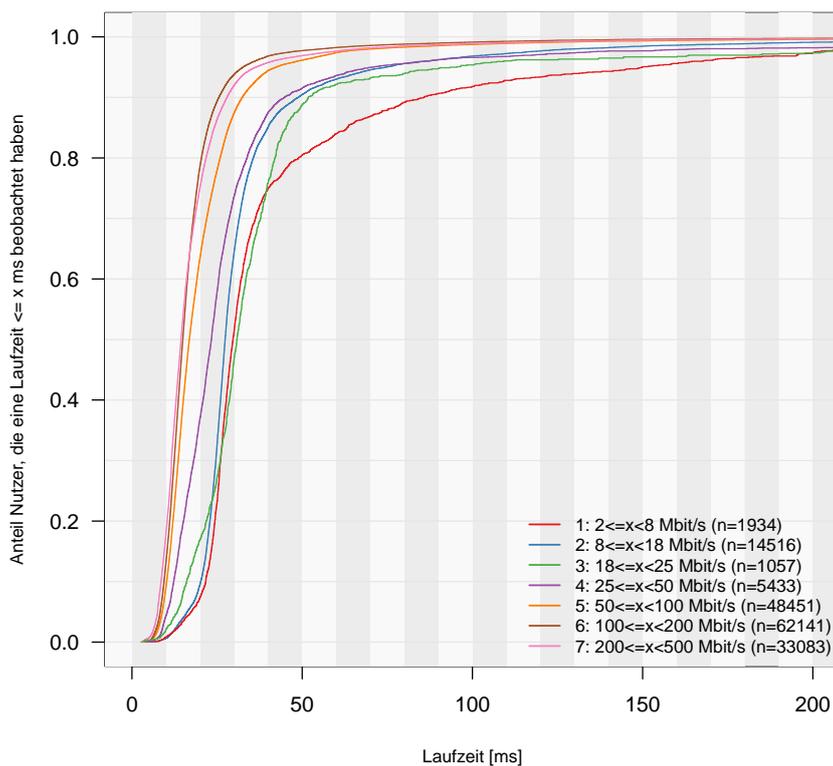


Abbildung 2.12: Stationäre Breitbandanschlüsse Desktop-App Messung: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit nach Bandbreiteklassen

### 2.3.2 Anbieter

In Abbildung 2.13 werden die Verteilungsfunktionen der Laufzeit über alle Bandbreitklassen hinweg für die 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen dargestellt. Die Darstellung der Anbieterreihenfolge erfolgt nach absteigender Anzahl von validen Messungen.<sup>8</sup>

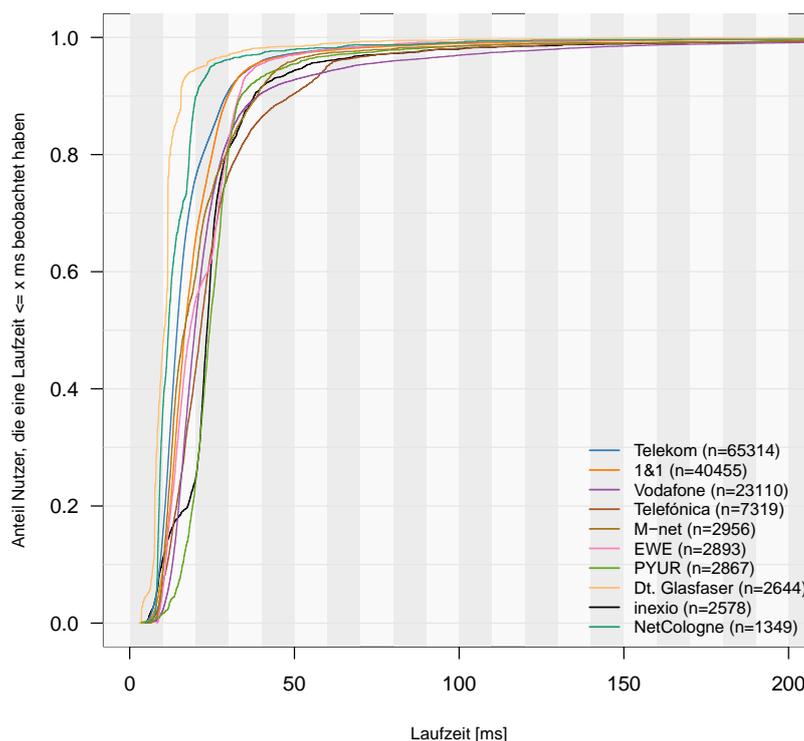


Abbildung 2.13: Stationäre Breitbandanschlüsse Desktop-App Messung: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit für die 10 Anbieter mit den meisten validen Messungen

Bei den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen zeigen sich erkennbare Unterschiede im Laufzeitverhalten. Bietet ein Anbieter überwiegend Produkte in höheren Bandbreitklassen an, dann wurden vermehrt kürzere Laufzeiten im Rahmen der Breitbandmessung ermittelt. Dies trifft insbesondere für Anbieter mit vorwiegend durch Glasfaser angeschlossene Endkunden sowie Kabelnetzanbieter zu. Die Kurven dieser Anbieter heben sich von den Kurven der anderen Anbieter ab.

<sup>8</sup> Die Verteilungsfunktionen weiterer Anbieter können dem Internetangebot auf <https://breitbandmessung.de/interaktive-darstellung> entnommen werden.

### 3 Browsermessung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Messungen stationärer Breitbandanschlüsse dargestellt, die vom 01.10.2020 bis zum 01.02.2021 browserbasiert auf der Webseite

➔ <https://breitbandmessung.de/> durchgeführt wurden.

Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund des auf vier Monate verkürzten Beobachtungszeitraumes Beobachtungen im Vergleich zu den Vorjahren weniger aussagekräftig sind, da nur das erste Drittel des Berichtsjahres für den Vergleich zur Verfügung stand und Entwicklungen im weiteren Verlauf nicht per Browsermessung erfasst wurden. Ab dem 01.02.2021 stand stattdessen die Desktop-App der Breitbandmessung zur Verfügung (s. Kapitel 2).

Zum anderen ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Desktop-App näher an einer optimalen Testumgebung liegen. Dazu trägt unter anderem die mittels Desktop-App mögliche technische WLAN-Erkennung sowie der technische Ausschluss von Messungen mit unzureichender Netzwerkkarte bzw. fehlender Stromversorgung bei.

Weitere Vorteile der Desktop-App sind die vermutlich genauere Erfassung der Tarife durch die Nutzer der App sowie eine genauere Erkennung von Mehrfachmessungen im Rahmen der Validierung. Insofern sind seit der Änderung des Erhebungsverfahrens zum Stichtag 01.02.2021 Vergleiche zwischen Bandbreiteklassen, Anbietern, etc. aktueller und aussagekräftiger über die Desktop-App (s. Kapitel 2) zu treffen.

Insgesamt wurden für den 4-Monats-Beobachtungszeitraum 315.638 valide Messungen über den Browser ermittelt. Dies entspricht etwa einem Drittel der Vorjahresmessungen (2019/2020: 949.414), so dass die Zahl der Messungen im Vergleich zum Vorjahr proportional zum kürzeren Beobachtungszeitraum gesunken ist.

### 3.1 Datenübertragungsrate Download

Über alle Bandbreiteklassen und Anbieter hinweg erhielten im Download im Beobachtungszeitraum für die Browsermessung (4-Monats-Zeitraum vom 01.10.2020 bis 01.02.2021) 73,3 % der Nutzer (Berichtsjahr 2019/2020: 73,6 %) mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate; bei 22,8 % der Nutzer (2019/2020: 24,0 %) wurde diese voll erreicht oder überschritten. Wie in den Vorjahren beobachtet, haben Endkunden somit oftmals nicht die vertraglich vereinbarte maximale Datenübertragungsrate erhalten.

Diese Werte liegen deutlich unter den entsprechenden Anteilswerten in der Desktop-App (s. Kapitel 2.1). Es ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Desktop-App aus den zuvor genannten Gründen näher an den erwarteten Ergebnissen in einer optimalen Testumgebung liegen. Für eine Einordnung der Ergebnisse wird auf die vergleichende Darstellung in der Sonderuntersuchung in Kapitel 4 hingewiesen.

Abbildung 3.1 zeigt den Kurvenverlauf der fünf erfassten Berichtsjahre und des aktuellen 4-Monats-Beobachtungszeitraums vom 01.10.2020 bis 01.02.2021. Die Kurve für den aktuellen Berichtszeitraum verläuft insgesamt leicht unterhalb der Kurve aus dem Vorjahr.

Eine Auswirkung der Corona-Pandemie auf die Nutzung stationärer Breitbandanschlüsse ist nicht zu belegen.

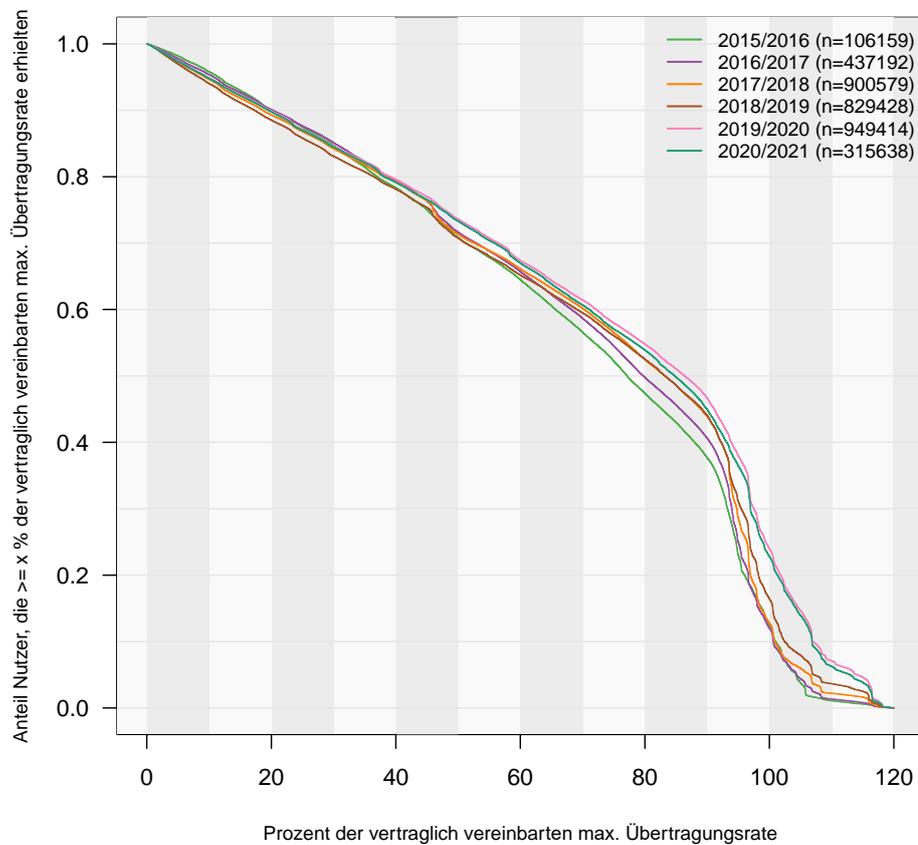


Abbildung 3.1: Stationäre Breitbandanschlüsse Browsermessung: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten Datenübertragungsraten Download im Jahresvergleich

### 3.1.1 Bandbreiteklasse

Im Rahmen der Breitbandmessung werden die stationären Breitbandanschlüsse in sieben Bandbreiteklassen eingeteilt. In Abbildung 3.2 sind die erreichten prozentualen Datenübertragungsraten für die Bandbreiteklassen mit den meisten validen Messungen dargestellt. Die Verteilungsfunktionen aller Bandbreiteklassen sowie die absoluten Datenübertragungsraten je Bandbreiteklasse können dem Internetangebot auf

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

Auf die Bandbreiteklassen 2, 5, 6 und 7 entfiel im zugrundeliegenden 4-Monats-Zeitraum vom 01.10.2020 bis 01.02.2021 die große

Mehrheit (93,3 %) aller beobachteten Endkundenmessungen. Der größte Anteil aller Messungen (31,8 %) entfiel auf Bandbreiteklasse 6.

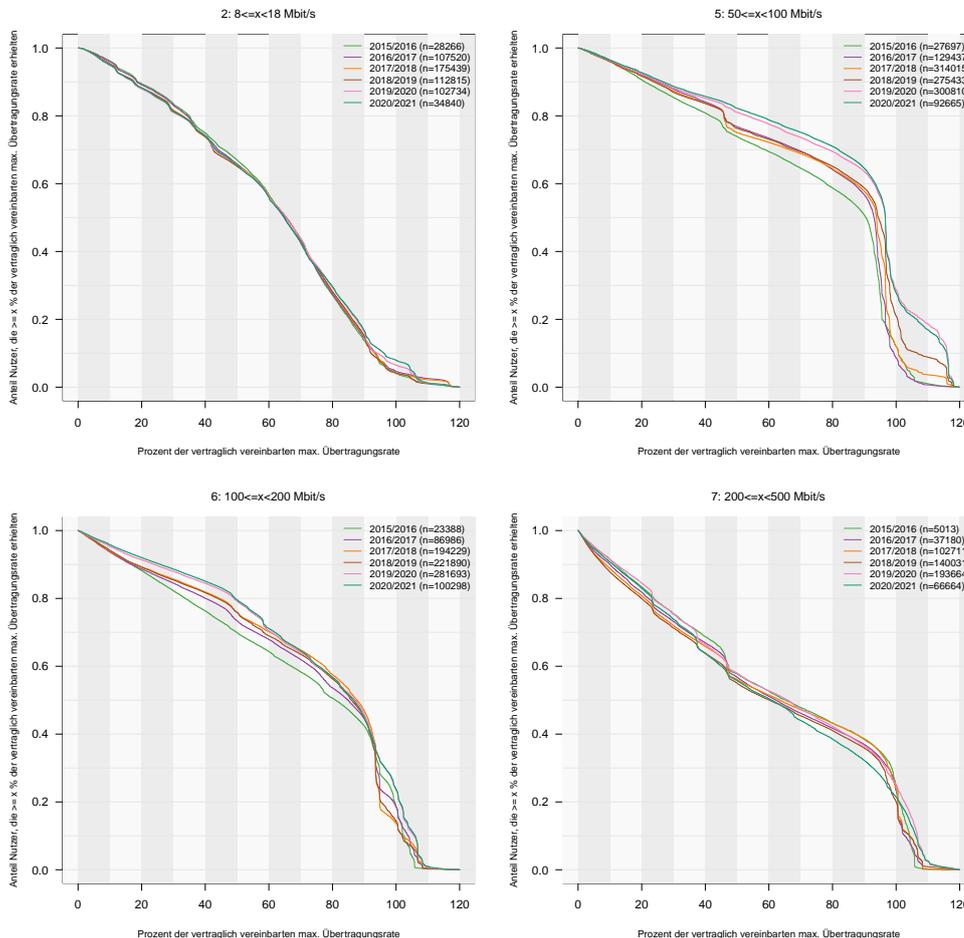


Abbildung 3.2: Stationäre Breitbandanschlüsse Browsermessung: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach ausgewählten Bandbreitenklassen im Jahresvergleich

Mit Blick auf die Ergebnisse der Desktop-App (s. Kapitel 2.1.1) fallen insbesondere Unterschiede in der Bandbreiteklasse 7 auf. Die Kurve der Bandbreiteklasse 7 verläuft in der Desktop-App deutlich oberhalb der hier dargestellten Kurven. Insbesondere in der obersten Bandbreiteklasse können in der Browsermessung technische Restriktionen in der Endkundenumgebung vorliegen, die einen Einfluss auf das Messergebnis haben. Zum Beispiel können Beschränkungen der Netzwerkkarte am PC/Laptop dazu führen, dass Datenübertra-

gungsraten von nur ca. 100 Mbit/s erreicht werden, obwohl der Kunde aufgrund seines Tarifes durchaus höhere Datenübertragungsraten realisieren könnte. Für eine Einordnung der Ergebnisse wird auf die vergleichende Darstellung in Kapitel 4 hingewiesen.

Seit Umstellung der Breitbandmessung auf die Desktop-App Einzelmessung am 01.02.2021 sind Vergleiche zwischen Bandbreitklassen daher aktueller und aussagekräftiger über die Desktop-App (s. Kapitel 2) zu treffen. Der hier dargestellte Vergleich dient lediglich noch der Einordnung der Ergebnisse in ihrer zeitlichen Entwicklung.

### 3.1.2 Anbieter

In Abbildung 3.3 werden die empirischen Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) sowie der absoluten (rechts) Datenübertragungsraten der 10 Anbieter mit der größten Anzahl valider Messungen im 4-Monats-Beobachtungszeitraum 2020/2021 betrachtet.

Bei einer großen Mehrheit der Anbieter wurden im Zeitraum vom 01.10.2020 bis 01.02.2021 höhere absolute Datenübertragungsraten gemessen als im Vorjahr, wenngleich sich die Verbesserung bei einigen wenigen Anbietern nur auf einem Teil des Wertebereichs beobachten lässt.

Für die Verteilungsfunktionen der prozentualen erreichten Datenübertragungsrate ergibt sich ein uneinheitliches Bild. Für eine knappe Mehrheit der Anbieter ist die prozentual erreichte Datenübertragungsrate im Vergleich zum Vorjahr leicht abgesunken oder unverändert. Einige Anbieter verzeichneten im zugrundeliegenden 4-Monats-Zeitraum höhere gemessene absolute Datenübertragungsraten, die ermittelte prozentuale Datenübertragungsrate allerdings entwickelte sich gegenläufig.

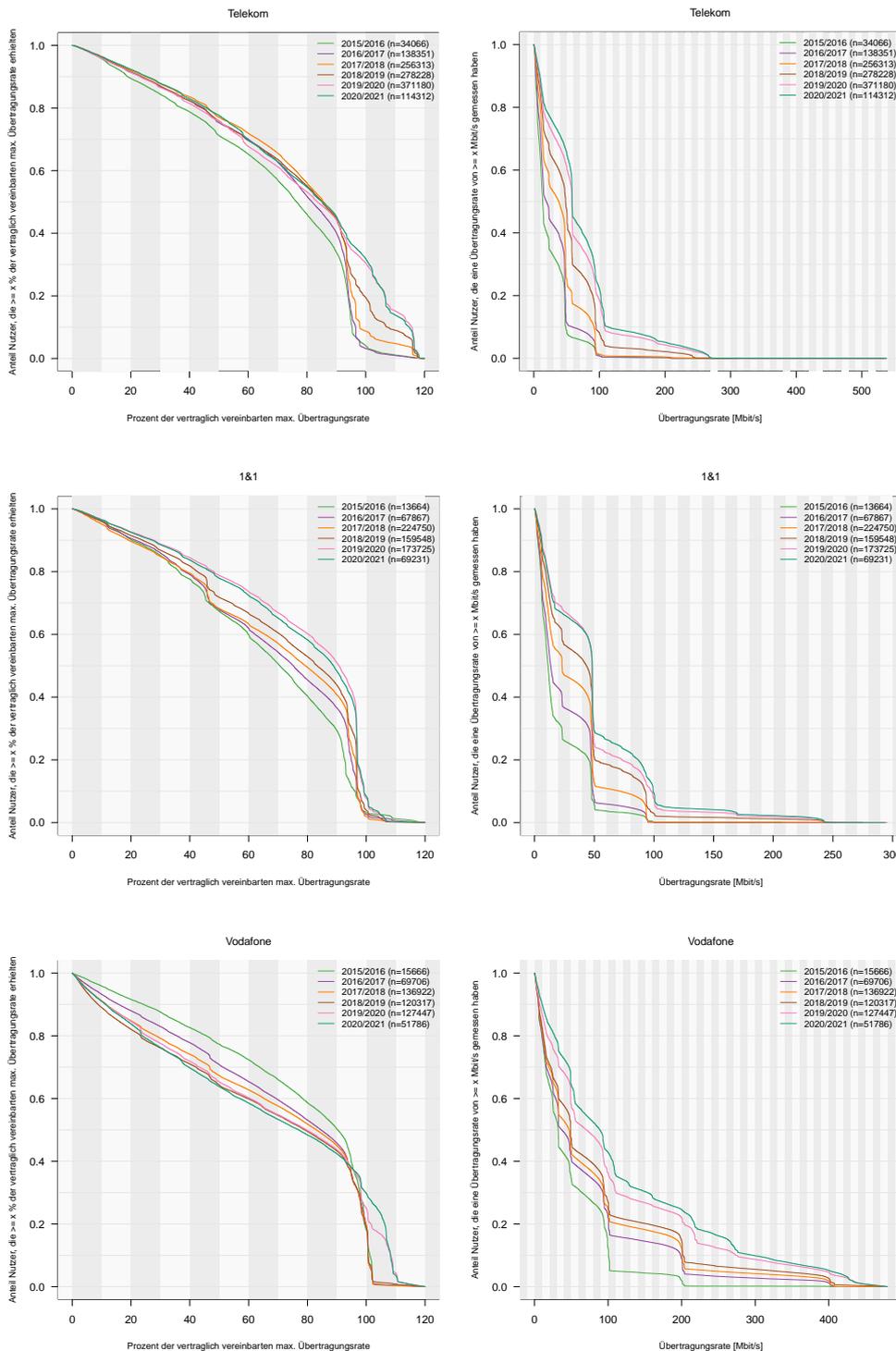
Insgesamt betrachtet ergibt sich keine klare Veränderung für das prozentuale Verhältnis von gemessener zu vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate im Vergleich zum Vorjahr.

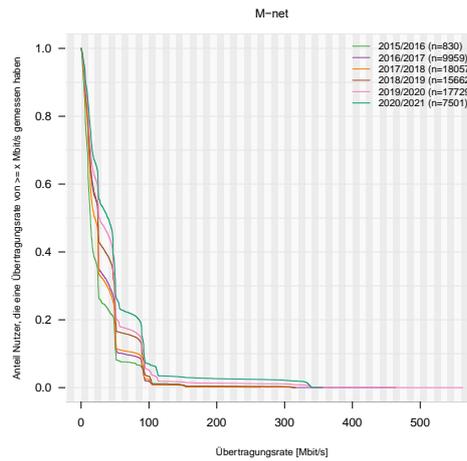
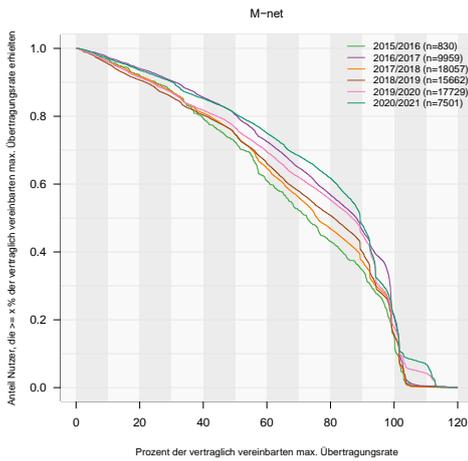
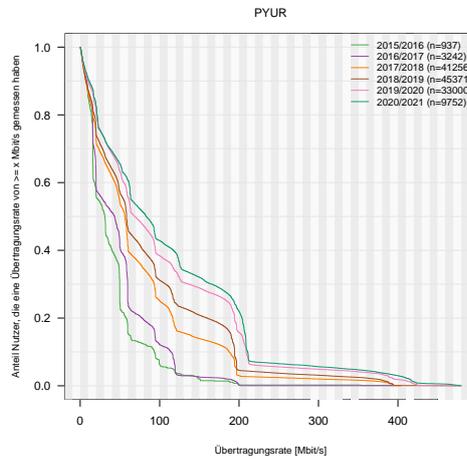
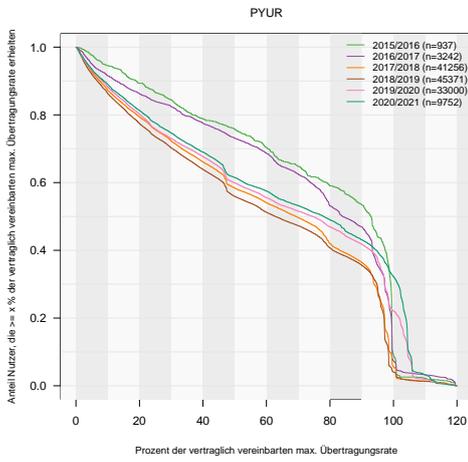
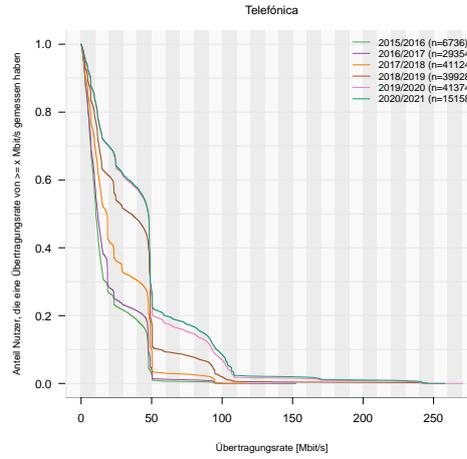
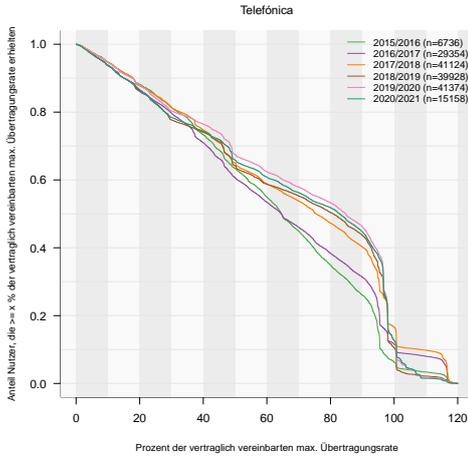
Es ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Desktop-App (s. Kapitel 2.1.2) im Vergleich zur Browsermessung näher an den erwarteten Ergebnissen in einer optimalen Testumgebung liegen. Dazu trägt unter anderem die mittels Desktop-App mögliche technische WLAN-Erkennung sowie der technische Ausschluss von Messungen mit unzureichender Netzwerkkarte bzw. fehlender Stromversorgung bei.

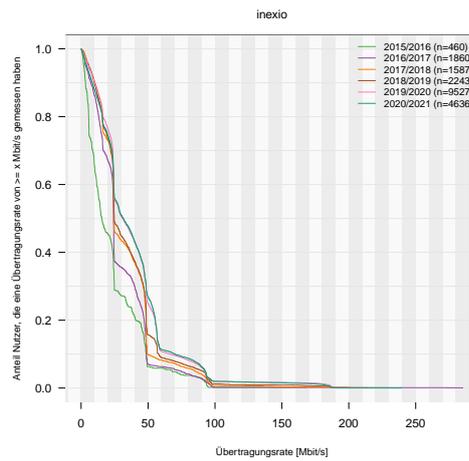
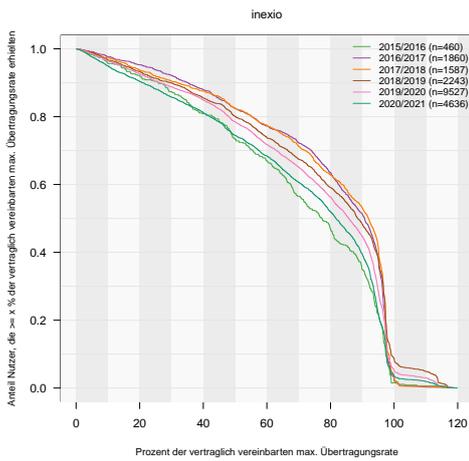
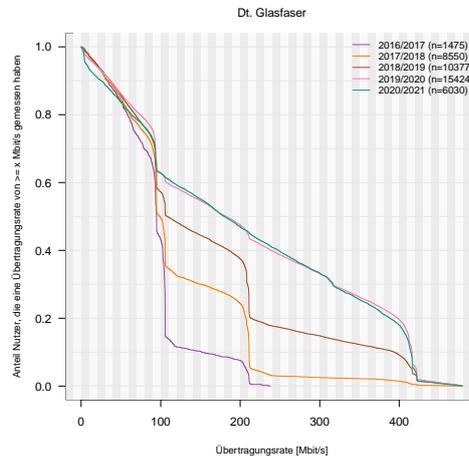
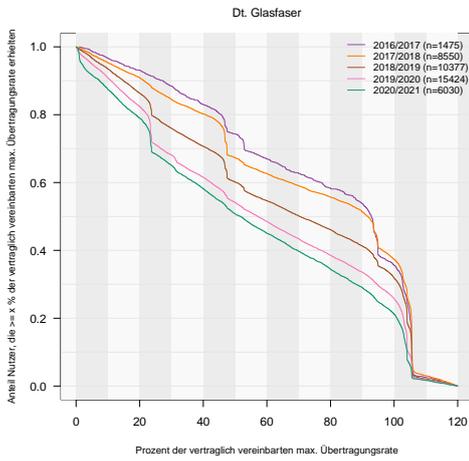
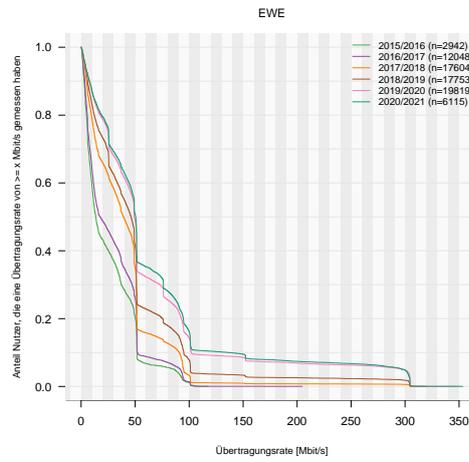
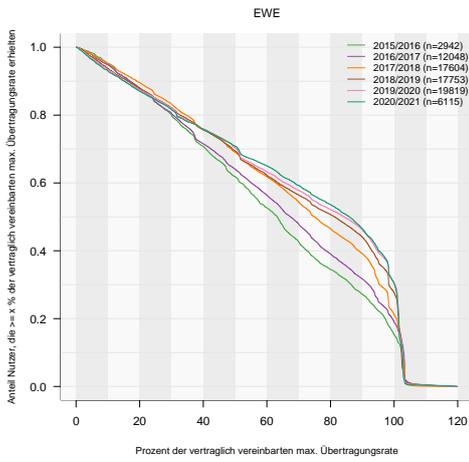
Weitere Vorteile der Desktop-App sind die vermutlich genauere Erfassung der Tarife durch die Nutzer der App sowie eine genauere Erkennung von Mehrfachmessungen im Rahmen der Validierung.

Insofern sind Vergleiche zwischen Anbietern seit dem 01.02.2021 aktueller und aussagekräftiger über die Desktop-App (s. Kapitel 2)

zu treffen. Der hier dargestellte Vergleich dient lediglich der Einordnung der Ergebnisse in ihrer zeitlichen Entwicklung.







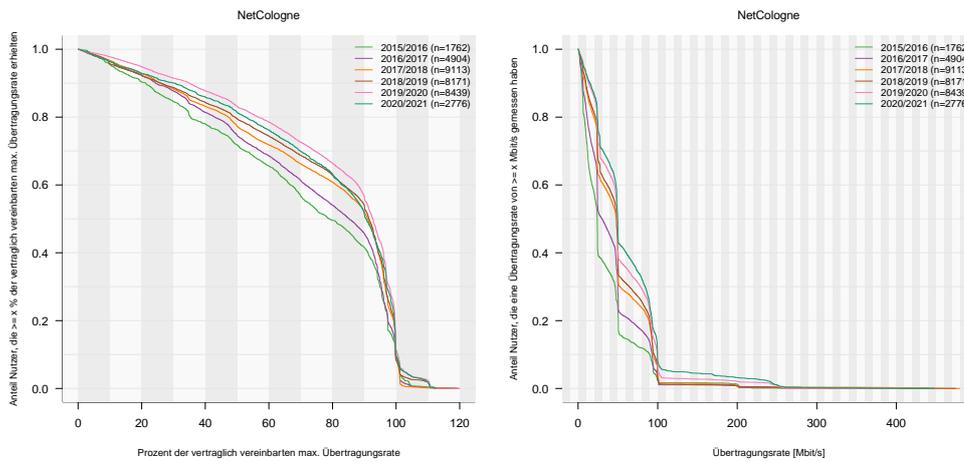


Abbildung 3.3: Stationäre Breitbandanschlüsse Browsermessung: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsgate Download nach den 10 Anbietern mit den meisten validen Messungen im Jahresvergleich

### 3.1.3 Tageszeitlicher Verlauf

In diesem Abschnitt wird die gemessene Datenübertragungsrate über den 24-Stunden-Turnus eines Tages betrachtet. Dazu wurden Messungen innerhalb eines 3-Stunden Zeitfensters zusammengefasst und der Medianwert dargestellt. Diese Betrachtung liefert einen Einblick in die Abhängigkeit der gemessenen Datenübertragungsrate von der Tageszeit der Nutzung.

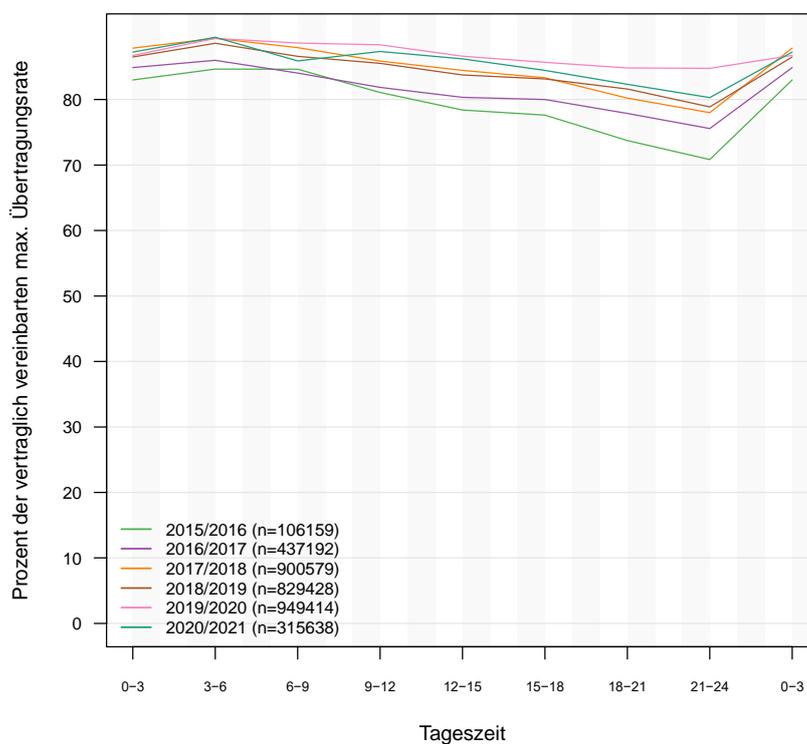


Abbildung 3.4: Stationäre Breitbandanschlüsse Browsermessung: Tageszeitlicher Verlauf (Median der Messungen je 3h-Intervall) der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download im Jahresvergleich

Im Vergleich zu den vorhergehenden Berichtsjahren ist abzulesen, dass die erkennbare Abnahme der prozentualen Datenübertragungsrate im Tagesverlauf - insbesondere in den Abendstunden - im aktuellen 4-Monats-Zeitraum vom 01.10.2020 bis 01.02.2021 wieder deutlicher ausfällt als im Vorjahr. Die aktuelle Kurve spiegelt damit wieder mehr das beobachtete Verhalten im Berichtsjahr 2018/2019 und davor wieder.

### 3.1.4 Kundenzufriedenheit

Abbildung 3.5 stellt die Kundenzufriedenheit als Anteil der Kunden, die eine Notenstufe von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden) als Bewertung angegeben haben, über die Berichtszeiträume dar. Noten werden aufsteigend von 1 (blau) bis 6 (orange) dargestellt. Alle Anteile je Berichtszeitraum aufsummiert ergeben 100 % der Kundenangaben. Die Kundenzufriedenheit wurde im Vorfeld der eigentlichen Messung abgefragt, sodass der Nutzer hier bereits eine Aussage traf, bevor das Ergebnis der aktuellen Breitbandmessung vorlag.

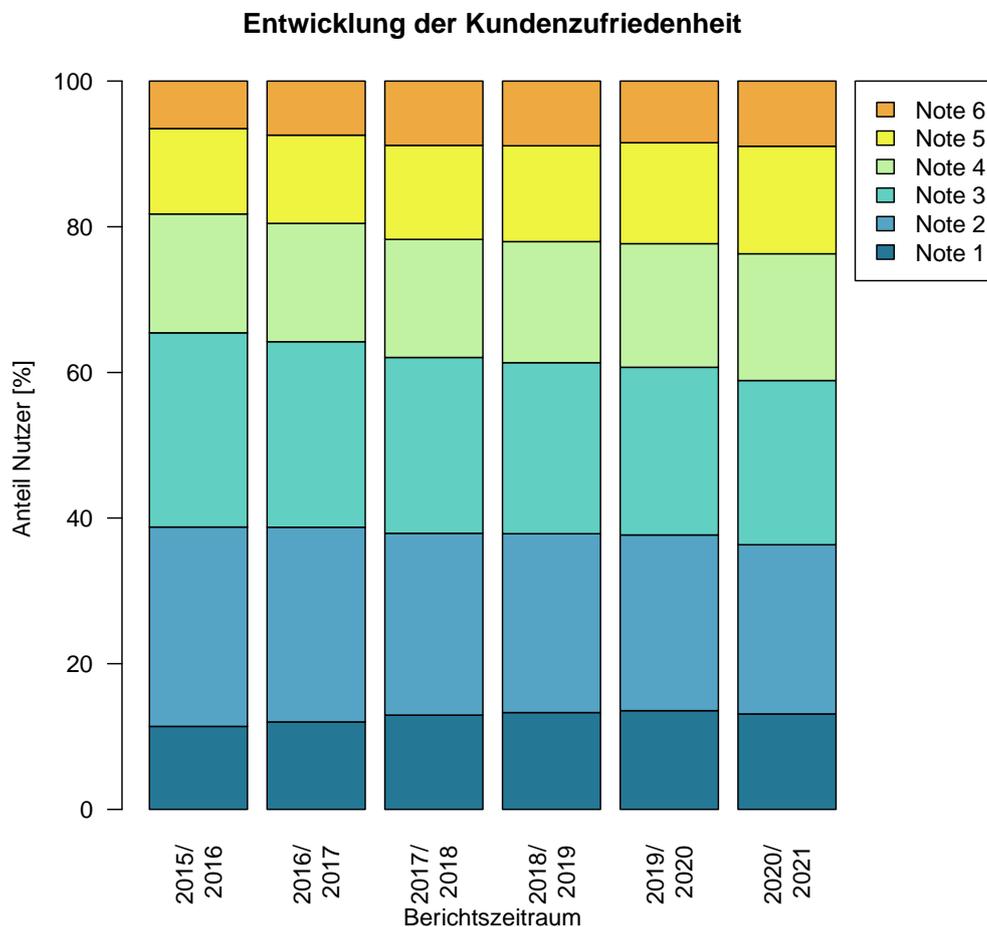


Abbildung 3.5: Stationäre Breitbandanschlüsse Browsermessung: Jahresvergleich der Kundenzufriedenheit bewertet mit Noten von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden)

Die Mehrheit der Kunden bewertete auch im Beobachtungszeitraum vom 01.10.2020 bis 01.02.2021 die Leistung des Breitbandanschlusses/Anbieters positiv (Noten 1 bis 3). Dabei war der Anteil zufriedener Kunden mit 58,9 % weiterhin rückläufig (2019/2020: 60,7 %, 2018/2019: 61,4 %, 2017/2018: 62,0 %).

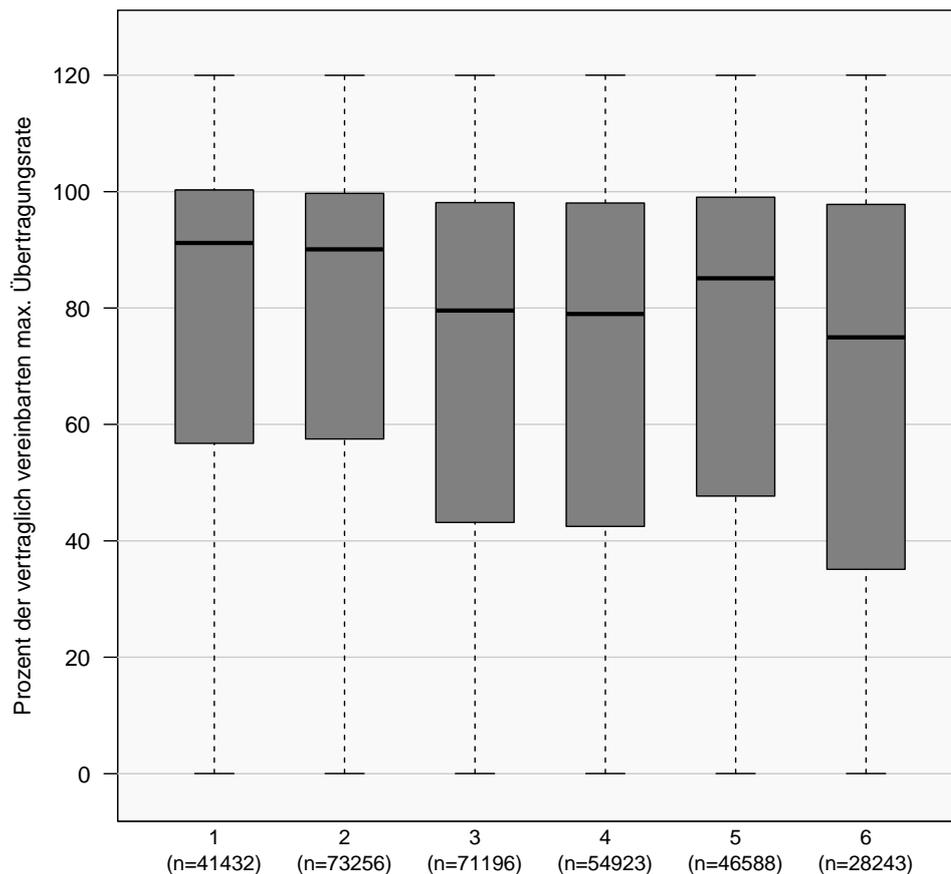


Abbildung 3.6: Stationäre Breitbandanschlüsse Browsermessung: Boxplot der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download aufgeschlüsselt nach Kundenzufriedenheit

Kunden, die eine positive Bewertung ihres Breitbandanschlusses angegeben haben, haben tendenziell einen besseren Verhältniswert der tatsächlichen gemessenen Datenübertragungsrate im Vergleich zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate (siehe Abbildung 3.6) erzielt. Dieses Ergebnis für den aktuellen 4-Monats-Zeitraum bekräftigt damit die beschriebene Korrelation, die bereits in den Vorjahren beobachtet wurde.

Die Kundenzufriedenheit der Browsernutzer unterscheidet sich deutlich von der der Desktop-App-Nutzer (s. Kapitel 2.1.5). Dies legt nahe, dass die Nutzer der Desktop-App einen anderen Ausschnitt der Grundgesamtheit darstellen. Dieser Effekt und seine Auswirkungen werden detailliert in Kapitel 4 betrachtet.

## 3.2 Datenübertragungsrate Upload

Abbildung 3.7 stellt für den Upload zum einen das Verhältnis der tatsächlichen Datenübertragungsrate zur vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate in Prozent und zum anderen die absoluten Datenübertragungsraten im Jahresvergleich dar.

Im Upload lag das generelle Niveau des prozentualen Verhältnisses von ermittelter zu vertraglich vereinbarter maximaler Datenübertragungsrate für den aktuellen Beobachtungszeitraum vom 01.10.2020 bis 01.02.2021 über dem entsprechenden Niveau im Download, wie bereits im Vorjahr zu konstatieren war.

Über alle Bandbreiteklasse und Anbieter hinweg erhielten 81,4 % (2019/2020: 80,8 %) der Nutzer mindestens die Hälfte der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate; bei 26,5 % der Nutzer (2019/2020: 27,2 %) wurde diese voll erreicht oder überschritten.

Diese Werte liegen unter den entsprechenden Anteilswerten in der Desktop-App (s. Kapitel 2.2). Es ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Desktop-App näher an den erwarteten Ergebnissen in einer optimalen Testumgebung liegen. Für eine Einordnung der Ergebnisse wird auf die vergleichende Darstellung in Kapitel 4 hingewiesen.

Über weite Teile des Wertebereichs liegt die aktuelle Kurve des Uploads auf dem Niveau der Kurven der früheren Berichtsjahre. Oberhalb von 70 % verläuft die aktuelle Kurve nahezu deckungsgleich mit der Kurve des Vorjahres. Betrachtet man die absolute Datenübertragungsrate, zeigt sich eine leichte Steigerung der Ergebnisse über den gesamten Messbereich gegenüber dem Vorjahr.

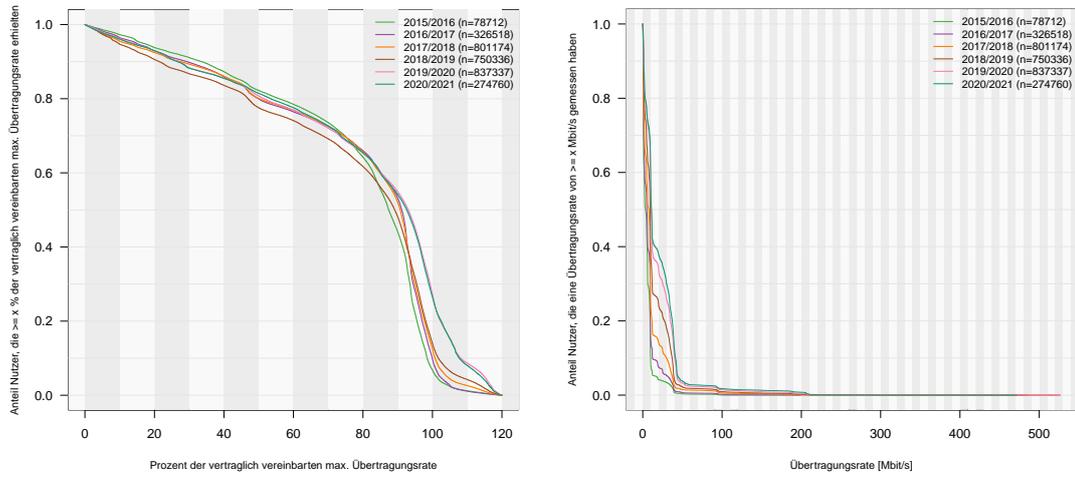


Abbildung 3.7: Empirische Verteilungsfunktion der prozentual erreichten (links) und der absoluten (rechts) Datenübertragungsrate Upload im Jahresvergleich

### 3.3 Laufzeit

In Abbildung 3.8 werden die Kurven der vorherigen Berichtsjahre zusammen mit der aktuellen Kurve vom 01.10.2020 bis 01.02.2021 dargestellt. In diesem Vergleich ist abzulesen, dass sich die Laufzeit für einen großen Anteil der Nutzer über mehrere Berichtsjahre zu geringeren Werten hin verschoben hat - eine Entwicklung, die sich im aktuellen 4-Monats-Zeitraum nicht weiter fortsetzt, die aktuelle Kurve überlappt nahezu mit der Kurve des Vorjahres.

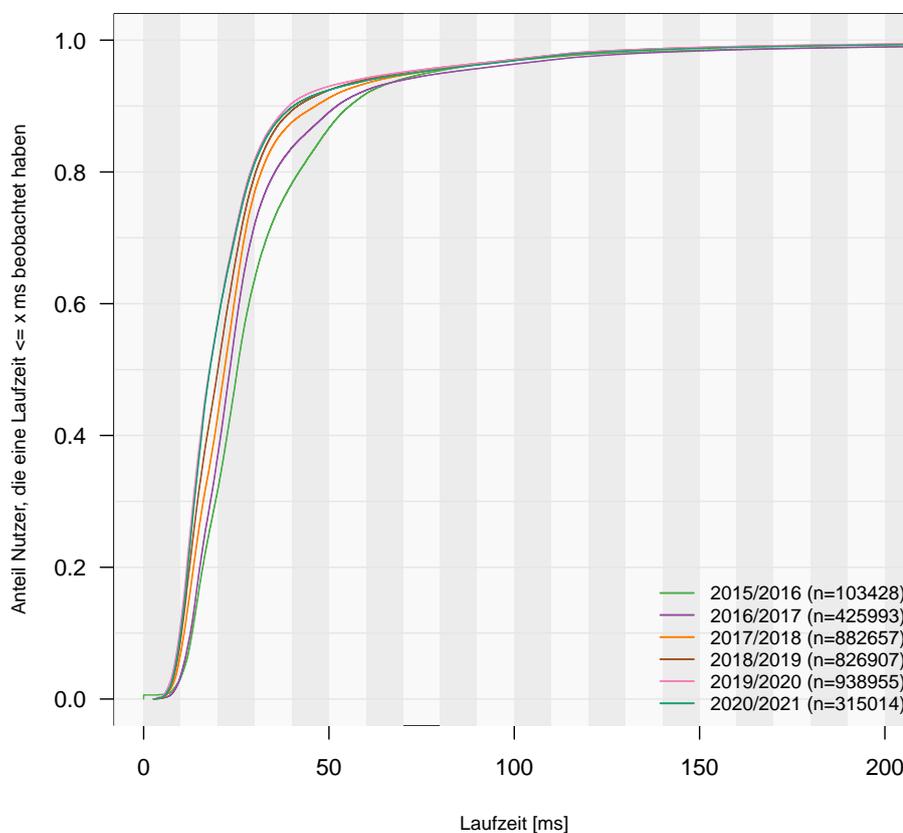


Abbildung 3.8: Stationäre Breitbandanschlüsse Browsermessung: Empirische Verteilungsfunktion der Laufzeit im Jahresvergleich

Eine Laufzeit von 40 ms oder weniger wurde im aktuellen 4-Monats-Zeitraum von 89,9 % aller Nutzer erreicht (90,4 % in 2019/2020). 20 ms oder weniger wurden von 57,3 % der Nutzer (57,5 % in 2019/2020) gemessen.

Diese Werte liegen unter den entsprechenden Anteilswerten für die Desktop-App (s. Kapitel 2.3). Für eine Einordnung der Ergebnisse wird auf die vergleichende Darstellung in Kapitel 4 hingewiesen.

## 4 Sonderuntersuchung: Vergleich der Stichproben

Die im Jahresbericht betrachteten Messungen stationärer Anschlüsse wurden vom 01.10.2020 bis zum 01.02.2021 per Browsermessung durchgeführt. Vom 01.02.2021 bis zum 30.09.2021 erfolgte die Durchführung mittels Desktop-App Messung. Insgesamt wurden bei der Desktop-App Messung 167.985 und bei der Browsermessung 315.638 valide Messungen berücksichtigt.

Mit der Desktop-App kann der Nutzer seit dem 01.02.2021 Einzelmessungen durchführen, um die Leistung seines Internetzugangs zu ermitteln und die mit dem Anbieter vertraglich vereinbarten Datenübertragungsraten zu überprüfen.

Der Einsatz der Desktop-App ab dem 01.02.2021 hatte zur Folge, dass die beobachteten Stichproben vor und nach der Umstellung in ihrer Zusammensetzung mit Blick auf die Nutzergruppen verschieden sind. In diesem Abschnitt wird im Rahmen einer Sonderuntersuchung dargestellt, welche Unterschiede beobachtet wurden.

Auffällig ist zunächst die Anzahl der erfassten validen Kundenmessungen. Für die Desktop-App Messung sind in den acht Monaten des aktuellen Beobachtungszeitraums etwas mehr als die Hälfte der Messungen beobachtet worden, die für die Browsermessung in den vier Monaten des aktuellen Beobachtungszeitraums registriert wurden. Mit der Desktop-App sind somit insgesamt pro Monat deutlich weniger valide Messungen erfolgt.

Eine Ursache für die deutliche Abnahme dürfte der Umstand sein, dass die Desktop-App vor Durchführung einer Messung zunächst auf dem PC/Laptop installiert werden muss. Dazu kommen weitere Effekte wie beispielsweise die Begrenzung der Lauffähigkeit der App auf die gängigen Betriebssysteme, das parallele Vorhandensein eines Browserangebotes zur Testung der Surfperformance im Internet<sup>9</sup> sowie eine verfeinerte Validierung im Rahmen der Aufbereitung der Messergebnisse (insbesondere durch den Ausschluss technisch

---

<sup>9</sup> Insgesamt wurden vom 01.02.2021 bis zum 30.09.2021 ca. 2,4 Mio. Messungen im Browser durchgeführt, um die Geschwindigkeit beim Surfen im Internet zu ermitteln.

erkannter WLAN-Anschlüsse, den Ausschluss von Messungen mit unzureichender Netzwerkkarte sowie den Ausschluss von Messungen mit fehlender Stromversorgung).

Bei Aufteilung der validen Endkundenmessungen auf die Bandbreiteklassen gemäß der Referenzverteilung<sup>10</sup> lässt sich weiter erkennen, dass sich die Verteilung der validen Messungen zwischen den einzelnen Klassen etwas verschoben hat. Abbildung 4.1 (oberer Teil) legt dar, dass annähernd der gleiche Anteil von Nutzern aus der Bandbreiteklasse  $30 \leq x < 100$  Mbit/s teilgenommen hat, während der Anteil an Nutzern in Bandbreiteklasse  $100 \leq x < 500$  Mbit/s in der Desktop-App Messung um etwa 4 Prozentpunkte größer geworden ist. Entsprechend haben sich die Anteile in den beiden unteren Bandbreiteklassen mit weniger als 30 Mbit/s verringert.

Allerdings setzt sich diese Entwicklung hin zu höheren Bandbreiteklassen bereits seit Jahren ununterbrochen fort. So wurden in den ersten vier Monaten des Berichtsjahres für die oberste Bandbreiteklasse 7 Prozentpunkte mehr ermittelt als im Vorjahr (Anteilswert im Vorjahr noch 45,9 %). Der Anstieg von 4 Prozentpunkten innerhalb des Berichtsjahres ist folglich nicht ungewöhnlich und wahrscheinlich eher der allgemeinen Trendentwicklung als der Umstellung des Erhebungsverfahrens geschuldet.

---

<sup>10</sup> Siehe hierzu das separate Dokument „Material, Methoden und Datengrundlage“. Als Referenzverteilung dient die Verteilung aller Breitbandanschlüsse in Deutschland gemäß Bandbreiteclustering der Europäischen Kommission COCOM. Quelle der Referenzverteilung: Bundesnetzagentur, Stand: 31.12.2020. Die Referenzverteilung enthält in Bandbreiteklasse 4 Breitbandanschlüsse bis kleiner 1 Gbit/s.

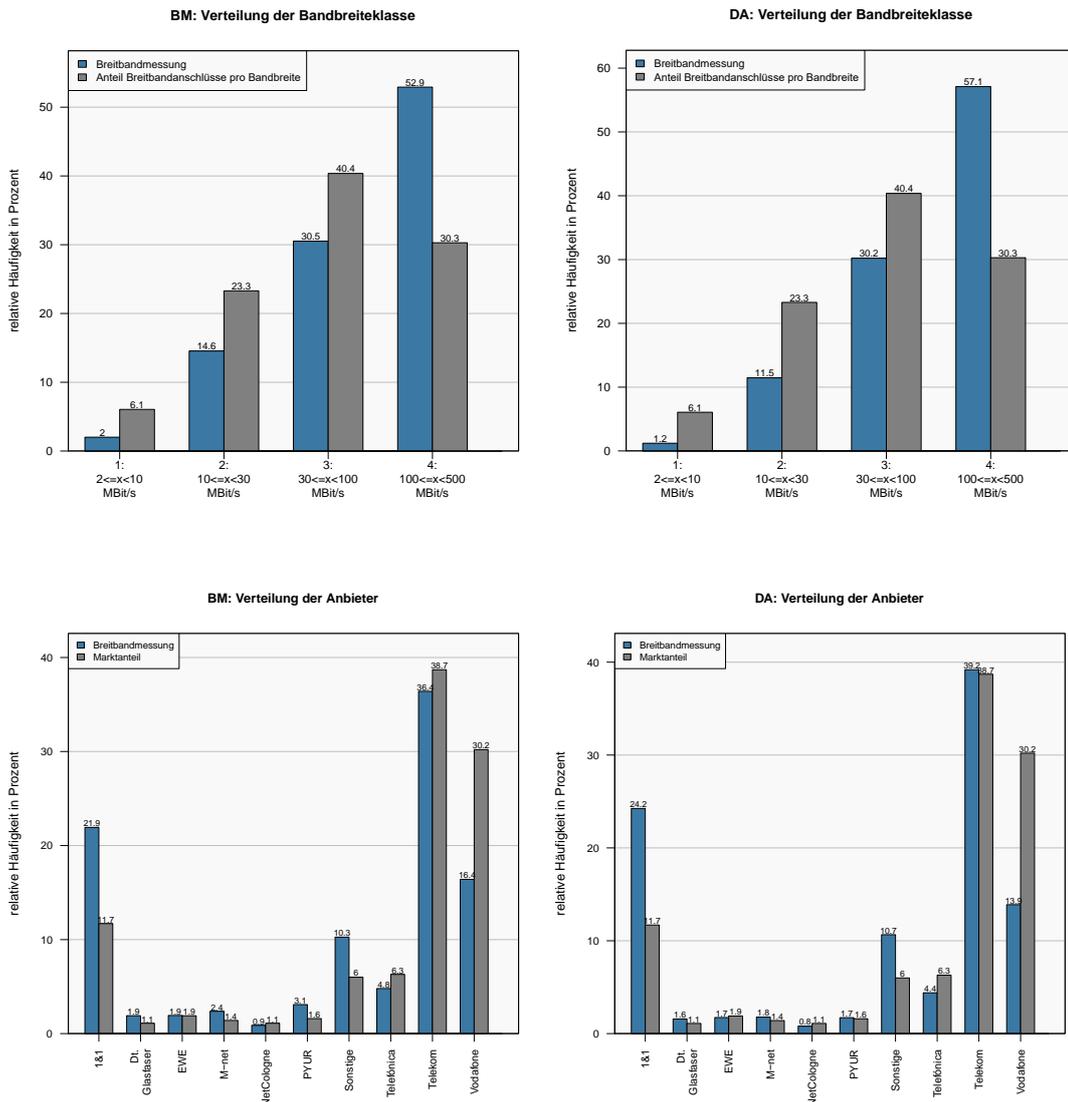


Abbildung 4.1: Empirische Verteilungen der Anzahl Messungen für stationäre Breitbandanschlüsse im Download gruppiert für Faktoren Bandbreiteklasse und Anbieter (von oben nach unten). In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung (BM, vier Monate) und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung (DA, acht Monate) des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

Die entsprechende Verteilung der Anbieter in Abbildung 4.1 (unterer Teil) lässt erkennen, dass Kunden der Anbieter Telekom (+2,8 Prozentpunkte) und 1&1 (+2,3 Prozentpunkte) etwas häufiger in der Desktop-App Stichprobe vertreten sind, dafür Kunden von Vodafone, PYUR und anderen Anbietern einen etwas verringerten Anteil aufweisen. Die teilweise deutlichen Unterschiede zur Referenzverteilung

der VATM TK-Marktanalyse haben sich hierdurch insgesamt aber nicht nennenswert verändert.

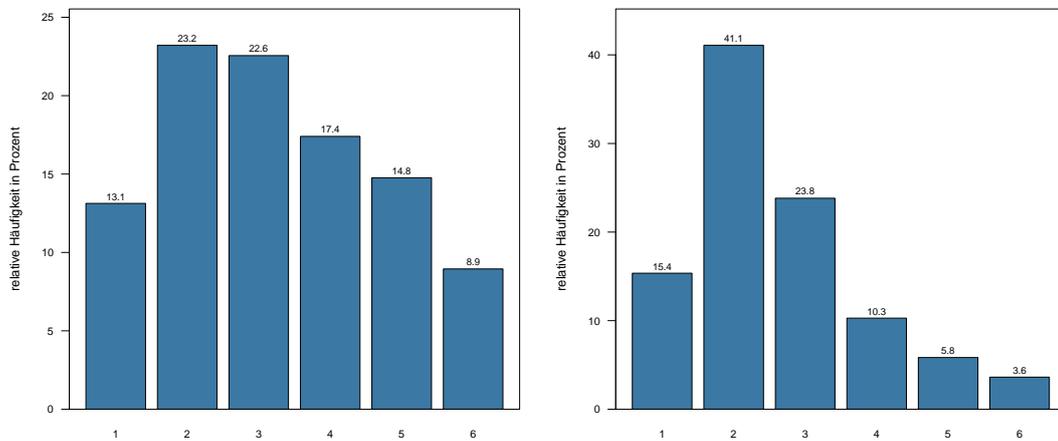


Abbildung 4.2: Empirische Verteilungen der relativen Häufigkeit der Kundenzufriedenheit bewertet mit Noten von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden) für stationäre Breitbandanschlüsse im Download. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

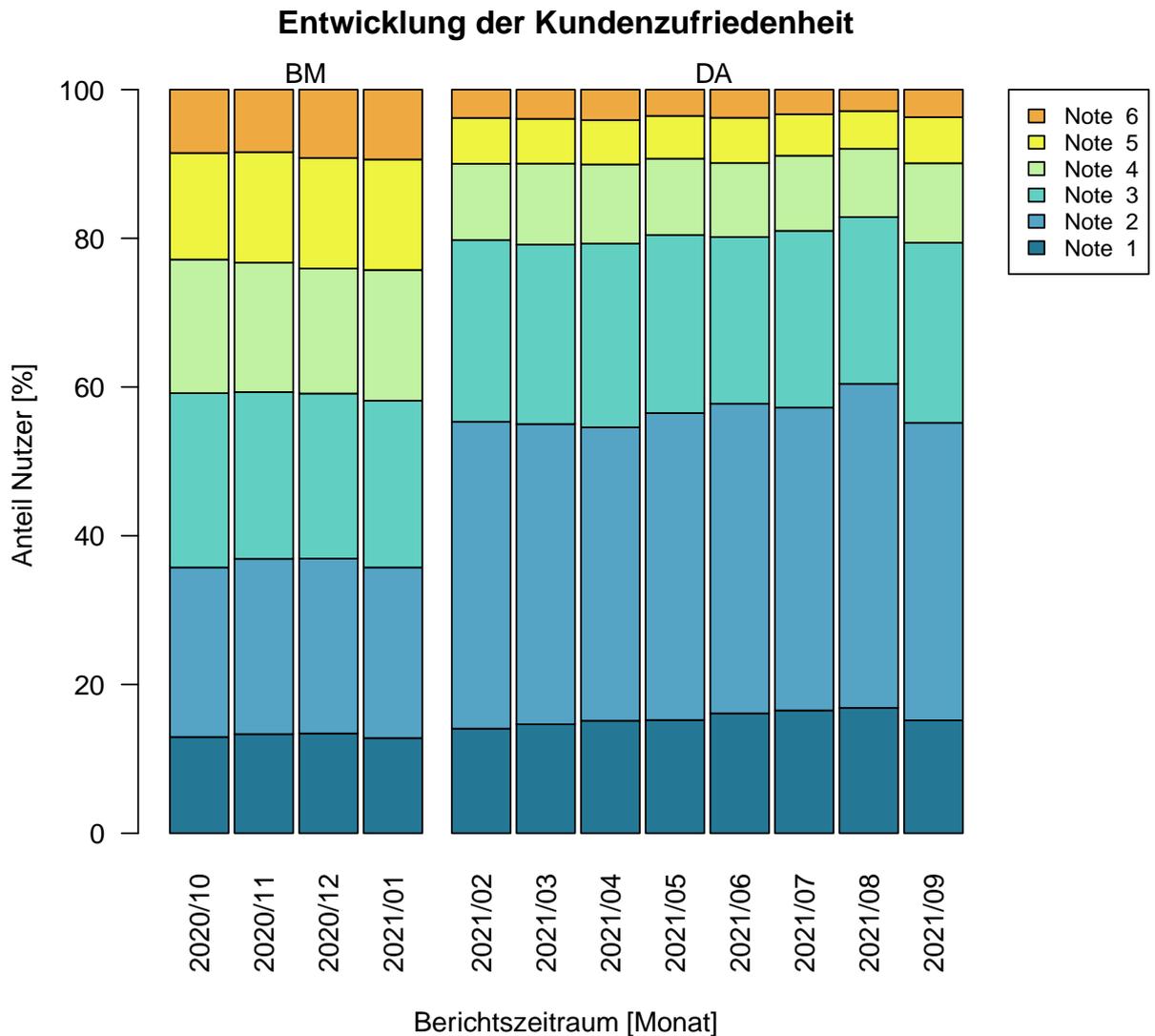


Abbildung 4.3: Empirische Verteilungen der relativen Häufigkeit der Kundenzufriedenheit bewertet mit Noten von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden) für stationäre Breitbandanschlüsse im Download je Kalendermonat. Im linken Block sind die Ergebnisse für die Browsermessung (BM) und im rechten Block die Ergebnisse der Desktop-App Messung (DA) des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

Deutlicher sind die Unterschiede bezogen auf die vom Nutzer vor der eigentlichen Messung abgefragte Kundenzufriedenheit, angegeben als Noten von 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden). 80,3 % der Nutzer der Desktop-App bewerteten ihren stationären Breitbandanschluss positiv (Noten 1-3), für die Browsermessung lag dieser Anteil bei 58,9 %, eine Differenz von mehr als 20 Prozentpunkten (s. Abbildung 4.2). Die Anteile lagen bei Messung mit der Desktop-App

für jede der Noten 1 bis 3 höher als in der Vergleichsstichprobe, vor allem die Notenstufe 2 mit einem Anteil von insgesamt 41,1 % sticht hervor.

Abbildung 4.3 stellt die Verteilung der Notenstufen je Kalendermonat chronologisch aufsteigend von links nach rechts dar. Die ersten vier Monate, in denen die Messungen mittels Browsermessung durchgeführt wurden, vermitteln das Bild einer sehr stabilen Verteilung der Notenstufen, erkennbar an den nahezu unveränderten Positionen der vertikalen Balkengrenzen. Auch für die acht Monate der Desktop-App Messung ist eine relativ konstante Form der Verteilungen ablesbar. Deutlich wird in dieser Abbildung der große Unterschied in der Verteilung des Monats Januar zum nachfolgenden Monat Februar, der einhergeht mit der Umstellung des Erhebungsverfahrens.

Aufgrund der festgestellten, deutlichen Unterschiede in den ermittelten Datenübertragungsraten und der abgefragten Kundenzufriedenheit zwischen den beiden Stichproben und der Erkenntnis, dass zufriedenerere Kunden tendenziell bessere Messergebnisse erzielen (s. hierzu die Ausführungen in Kapitel 2 und 3), werden im Folgenden für die Vergleiche zwischen den beiden Stichproben die Messdaten anhand der Kundenzufriedenheit in Gruppen eingeteilt. Anschließend wird anhand der Unterschiede der Verteilungen der Kundenzufriedenheit zwischen den beiden Stichproben eine Transformation abgeleitet, die eine Umrechnung der Desktop-App Verteilung und damit einen Vergleich der Stichproben durch Darstellung einer gewichteten Desktop-App Kurve ermöglicht. Die Betrachtung soll Anhaltspunkte liefern, welche Faktoren sich zwischen den beiden Stichproben aufgrund der Umstellung des Erhebungsverfahrens verändert haben.

Für die Ermittlung der Gewichte werden die Daten unmittelbar vor der Umstellung und die Daten unmittelbar nach der Umstellung geschichtet nach der Verteilung der Kundenzufriedenheit betrachtet, da für diese kurz aufeinanderfolgenden Zeiträume eine Änderung der Kundenzufriedenheit in der Gesamtpopulation nicht plausibel erscheint. Die Gewichtungsfaktoren werden anschließend angewendet auf die Daten für den gesamten Zeitraum der Desktop-App, um einen aussagekräftigeren, d.h. auf mehr Beobachtungen beruhenden, Vergleich der beiden Stichproben zu ermöglichen.

Die Gewichte werden bestimmt, in dem die Verteilung der Messungen nach Kundenzufriedenheit nach der Umstellung auf die Verteilung vor der Umstellung abgebildet wird. Die Gewichte dienen also dazu, die Anteilswerte der Kunden je Notenstufe nach der Umstellung auf die Anteilswerte vor der Umstellung umzurechnen (zu transformieren) und die beiden Stichproben auf diese Weise zueinander vergleichbar zu machen. Messungen aus Notenstufen, die nach der Umstellung stärker vertreten sind bekommen so ein kleineres Gewicht, Messungen aus Notenstufen, die weniger stark vertreten sind ein größeres.

Dabei sind zwei Annahmen zu beachten: Zum Ersten, dass sich die Kundenzufriedenheit unmittelbar vor und nach der Umstellung in der Gesamtbevölkerung nicht wesentlich geändert hat, was in der Folge bedeutet, dass die beobachteten Änderungen bei der Verteilung der Kundenzufriedenheit in den beiden Stichproben tatsächlich aus einer Änderung in der Nutzerzusammensetzung der Desktop-App Stichprobe resultieren.

Zum Zweiten, dass die Bewertung der Kundenzufriedenheit als unabhängig von dem in Folge der Messung erzielten Ergebnis betrachtet werden kann. Eine klare Verletzung der Annahme der Unabhängigkeit, also eine klare Abhängigkeit - schon vor Beginn der Messung - zwischen den Messergebnissen und der Kundenzufriedenheit könnte dazu führen, dass die vorgestellte Transformation in einer Verzerrung der gewichteten Verteilung resultiert und damit die Güte und Aussagekraft des Stichprobenvergleichs reduzieren kann.

Daher wird im Rahmen der Breitbandmessung zunächst die Kundenzufriedenheit erfasst und somit der Gesamteindruck des Kunden bezüglich seines Breitbandanschlusses ermittelt und erst im Anschluss die Messung der Datenübertragungsrate im Download und Upload sowie der Laufzeit durchgeführt. Dennoch ist diese Annahme nicht hundertprozentig zu gewährleisten, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass Nutzer der Breitbandmessung bereits zuvor Messungen mit der Breitbandmessung oder anderen Messtools durchgeführt haben und somit eine Einschätzung des zu erwartenden Messergebnisses besaßen.

## 4.1 Datenübertragungsrate Download

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der stationären Breitbandanschlüsse im Download von Desktop-App und Browsermessung gruppiert nach den einzelnen Notenstufen der Kundenzufriedenheit dargestellt.

Abbildung 4.4 zeigt die Kurvenverläufe der prozentual erreichten Datenübertragungsrate. Gut erkennbar ist im Vergleich der beiden Stichproben, dass die Kurvenschar für die Desktop-App Stichprobe stärker auffächert, das Messergebnis mit Blick auf die Kundenzufriedenheit stärker variiert, Kunden also eine ausgeprägtere Korrelation zwischen Notenstufe und Messwert aufweisen. Die prozentualen Datenübertragungsraten der Desktop-App-Messungen zeigen in jeder Notenstufe eine sichtbare Steigerung auf, ein Sachverhalt, der für die Browsermessung nicht für alle Notenstufen in ähnlich deutlicher Form erkennbar ist.

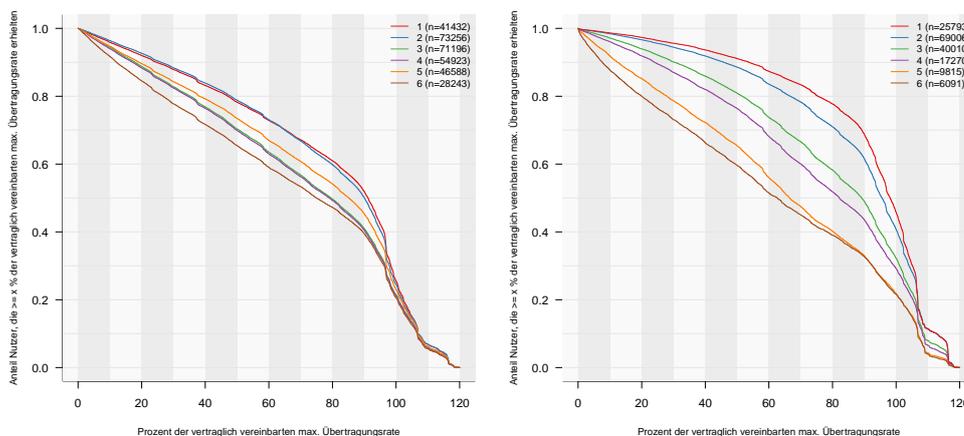


Abbildung 4.4: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Kundenzufriedenheit gruppiert. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

In den Boxplotdarstellungen in Abbildung 4.5 ist gut erkennbar wie Lage und Form der Verteilungen für die Desktop-App Stichprobe sich mit ansteigender Notenstufe verschieben (rechte Grafik). Der Median der Messergebnisse zeigt dabei in der Desktop-App insgesamt eine stärkere Korrelation mit der Notenstufe der Kundenzufriedenheit, d.h. die vergebene Notenstufe weist einen stärkeren Zusammenhang mit der realisierten Leistung auf.

Aus dieser Darstellung ergibt sich auch, dass nicht in allen Notenstufen bessere Ergebnisse mit der Desktop-App erzielt wurden. Vielmehr ist es so, dass für die Notenstufen 1 bis 2 im Mittel etwas bessere und deutlich weniger streuende Messergebnisse beobachtet wurden, während für die Notenstufen 5 bis 6 im Mittel schlechtere und etwas stärker streuende Resultate realisiert wurden. Allerdings ist der Anteil der Messungen in den Notenstufen 1 bis 3 (insbesondere in Notenstufe 2, siehe oben) deutlich angestiegen, sodass Veränderungen der Gesamtkurve auch auf die veränderte Verteilung der Notenstufen in der Gesamtkurve zurückzuführen sind.

Insgesamt hat der Anteil an zufriedenen Kunden mit einer höheren prozentualen Erfüllung der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate deutlich zugenommen, sodass die veränderte Stichprobenszusammensetzung maßgeblich die Ergebnisse mitbeeinflusst.

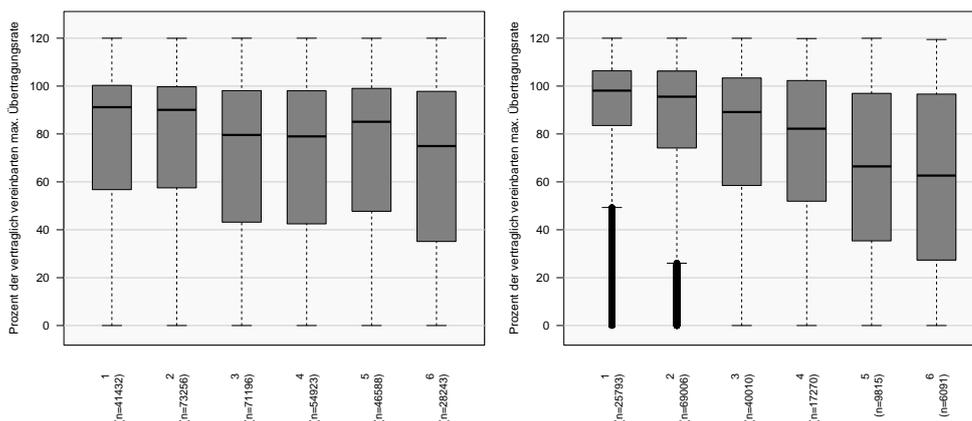


Abbildung 4.5: Stationäre Breitbandanschlüsse: Boxplotdarstellung der Verteilungen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Kundenzufriedenheit gruppiert. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

In den folgenden Abbildungen werden die dargestellten Stichproben auf den Zeitraum unmittelbar vor der Umstellung des Stichprobenerhebungsverfahrens (Browsermessung) und im Anschluss an diese Umstellung (Desktop-App Messung) fokussiert. Ziel in dieser Betrachtung ist es bislang beobachtete Unterschiede abzugrenzen von möglichen kontinuierlichen Veränderungen der stationären Breitbandanschlüsse im Jahresverlauf.

Die Ergebnisse für die stationäre Breitbandmessung werden dafür für den Zeitraum Januar 2021 (Browsermessung) und den Zeitraum Februar und März 2021 (Desktop-App Messung) gegenübergestellt. Der Zeitraum für die Desktop-App Messungen wurde auf zwei Monate angesetzt, um Mehrfachmessungen adäquat zu berücksichtigen. Da im Rahmen der Validierung nur die letzte Messung eines Anschlusses je Quartal im Datensatz verbleibt, würden bei einer Fokussierung ausschließlich auf den Februar 2021 Nutzer nicht berücksichtigt, die im März weitere Messungen mit der App durchgeführt haben. Mehrfachmessende im Januar 2021 sind mit der letzten Januar-messung im Browser-Datenbestand enthalten. Die Messdaten werden entsprechend der Noteneinstufung in Gruppen für die Kundenzufriedenheit unterteilt.

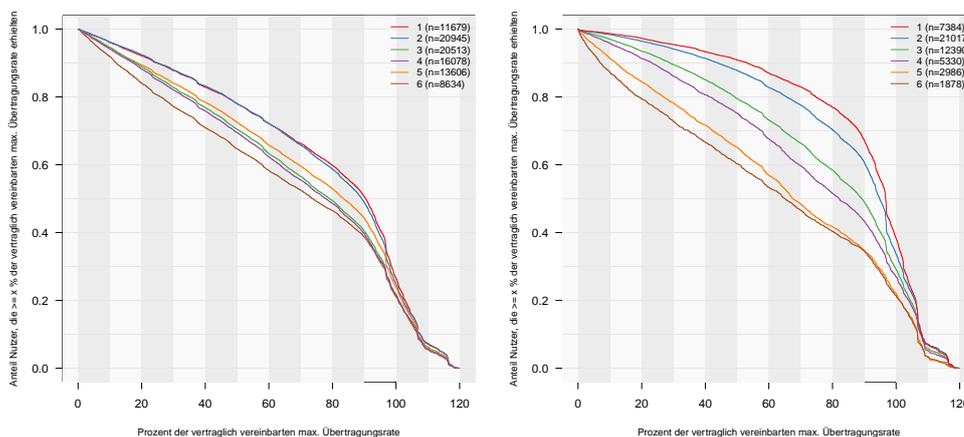


Abbildung 4.6: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Download nach Kundenzufriedenheit gruppiert. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung (Januar 2021) und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung (Februar und März 2021) des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

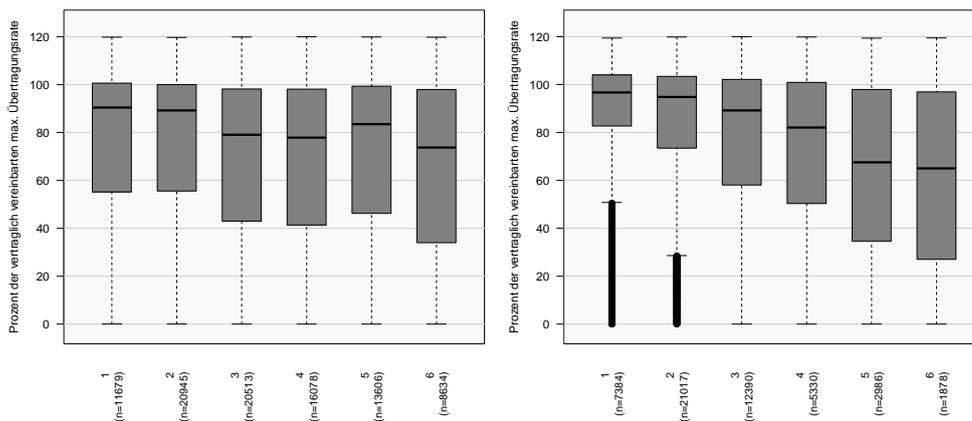


Abbildung 4.7: Stationäre Breitbandanschlüsse: Boxplotdarstellung der Verteilungen der prozentual erreichten Datenübertragungsraten Download nach Kundenzufriedenheit gruppiert. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung (Januar 2021) und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung (Februar und März 2021) des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

Bei einem Vergleich der Abbildung 4.6 mit der Abbildung 4.4 erscheint für die Desktop-App Stichprobe die Kurvenschar in beiden Darstellungen auf den ersten Blick nahezu identisch. Durch hinzuziehen der Boxplots (s. Abbildung 4.7 in Verbindung mit Abbildung 4.5) wird jedoch nachvollziehbar, dass die Kurvenschar für den gesamten Zeitraum der Desktop-App Messung ganz leicht zu höheren Werten hin verschoben ist. Für die Browserstichprobe lässt sich keine Veränderung erkennen, die Boxplots haben sich fast nicht verändert. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass der Beobachtungszeitraum für den Browser (vier Monate) kürzer ist als für die Desktop-App (acht Monate).

Die Verteilung je Notenstufe (siehe Abbildung 4.3) für den Monat Januar 2021 kann auf Grund der zeitlichen Konstanz der Kundenzufriedenheit für den 4-Monats-Zeitraum als repräsentativ für den gesamten Browserdatensatz angesehen werden. Folglich wird in den nachfolgenden Darstellungen der gewichteten Verteilung der gesamte Datensatz der Browsermessung einbezogen, um die größte mögliche Anzahl valider Daten zu verwenden.

Mit der analogen Folgerung für den Desktop-App Datensatz wird auch für dieses Erhebungsverfahren der gesamte Beobachtungszeitraum einbezogen und entsprechend die bestimmte Gewichtung auf den Gesamtdatensatz der Desktop-App Messung angewendet.

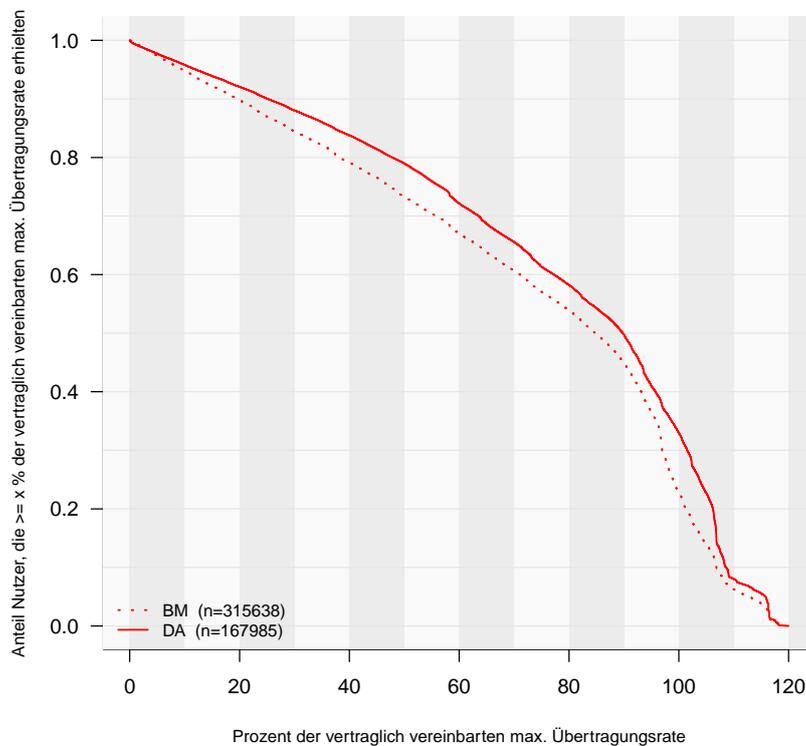


Abbildung 4.8: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download für das aktuelle Berichtsjahr 2020/2021. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden gewichtet um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

In Abbildung 4.8 werden die empirischen Verteilungsfunktionen für den jeweiligen Gesamtdatensatz dargestellt. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden - wie oben beschrieben - gewichtet um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

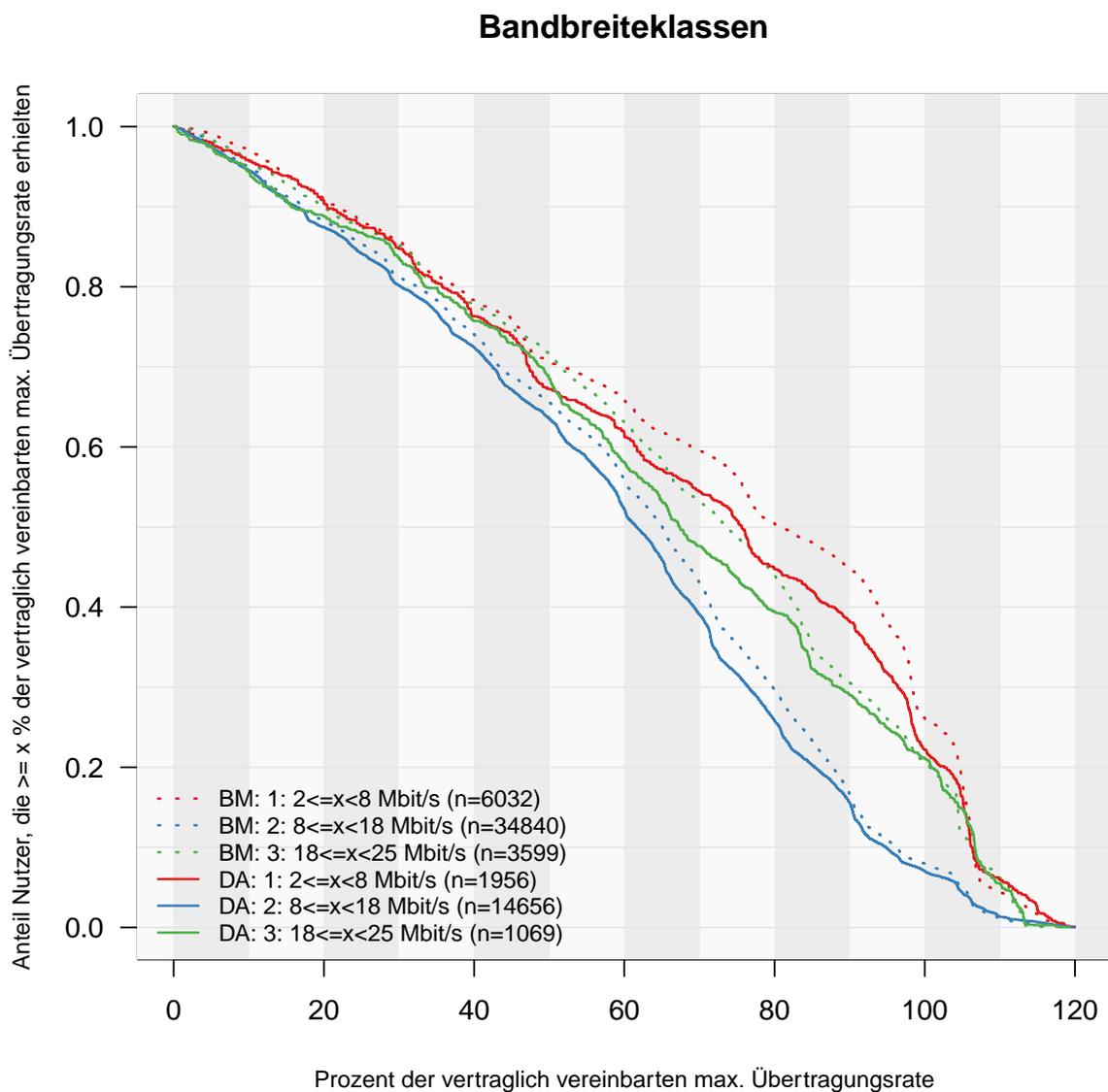
Insgesamt betrachtet lässt sich aus diesem Vergleich der beiden Stichproben eine Verbesserung der Datenübertragungsraten für die Desktop-App-Stichprobe ablesen. Der Unterschied ist aber kleiner, als bei einem Vergleich der ungewichteten Verteilungen (s. hierzu die Desktop-App Kurve in Kapitel 2.1). Ein Teil der Veränderungen der Ergebnisse von Browsermessung auf Desktop-App Messung - der

Unterschied zwischen gewichteter und ungewichteter Desktop-App Kurve - kann somit einer veränderten Zusammensetzung der Nutzer in der Stichprobe zugeschrieben werden. Der verbleibende Teil der Veränderungen, der in Abbildung 4.8 ersichtlich ist, kann der Umstellung des Erhebungsverfahrens und insbesondere einer Erweiterung des technischen Validierungsverfahrens sowie - in ganz geringem Umfang - auch einer Steigerung der ermittelten Datenübertragungsraten im Betrachtungszeitraum zugeordnet werden.

Diese Aussagen gelten unter der Prämisse, dass die Kundenzufriedenheit sich vor und nach der Umstellung des Erhebungsverfahrens nicht wesentlich geändert hat und dass die Bewertung der Kundenzufriedenheit als unabhängig von dem in Folge der Messung erzielten Ergebnis betrachtet werden kann (s. Seite 54).

### 4.1.1 Bandbreiteklasse

In Abbildung 4.10 werden die empirischen Verteilungsfunktionen für die einzelnen Bandbreiteklassen dargestellt. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App wurden nach der Kundenzufriedenheit gewichtet um der Referenzverteilung des Monats Januar 2021 der Browsermessdaten zu entsprechen.



## Bandbreitklassen

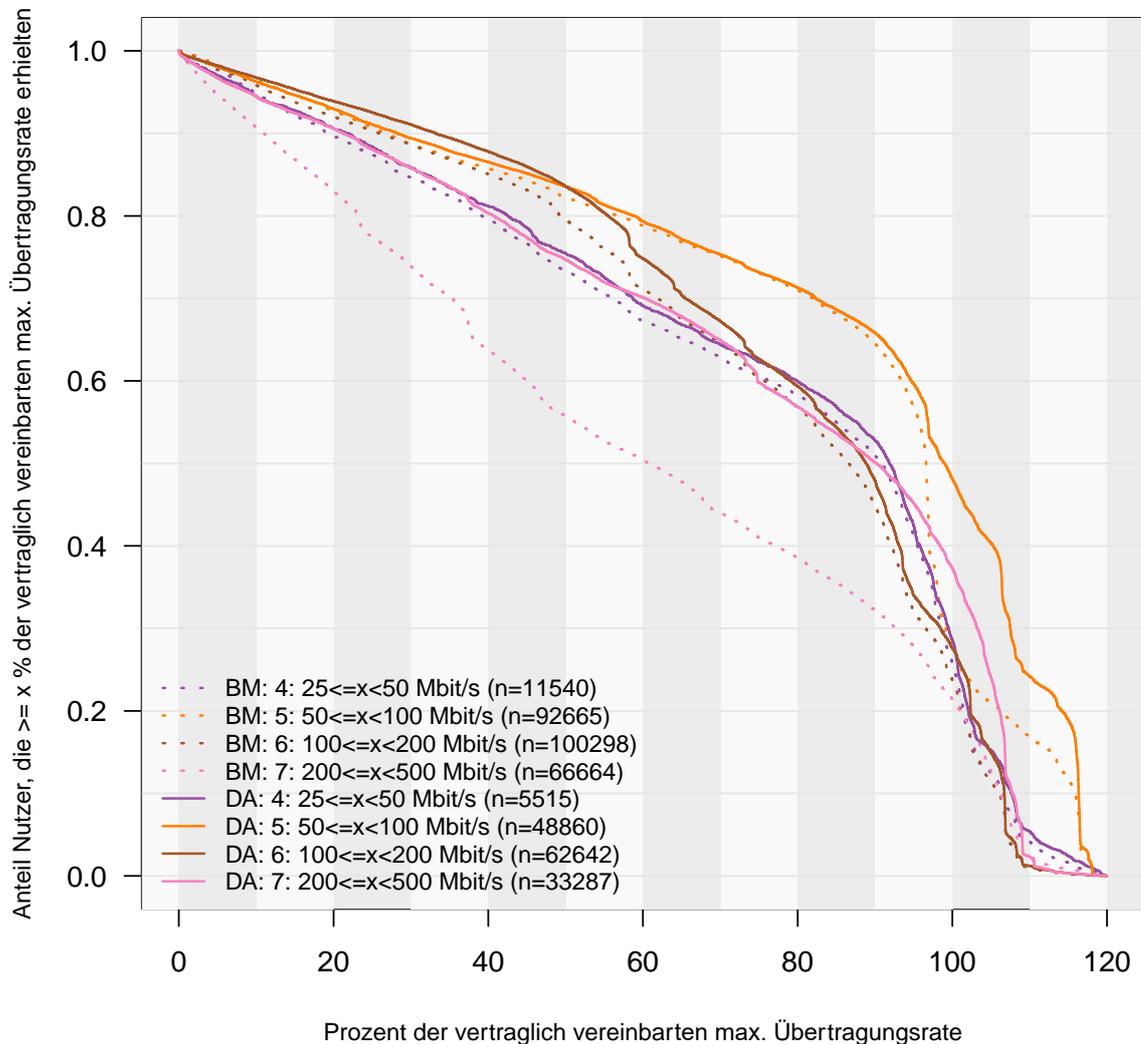


Abbildung 4.9: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Download gruppiert nach Bandbreiteklasse für das aktuelle Berichtsjahr 2020/2021. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden gewichtet um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

Betrachtet man die Kurvenverläufe für Bandbreiteklassen 1 bis 3, ist zu erkennen, dass für jede dieser Bandbreiteklassen die Kurve der gewichteten Desktop-App-Messungen zu etwas niedrigeren Werten verschoben ist. In der Darstellung der Bandbreiteklassen 4 bis 7 ist eine gegenläufige Verschiebung zu sehen: die gestrichelten Kurven

der Desktop-App Messung verlaufen oberhalb der jeweils farblich zugehörigen Kurven der Browsermessung. Sehr deutlich fällt diese Verschiebung zu höheren Werten für die Bandbreiteklasse 7 aus, hier wird für die gewichtete Datenverteilung eine klare Verbesserung errechnet.

Mögliche Gründe für diese Gesamtentwicklung lassen sich nicht zweifelsfrei bestimmen. Das neue eingeführte Erhebungsverfahren der Desktop-App führt durch erweiterte Messdatenvalidierung (automatische Erkennung von folgenden Einflussfaktoren: WLAN-Messungen, nicht ausreichende Leistung der Netzwerkkarte und Messung ohne Anschluss an die Stromversorgung) mit hoher Wahrscheinlichkeit zu noch konsistenteren Messdaten. Dies dürfte sich insbesondere in der Bandbreiteklasse 7 auswirken, wo vor allem Netzwerkkartenrestriktionen die bisherigen Ergebnisse beeinflusst haben dürften. Zudem erscheint es plausibel, dass Endkunden, die den zusätzlichen Aufwand leisten, die Desktop-App zu installieren, bei der Angabe der Tarifangaben noch größere Sorgfalt anwenden. Auch dies dürfte sich insbesondere auf die hohen Bandbreiteklassen auswirken.

## 4.2 Datenübertragungsrates Upload

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der stationären Breitbandanschlüsse im Upload zwischen den beiden Stichproben verglichen. Abbildung 4.10 und Abbildung 4.11 präsentieren die Messdaten aus dem jeweils kompletten Messzeitraum dieses Berichtsjahres. Die Messdaten wurden entsprechend der Noteneinstufung in Gruppen für die Kundenzufriedenheit unterteilt.

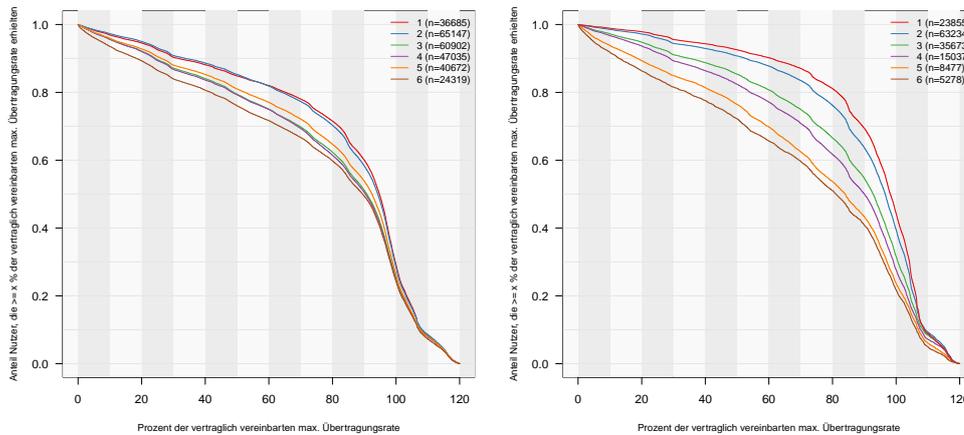


Abbildung 4.10: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Kundenzufriedenheit gruppiert. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

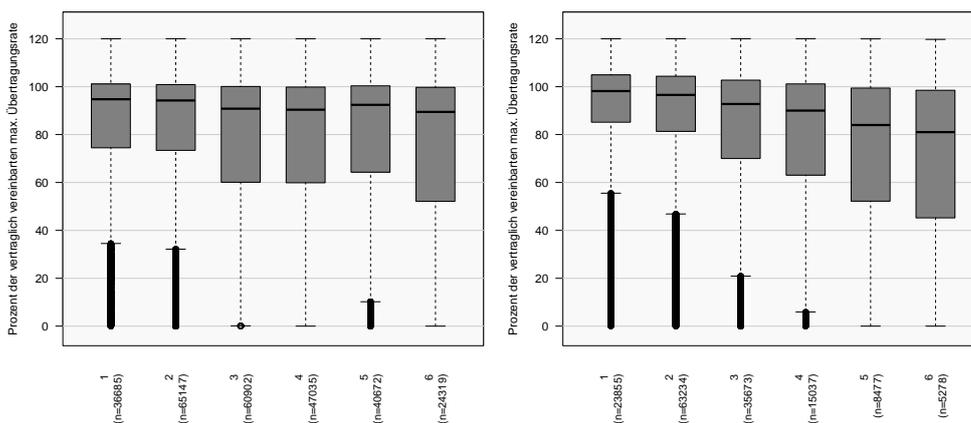


Abbildung 4.11: Stationäre Breitbandanschlüsse: Boxplotdarstellung der Verteilungen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate Upload nach Kundenzufriedenheit gruppiert. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

Die vergleichende Betrachtung vor allem anhand der Boxplotdarstellungen lässt erkennen, dass die Kurvenschar für den gesamten Zeitraum der Desktop-App-Messungen geringfügig zu höheren Werten hin verschoben ist. Für die Browserstichprobe lässt sich keine Veränderung erkennen, die Boxplots haben sich fast nicht verändert.

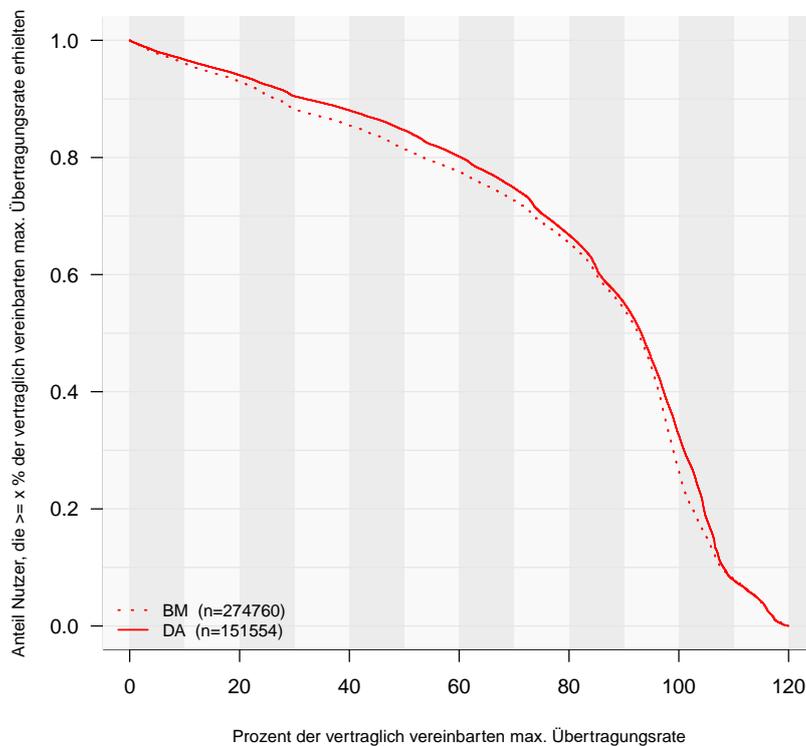
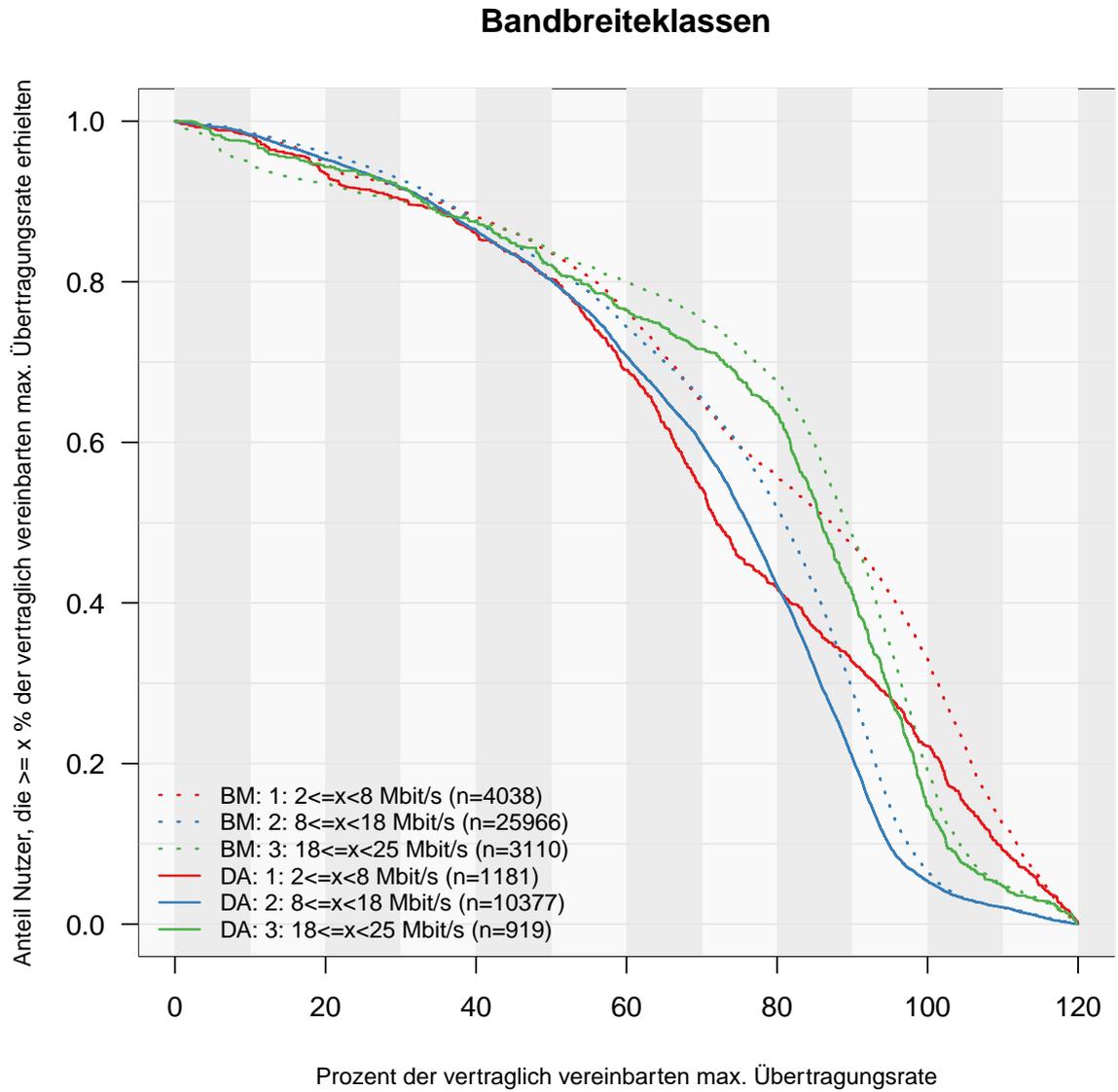


Abbildung 4.12: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Upload für das aktuelle Berichtsjahr 2020/2021. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden gewichtet um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

In Abbildung 4.12 werden die empirischen Verteilungsfunktionen für den jeweiligen Gesamtdatensatz dargestellt. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden - wie in Abschnitt 4.1 beschrieben - gewichtet, um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

Mit Blick auf Abbildung 4.12 zeigt sich, dass der Unterschied zwischen der Desktop-App- und der Browserkurve gering ausfällt. Im Vergleich zu den Beobachtungen im Download liegen diese beiden Kurven näher beieinander (vergleiche Abschnitt 4.1).

## 4.2.1 Bandbreitenklasse



## Bandbreiteklassen

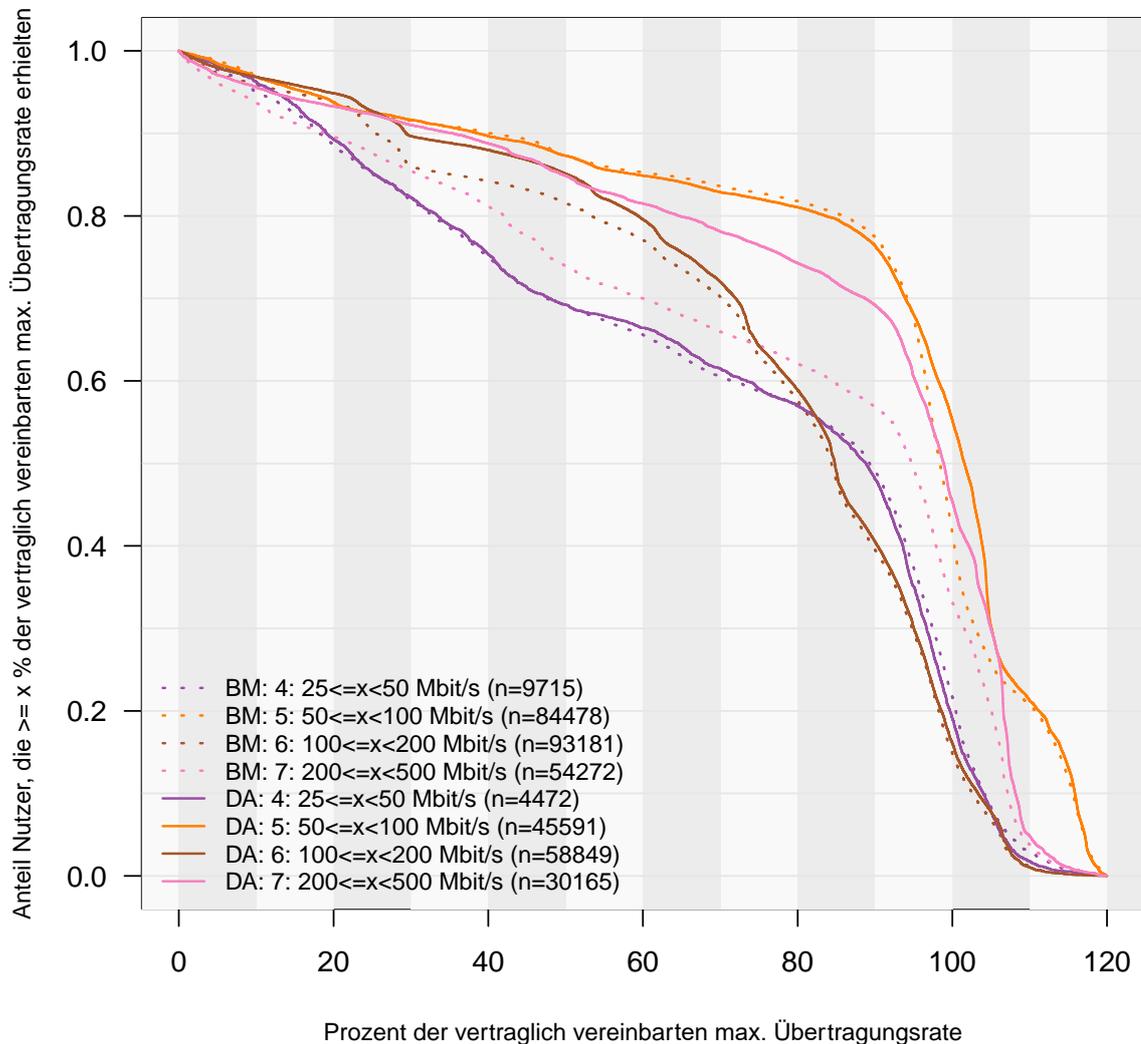


Abbildung 4.13: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate im Upload gruppiert nach Bandbreiteklasse für das aktuelle Berichtsjahr 2020/2021. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden gewichtet um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

In der oberen Grafik in Abbildung 4.13 sind die Kurvenverläufe für Bandbreiteklassen 1 bis 3 dargestellt. Wie bereits im Download beobachtet, ist zu erkennen, dass für jede dieser Bandbreiteklassen die Kurve der gewichteten Desktop-App-Messungen zu etwas niedrigeren Werten verschoben ist. In der Darstellung der Bandbreiteklassen 4 bis 6 ist eine etwas gegenläufige Verschiebung zu sehen:

die gestrichelten Kurven der Desktop-App-Messungen verlaufen teilweise oberhalb der jeweils farblich zugehörigen Kurven der Browsermessung.

Für die Bandbreiteklasse 7 ist eine deutliche Verschiebung zu höheren Werten zu sehen. Auch diese Entwicklung ist analog zum Download. Dies legt die Hypothese nahe, dass die Verbesserung auf eine erweiterte Messdatenvalidierung (automatische Erkennung von folgenden Einflussfaktoren: WLAN-Messungen, nicht ausreichende Leistung der Netzwerkkarte und Messung ohne Anschluss an die Stromversorgung) und konsistentere Tarifinformationen für Anschlüsse in dieser Bandbreiteklasse zurückzuführen ist.

### 4.3 Laufzeit

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der stationären Breitbandanschlüsse für die Laufzeit von Desktop-App Messung und Browsermessung gruppiert nach den einzelnen Notenstufen der Kundenzufriedenheit dargestellt und verglichen.

Die empirischen Verteilungsfunktionen für die Laufzeit sind in Abbildung 4.14 abgebildet, links im Bild die Kurven für die Browsermessung (vier Monate) und rechts die Kurven für die Desktop-App Messung (acht Monate). Wie bereits für die Datenübertragungsrate im Download und Upload beschrieben, zeigt sich auch für die Laufzeit eine stärkere Auffächerung entsprechend der vergebenen Notenstufe für die Desktop-App Messung. Diese ausgeprägtere Korrelation zwischen Notenstufe und Messwert lässt sich auch in der Boxplotdarstellung in Abbildung 4.15 anhand der Zunahme der Medianwerte mit ansteigender Notenstufe ablesen.

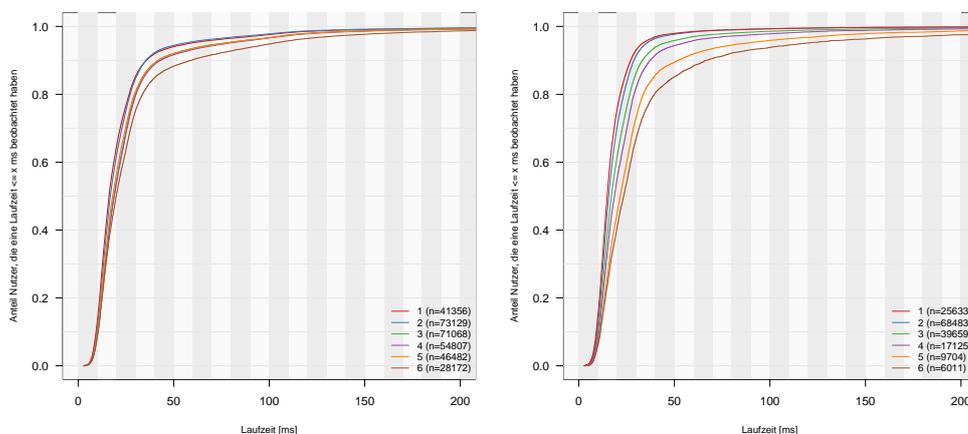


Abbildung 4.14: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der Laufzeit nach Kundenzufriedenheit gruppiert. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung (vier Monate) und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung (acht Monate) des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

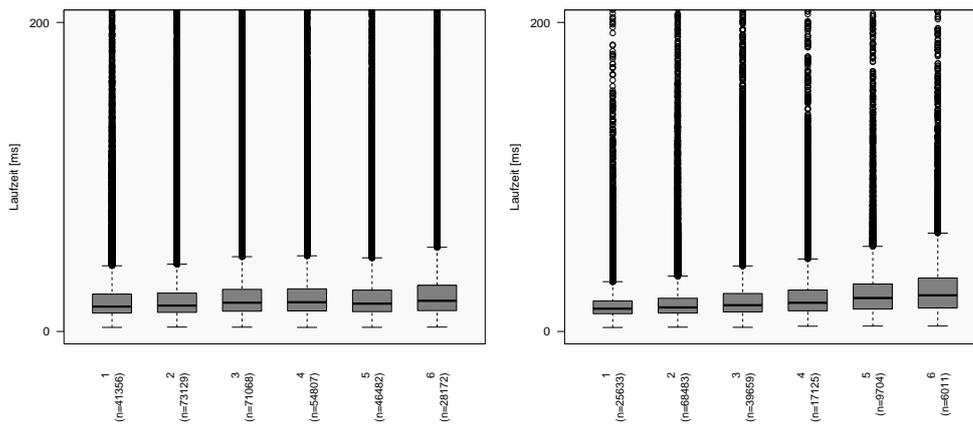


Abbildung 4.15: Stationäre Breitbandanschlüsse: Boxplotdarstellung der Verteilungen der Laufzeit nach Kundenzufriedenheit gruppiert. In der linken Spalte sind die Ergebnisse für die Browsermessung (vier Monate) und in der rechten Spalte die Ergebnisse der Desktop-App Messung (acht Monate) des aktuellen Berichtsjahres 2020/2021 dargestellt.

In Abbildung 4.16 werden die empirischen Verteilungsfunktionen für den jeweiligen Gesamtdatensatz dargestellt. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden - wie in Abschnitt 4.1 beschrieben - gewichtet, um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

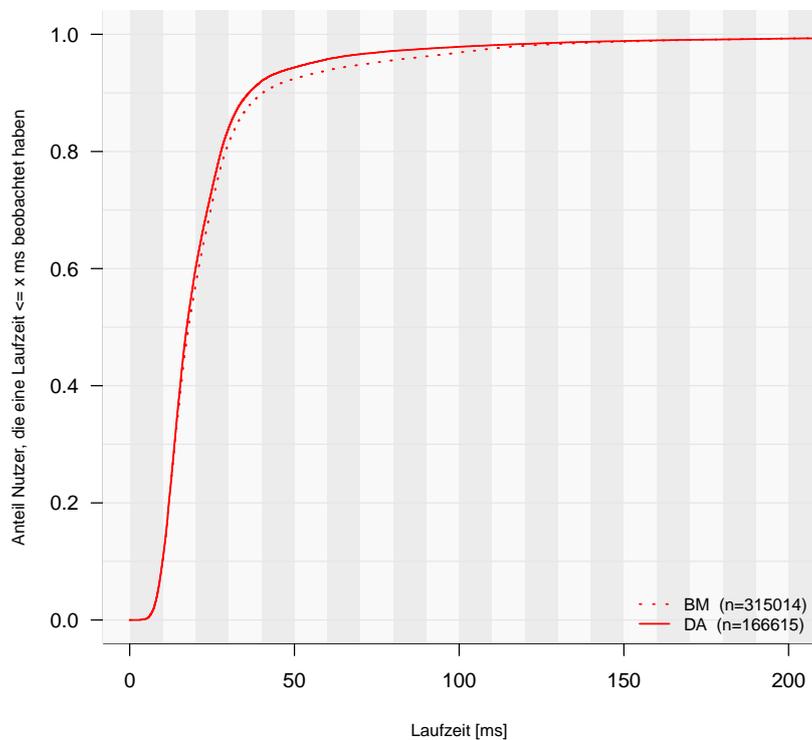


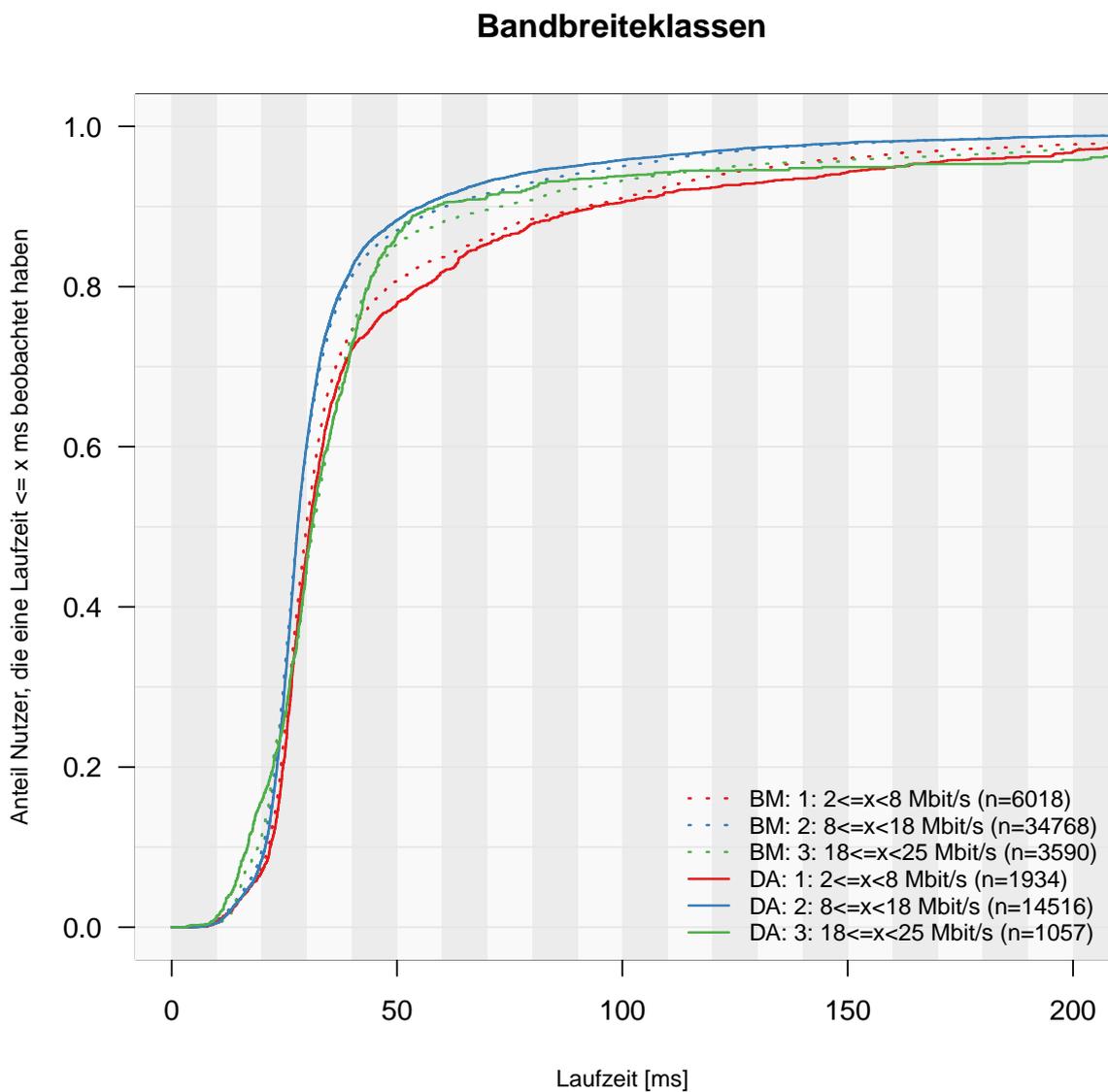
Abbildung 4.16: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der prozentual erreichten Datenübertragungsrate für die Laufzeit für das aktuelle Berichtsjahr 2020/2021. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden gewichtet um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

Mit Blick auf Abbildung 4.16 zeigt sich, dass der Unterschied zwischen der Desktop-App- und der Browserkurve gering ausfällt.

### 4.3.1 Bandbreiteklasse

In Abbildung 4.17 sind die Kurvenverläufe für Bandbreiteklasse 1 bis 3 und Bandbreiteklasse 4 bis 7 dargestellt. In der ersten Gruppe mit Bandbreiteklasse 1 bis 3 ist erkennbar, dass die Desktop-App-Kurve für Bandbreiteklasse 1 bis unterhalb von 60 ms unterhalb der Browsermessung verläuft. Für Bandbreiteklasse 2 sind die Kurven unterhalb von 40 ms fast deckungsgleich, für höhere Laufzeiten liegt die Desktop-App-Kurve oberhalb. Für Bandbreiteklasse 3 fällt auf, dass im Bereich zwischen 10 und 20 ms die Desktop-App-Kurve oberhalb der Kurve der Browsermessung verläuft.

In der Darstellung der Bandbreitklassen 4 bis 7 ist eine Verschiebung zu höheren Anteilswerten für alle Bandbreitklassen zu sehen: die gestrichelten Kurven der Desktop-App Messung verlaufen oberhalb der jeweils farblich zugehörigen Kurven der Browsermessung. Für Bandbreiteklasse 7 ist diese Verschiebung am deutlichsten zu erkennen.



## Bandbreitklassen

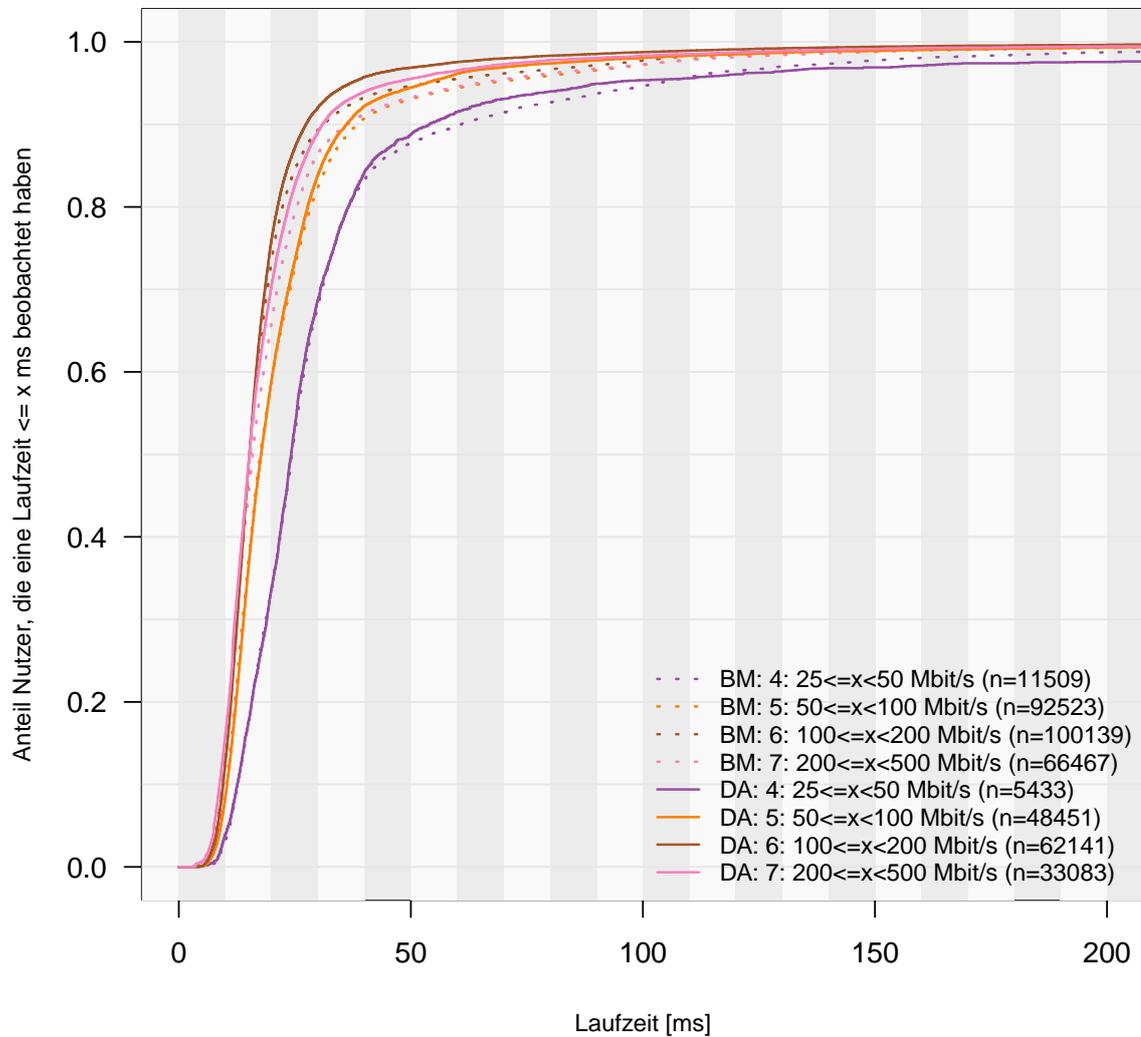


Abbildung 4.17: Stationäre Breitbandanschlüsse: Empirische Verteilungsfunktionen der Laufzeit gruppiert nach Bandbreiteklasse für das aktuelle Berichtsjahr 2020/2021. Die Bandbreiteklassen wurden in zwei Sets aufgeteilt, um den visuellen Vergleich zwischen den beiden Kurven einer Bandbreiteklasse (identifiziert durch Linienfarbe) zu erleichtern. Die Ergebnisse für die Browsermessung sind mit gestrichelter Linie gezeichnet, Ergebnisse der Desktop-App Messung sind mit durchgezogener Linie dargestellt. Die Messdaten der Desktop-App Messung wurden gewichtet um der Referenzverteilung des Monats Januar der Browsermessdaten zu entsprechen.

## 5 Anhang

### 5.1 Weitere Darstellungen und Dokumente

#### **Jahresbericht mobile Breitbandanschlüsse**

Mobile Breitbandanschlüsse werden 2020/21 in einem separaten Jahresbericht betrachtet. Dieser ist im Internetangebot der Breitbandmessung auf der Webseite

➔ <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> interaktiv dargestellt.

#### **Material, Methoden und Datengrundlage**

Im Dokument „Material, Methoden und Datengrundlage“ werden das eingesetzte Material, die angewandten Methoden sowie die Datengrundlage des Jahresberichtes 2020/2021 erläutert.

#### **Technische Spezifikation**

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

#### **Allgemeinverständliche Beschreibung**

Im Dokument „Beschreibung - Die Desktop App der Breitbandmessung aus Sicht des Nutzers“ sind detaillierte Informationen rund um den Test mit der Desktop-App zusammengestellt.

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

## 5.2 Statistiksoftware

R Version 4.1.1, 4.1.2, und 4.1.3

R Core Team (2021, 2022). R: A language and environment for statistical computing.

R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

[www.R-project.org](http://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 sechsten 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, 14.06.2022

© zafaco GmbH

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