

LEITUNGSEBENE

Vier Wochen lang untersuchte Netztest-Profi zafaco im Auftrag von connect die Leistungen deutscher Breitbandanbieter. Dabei gibt es einen Überraschungssieger.

Wir feiern rundes Jubiläum: Bereits zum zehnten Mal präsentieren zafaco und connect ihren großen Breitband- und Festnetztest.

Wie jedes Jahr haben wir auch diesmal die Anforderungen angehoben und damit an die technische Entwicklung angepasst. Eine wichtige Neuerung ist außerdem die Ergän-

zung unseres Testparcours um Crowdsourcing-Analysen. Damit wollen wir neben der Performance der Kernnetze auch die Leistungen der Netzbetreiber auf breiterer Fläche – und somit das alltägliche Kundenerlebnis – stärker in unsere Testergebnisse einfließen lassen.

Unverändert blieben die oft intensiven Diskussionen mit den Netzbet-

reibern über das Testverfahren. Dass die Anbieter schon im Vorfeld um jeden Punkt kämpfen, nehmen wir als Beleg der hohen Relevanz unserer Netztests. Dennoch bleibt unsere oberste Maxime: Der Breitbandtest muss Ihnen, unseren Lesern, fundierte Aussagen über Stärken und Schwächen jedes getesteten Anbieters liefern. **Hannes Rügheimer**

Anbieter und Produkte im Test



Die Auswahl der getesteten Anschlüsse spiegelt die Verteilung der Angebote wider. Dabei messen wir die Anbieter an ihren eigenen Versprechungen.

Bei unseren Testkandidaten unterscheiden wir zwischen „Big Players“ – Anbietern, die bundesweit mehr als zwei Prozent Marktanteil haben – und „Local Players“, deren Marktanteile unter zwei Prozent liegen. Big Player nehmen mit insgesamt 16 Testanschlüssen teil, Local Player mit vier.

Bei der Auswahl der Zugangsprodukte pro Anbieter verfolgen connect und zafaco das Ziel, sich der tatsächlichen Verteilung im Markt anzunähern. Denn nicht jeder Kunde nutzt die schnellsten und teuersten Leitungen. Deshalb berücksichtigt die Verteilung der Anschlüsse über verschiedene Bandbreitenklassen das Angebotspektrum der Netzbetreiber. Die kom-

plette Aufstellung der im Testfeld berücksichtigten Anschlussstypen pro Anbieter finden Sie online unter www.connect.de/festnetztest.

Für die Zuordnung zu Bandbreitenklassen und für die Bewertung einiger Messwerte müssen wir prüfen, welche Leistungen ein Anbieter seinen Kunden tatsächlich zusagt. Dabei checken wir aus Fairnessgründen auch, ob die getesteten Anschlussstypen wirklich so vermarktet werden. Beides prüfen wir anhand der von der Bundesnetzagentur vorgeschriebenen Produktinformationsblätter. Diese technischen Beschreibungen muss jeder Anbieter öffentlich bereitstellen – per Google-Suche lassen sie sich schnell finden.



Deutschlandweit verteilt

Die 52 Teststandorte von zafaco sind über ganz Deutschland verteilt. Insgesamt 96 im Test berücksichtigte Telefon- und Breitbandanschlüsse bauen hier untereinander Verbindungen auf und führen Daten- sowie Videotests durch.

SPRACHE

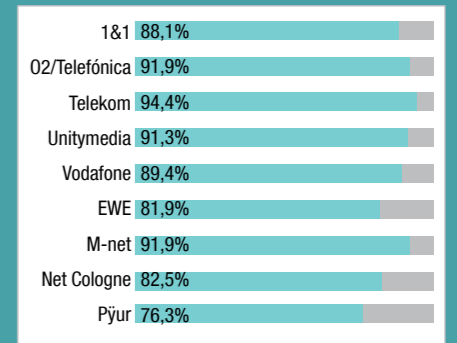
Maximal 320 von 1000 Gesamtpunkten können die Kandidaten in der Disziplin Sprachtelefonie erzielen.

Auf Basis von 357 530 gemessenen Telefonaten ermitteln wir die Teilergebnisse in der Disziplin Sprache. Dabei wird die Ende-zu-Ende-Sprachqualität von Telefonverbindungen von und ins eigene Netz (max. 80 Punkte), von und in andere IP-Netze (max. 160 Punkte) sowie von und in die deutschen Mobilfunknetze (max. 80 Punkte) bewertet.

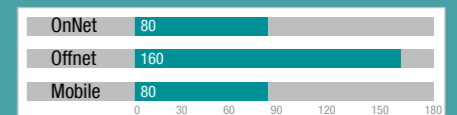
Die Testsysteme versuchen dabei zunächst, Telefonate im höherwertigen HD-Voice-Modus (Codec G.722) durchzuführen. Kann die Verbindung damit nicht aufgebaut werden, erfolgt sie über

den älteren Schmalband-Codec G.711. Ein weiteres Testscenario ist gleichzeitiges Telefonieren über zwei Kanäle bei gleichzeitiger Datenübertragung durch Up- und Downloads. Solche Lastsituationen entsprechen der typischen Nutzung einer Leitung etwa durch Familien.

Wie die obere der beiden nebenstehenden Balkengrafiken zeigt, erzielen Telekom, M-net und Telefónica (die letzteren beiden mit gleicher Punktzahl) in unserem Test die besten Leistungen in der Disziplin Sprache. Doch selbst bei ihnen bleibt noch ein wenig Luft nach oben.



Die obere Grafik zeigt die prozentuale Verteilung der erreichten Punkte bei der Untersuchung der Sprachqualität, die untere die in den einzelnen Teildisziplinen erreichbaren Gesamtpunkte.



Unitymedia

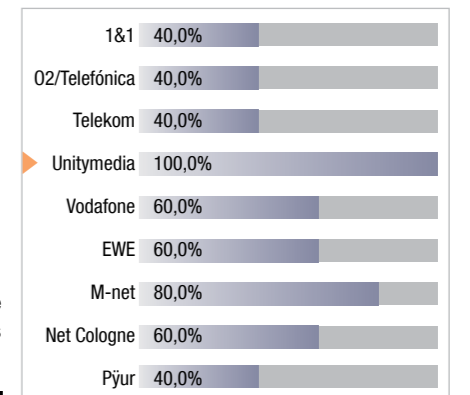
Überraschung: Nachdem die Kölner in den letzten Jahren im Mittelfeld landeten, sind diesmal der Sieger.

Das Aktionsgebiet des Kabelanbieters ist zwar auf NRW, Hessen und Baden-Württemberg begrenzt – doch mit über 3,5 Millionen Kunden und somit rund 10,4 Prozent Marktanteil bundesweit zählt Unitymedia eindeutig zu den Big Players.

Der Sprung im Vergleich zum Vorjahr ist deutlich und macht in unserem 1000er-Punkteraster fast 50 Punkte aus. Vor allem in der bislang eher kritischen Telefonie hat sich Unitymedia klar verbessert – auch wenn es bei Sprachlaufzeiten und Sprach-

qualität nach wie vor Verbesserungspotenzial gibt. In der Kategorie Highspeed Internet zeigen die Kölner ebenfalls gute Leistungen. Entscheidende Punkte holt Unitymedia jedoch in der neu eingeführten Crowdsourcing-Disziplin. Hier erzielt der Anbieter das beste Ergebnis im Testfeld. Erfreulich gut ist dabei auch das Verhältnis zwischen gemessenen und vereinbarten Datenraten – wenngleich das absolute Upload-Tempo oft bescheiden ausfällt. Kleinere Defizite gibt es auch bei Fotobuch-Uploads und den Pufferzeiten der Web-TV-Tests.

connect-Urteil
sehr gut (893 von 1000 P.)



Punkteverteilung für gemessene vs. versprochene Upload-Datenraten (ermittelt per Crowdsourcing).

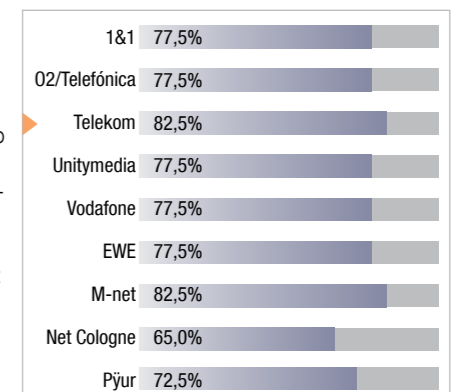
Telekom

Der Gewinner der Jahre 2012 bis 2014, 2016 und 2018 landet diesmal unter den Big Players (die Bonner haben 13,4 Millionen Kunden bzw. 39,7 Prozent Marktanteil) auf Platz zwei.

In der Disziplin Telefonie ist die Telekom nach wie vor bester Anbieter – die ermittelten Verbindungsaufbau- und Sprachlaufzeiten sind top. Bei den Highspeed-Internet-Messungen schneiden die Bonner ebenfalls gut ab – wenn auch 1&1 und M-net hier noch etwas stärker sind. In der neuen Crowdsourcing-Kategorie landet die Telekom jedoch nur im Mittelfeld. Schwächen zeigen sich dabei vor allem beim Ver-

hältnis der gemessenen Upload-Datenrate zum vertraglich vereinbarten Wert. Sehr gute Ergebnisse erzielen die Bonner in der Disziplin Web-Services. Die schnellsten Uploads bei Fotobüchern über Leitungen ab 100 Mbit/s, schnelle Gaming-Pings und weitere gute Resultate führen hier zur zweitbesten Teilnote. Im Bereich Web-TV ist das Ergebnis durchwachsen: schnellen Pufferzeiten in der mittleren Bandbreitenklasse steht ein erhöhter Anteil von Antwortzeiten über dem Schwellenwert 150 ms in allen Geschwindigkeitsklassen gegenüber. >>

connect-Urteil
sehr gut (879 von 1000 P.)



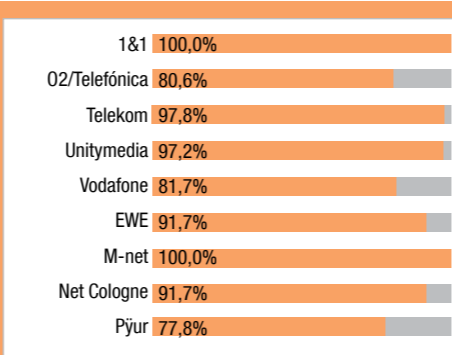
Punkteverteilung für die Sprachqualitätsmessungen von und zu den deutschen Mobilfunknetzen.

HIGHSPEED-INTERNET

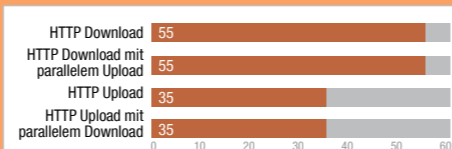
Maximal 180 der 1000 insgesamt erzielbaren Punkte können die Kandidaten in der Disziplin Highspeed-Internet holen.

212 438 bewertete Einzelmessungen sind die Grundlage der Punktevergabe in der Disziplin Highspeed-Internet. Zu diesem Zweck werden verschiedene Messungen durchgeführt – über IPv4 oder IPv6, je nachdem, was das getestete Anbieter-Produkt unterstützt. Standardisierte Upload- und Downloadmessungen zu Mess-Servern bei den Anbietern bestimmen die verfügbaren Bandbreiten. Dabei führen wir die Messungen auch mit gleichzeitigem Datenverkehr in der jeweiligen Gegenrichtung sowie auch parallel zu laufenden Sprachverbindun-

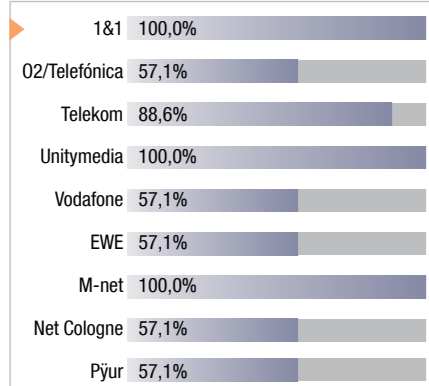
gen durch. Das Ziel ist hier, das Verhalten der Anschlüsse bei zeitgleicher Auslastung der Gesamtbandbreite zu ermitteln. Wie sich die erzielbaren Gesamtpunkte auf die verschiedenen Test- und Nutzungsszenarien verteilen, zeigt die untere der beiden nebenstehenden Balkengrafiken. Die obere Grafik zeigt das Abschneiden der Kandidaten in dieser Teildisziplin. Dabei erzielten 1&1 und M-net jeweils volle Punktzahl – eine respektable Leistung. Doch auch Telekom, Unitymedia, EWE und Net Cologne schneiden in dieser Teildisziplin recht überzeugend ab.



Oben die prozentualen Teilergebnisse der Up- und Download-Messungen, unten die Gewichtung der Punkte in den einzelnen Teildisziplinen.



1&1



Prozentuale Verteilung der erreichten Punkte bei Uploads mit parallelem Download.

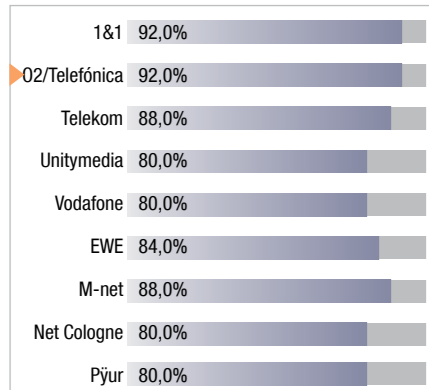
2015 und 2017 hatte 1&1 gewonnen. Auch wenn es diesmal nicht ganz für den Testsieg reicht, zeigen die Montabaurer sehr gute Leistungen.

Mit rund 4,4 Millionen Kunden bzw. 13,1 Prozent Marktanteil ist 1&1 der drittgrößte deutsche Breitbandanbieter nach Telekom und Vodafone. Zwar mietet der Anbieter Anschlussleitungen von anderen Netzbetreibern, betreibt jedoch sein eigenes Kernnetz und eigene „Carrier Interconnects“ sowie seit 2014 ein eigenes Glasfasernetz. Im getesteten Produktmix sind sowohl eigene als auch angemietete Leitungen enthalten. In der Sprach-Disziplin überzeugen schnelle

Verbindungs- und Sprachlaufzeiten, bei ankommenden Verbindungen aus anderen IP-Netzen sind aber leicht erhöhte Fehleraten zu sehen. Im Bereich Highspeed Internet erzielt 1&1 gemeinsam mit M-net die besten Leistungen. Im neuen Crowdsourcing landet der Anbieter dagegen nur im Mittelfeld. Auch dabei fällt ein schlechtes Verhältnis der gemessenen und tatsächlichen Upload-Datenraten auf. Bei den Web-Services zählt 1&1 mit Telefónica und M-net zum Spitzen-Trio, bei Web-TV sind die Montabaurer zusammen mit M-net Zweitbesten.

connect-Urteil
sehr gut (872 von 1000 P.)

O2/Telefónica



Bei der prozentualen Verteilung der Punkte für den Abruf von Webseiten steht O2 mit 1&1 vorn.

Die rund 2 Millionen Festnetzkunden von O2/Telefónica entsprechen 5,9 Prozent Marktanteil. Der Anbieter erreicht 2019 knapp die Note „sehr gut“.

O2 vermarktet seit 2014 Vorleistungsprodukte der Telekom, sogenannte Bitstream-Access-Anschlüsse. Dahinter betreibt der Anbieter jedoch ein eigenes Kernnetz. Gegenüber dem Vorjahresergebnis können sich die Münchener leicht steigern und erreichen somit diesmal um Haarsbreite die Gesamtnote „sehr gut“. Gemeinsam mit M-net erzielt O2 hinter der Telekom das zweitbeste Ergebnis in der Kategorie Sprachtelefonie. Auch im Bereich High-

speed Internet sind die Resultate gut, allerdings stehen beispielsweise schlechte Werte bei den Datentests zum Testserver im eigenen Netz sowie Schwächen bei den gelieferten Upload-Bandbreiten einer noch höheren Punktzahl entgegen. Gerade letzterer Aspekt bestätigt sich auch in unseren Crowdsourcing-Analysen. Sehr gut steht der Anbieter dagegen bei den Web-Services da – schnelle Ladezeiten von Webseiten und Fotobuch-Uploads verdienen viele Punkte. Und bei Web-TV ist O2 gemeinsam mit Unitymedia stärkster Anbieter.

connect-Urteil
sehr gut (850 von 1000 P.)

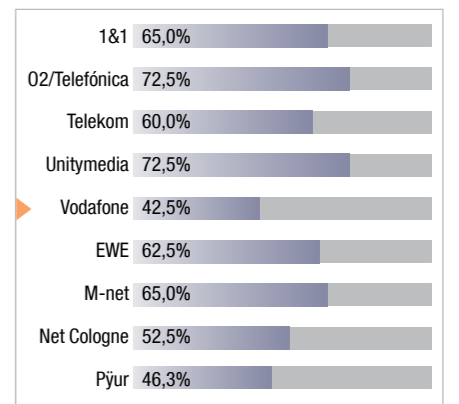
Vodafone

Mit 6,7 Millionen Kunden bzw. 19,9 Prozent Marktanteil ist Vodafone der zweitgrößte deutsche Festnetzanbieter.

Wie schon in den Vorjahren tritt Vodafone mit einem Mix aus Anschlusstechnologien an. Diesmal sind es drei DSL-, sieben Kabel- und sechs Glasfaserleitungen. Damit erzielen die Düsseldorfer gute Sprach-Ergebnisse dank kurzer Sprachlaufzeiten und schneller Verbindungszeiten – nicht nur von und zu anderen Festnetzen, sondern auch von und zu den deutschen Mobilfunknetzen. Verbesserungspotenzial gibt es in der Daten-Disziplin. Hier fallen zum Teil zu geringe Upload-Bandbreiten im Verhält-

nis zum vertraglich vereinbarten Wert auf – vor allem bei Kabelanschlüssen. In den Crowdsourcing-Analysen landet Vodafone mit durchwachsenen Ergebnissen bei Downloads und Uploads im Mittelfeld. Nicht ganz überzeugend sind zudem die Ergebnisse bei den Web-Services: Das Laden von Webseiten dauert auffällig lang, auch Uploads zu Fotobuch-Anbietern, vor allem über Leitungen der kleinsten Bandbreitenklasse, sind langsam. Und bei den Web-TV-Tests erzielen die Düsseldorfer gar das schwächste Teilergebnis im Testfeld.

connect-Urteil
gut (808 von 1000 P.)



Prozentuale Verteilung der Punkte für Reaktions- und Pufferzeiten bei Web-TV-Videoabrufen.

CROWDSOURCING

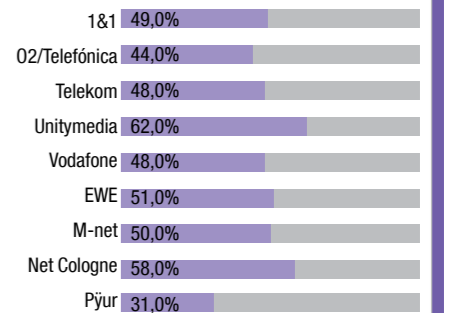
Bis zu 100 der 1000 möglichen Gesamtpunkte vergeben wir in der neuen Teildisziplin Crowdsourcing.

Erstmals fließen in diesem Jahr auch die Ergebnisse von Crowdsourcing-Analysen in die Gesamtwertung ein. Dafür hat zafaco die öffentlich zugänglichen Ergebnisse der Breitbandmessung der Bundesnetzagentur berücksichtigt (siehe auch connect 7/2019).

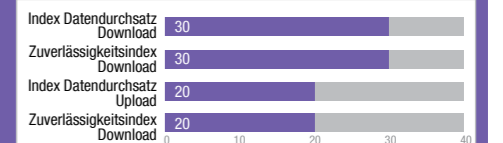
Die Auswertung basiert auf Daten, die zwischen dem 1.4.2018 und dem 31.3.2019 erfasst wurden. Die Analysen wurden für die 107 Stadtkreise und kreisfreien Städte Deutschlands durchgeführt, da dort jeweils mehrere Anbieter mit in der Regel mehreren Produktkate-

gorien vertreten sind. Bei den Auswertungen sorgte ein mehrstufiger Validierungsprozess dafür, dass etwa Messungen über WLAN, an gedrosselten Anschlüssen, technisch oder tariflich ungültige Messungen oder Mehrfachmessungen aus dem analysierten Datenbestand ausgefiltert wurden.

So flossen insgesamt 69 299 per Crowdsourcing vorgenommene Messungen in das Gesamtergebnis ein. Wie die Tabelle rechts oben zeigt, erzielen Unitymedia und Net Cologne in dieser Kategorie die besten Teilergebnisse.



Oben die prozentualen Teilergebnisse der Crowdsourcing-Messungen, unten die Gewichtung der Punkte in den einzelnen Teildisziplinen.



IPV6: DUAL STACK ODER DS-LITE?

Der Wechsel von IPv4 auf IPv6 stellt in der Praxis Herausforderungen, die auch unser Test-Setup betreffen. Wir haben uns dennoch entschieden, ab diesem Jahr wo möglich nach dem neuen IP-Standard zu testen.

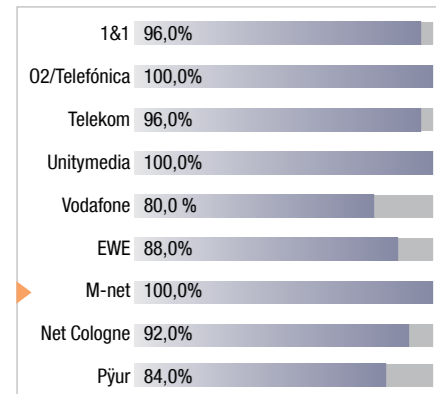
Da der Adressraum von IPv4 praktisch aufgebraucht ist, stellen die Anbieter zunehmend auf die Version 6 des Internet-Protokolls um (IPv6). An Anschlüssen, die IPv6 bereits unterstützen, messen wir ab diesem Jahr nach dem neuen Standard.

Allerdings wird es im Internet noch über Jahre einen Mischbetrieb von IPv4 und IPv6 geben – viele Server und Kommunikationspartner sind nur über das ältere IPv4 erreichbar. Anschlüsse mit IPv6 brauchen deshalb Mechanismen, um mit altem und neuem Standard umzugehen. Anbieter wie die Telekom, Telefónica oder M-Net setzen

dabei auf „Dual Stack“ – der Anschluss unterstützt beide Protokolle. 1&1 aktiviert IPv6 mit Dual Stack auf Kundenanfrage. Manche Anbieter wie EWE oder Vodafone bei DSL- und Glasfaseranschlüssen beschränken sich noch auf IPv4. In wieder anderen Fällen – Vodafone bei Kabel, Unitymedia oder M-net – erhalten Privatkunden „Dual Stack lite“ (DS-lite). Dabei werden IPv4-Datenpakete in IPv6-Paketen „gekapselt“ – die Kommunikation auf der Leitung erfolgt per IPv6, IPv4-Pakete werden beim Anbieter wieder ausgepackt und zu ihrem Ziel weitergeleitet. Da diese

Kapselung „Protokoll-Overhead“ produziert, ist sie nicht so effizient wie echter Dual-Stack-Betrieb. Zudem können durch die Kapselung der Datenpakete Probleme mit VPN-Verbindungen zu IPv4-Gegenpartnern auftreten – was sich auch auf unsere Tests auswirkt. Netzbetreiber wenden deshalb ein, dass die Tests nach IPv6-Standard im Vergleich mit IPv4-Anschlüssen unfair seien. connect und zafaco vertreten jedoch die Meinung, dass dieser Effekt im gleichen Umfang auch für betroffene Kunden zutrifft – und er deshalb das reale Nutzererlebnis widerspiegelt. >>

M-net



Bei den Abrufen der standardisierten ETSI-Kepler-Referenz-Seite führen M-net, 02 und Unitymedia.

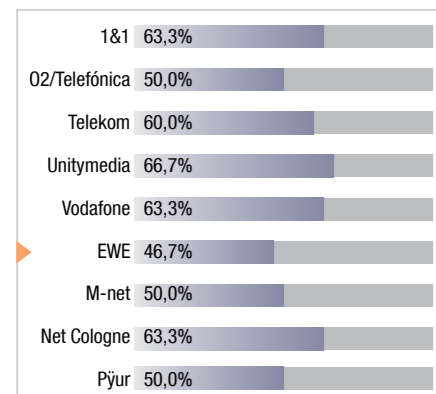
Zum vierten Mal in Folge gewinnt der Münchener Anbieter in der Kategorie der kleineren, lokalen Netzbetreiber.

Das Versorgungsgebiet von M-net umfasst die Großräume München und Ulm, viele Regionen in Bayern sowie den Main-Kinzig-Kreis in Hessen. Mit rund 0,5 Millionen Kunden bzw. einem Marktanteil von 1,5 Prozent ist der Anbieter damit ein typischer Local Player. Er nimmt an unserem Test mit zwei VDSL- und zwei Glasfaserleitungen teil. In der Wertung für die Disziplin Telefonie landet M-net gemeinsam mit Telefónica auf dem zweiten Platz – nur die Telekom ist hier besser. Schnelle Verbindungsaufbau- und Sprachlaufzeiten (nicht zuletzt in die Mobil-

funknetze) führen zu diesem erfreulichen Ergebnis. Bei den Daten-Messungen ist M-net gemeinsam mit 1&1 sogar stärkster Anbieter. Im Crowdsourcing punkten die Münchener dagegen nur im Mittelfeld – nicht alle M-net-Kunden haben die starken Glasfaserleitungen des Anbieters. Bei den Web-Services punktet M-net mit schnellen Webseiten-Abrufen, schneller DNS-Auflösung, schnellen Gaming-Pings und schnellen Fotobuch-Uploads. Auch die Ergebnisse in der Web-TV-Kategorie können sich insgesamt sehen lassen. Nur manche Video-Antwortzeiten sind etwas langsam.

connect-Urteil
sehr gut (885 von 1000 P.)

EWE



Prozentuale Punkteverteilung bei den absoluten, gemessenen Download-Datenraten.

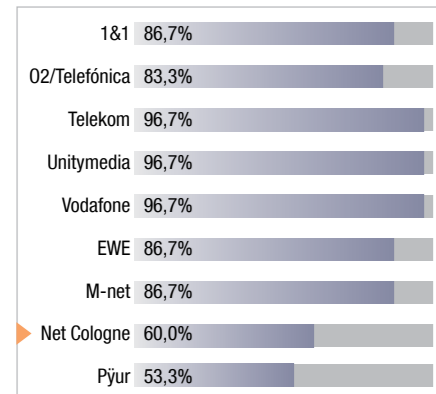
Mit 0,6 Millionen Kunden bzw. 1,8 Prozent Marktanteil zählt EWE zu den Local Players. Sein Ergebnis ist gut.

Der Name EWE steht für Energieversorgung Weser-Ems – der Netzbetreiber bietet zwischen Ems und Elbe, in Brandenburg und auf Rügen VDSL- und auch Glasfaserleitungen an. Die an den Testanschlüssen ermittelten Durchschnittswerte zeigen ein gemischtes Bild: Bei der Sprachtelefonie gibt es klares Verbesserungspotenzial – hier verhindern lange Verbindungsaufbauzeiten, leicht erhöhte Fehlerraten und nicht immer überzeugende Sprachqualität eine bessere Bewertung. Auch die Highspeed-Internet-Tests könnten bessere Ergebnisse

zeigen. Auffällig ist hier ein Einbruch der Upload-Bandbreite unter Last vor allem bei Anschlüssen mit 25/5 Mbit/s. Im Crowdsourcing schneidet EWE im Mittelfeld ab. Guten Upload-Ergebnissen stehen hier schlechte Download-Datenraten gegenüber. Insgesamt gute Ergebnisse zeigen dagegen die Web-Service-Messungen. Hier überzeugt EWE zum Beispiel beim Abruf der ETSI-Kepler-Referenzseite. Auch die Web-TV-Resultate gehen in Ordnung. Beispielsweise in der mittleren Bandbreitenklasse sind die Reaktionszeiten gut, die Pufferzeiten dagegen weniger.

connect-Urteil
gut (829 von 1000 P.)

Net Cologne



Punkteverteilung für Auflösezeiten von DNS-Anfragen aus der deutschen Top-1000-Alexa-Liste.

Dieser Local Player versorgt 0,4 Millionen Festnetzkunden, was einem Marktanteil von 1,2 Prozent entspricht.

Das von Rheinenergie, der Sparkasse Köln/Bonn und den Kölner Verkehrsbetrieben getragene Unternehmen tritt bei uns mit drei VDSL-Leitungen und einem Kabelanschluss an. Wie schon im Vorjahr attestiert das Testergebnis dem im Raum Köln/Bonn aktiven Anbieter Schwächen bei der Telefonie: Verbindungsaufbauzeiten, Sprachlaufzeiten, Sprachqualität und Fehlerraten zeigen Defizite vor allem von und zu den deutschen Mobilfunknetzen, aber auch von und zu anderen IP-Netzen. Auch die Ergebnisse

im Bereich Highspeed-Internet sind nur durchschnittlich – bei Uploads etwa wegen eines schlechten Verhältnisses zum vertraglich vereinbarten Wert. Beim Crowdsourcing schneidet Net Cologne dagegen gut ab – interessanterweise auch wegen hoher Erfüllung der zugesagten Download-Datenraten. Die Web-Service-Leistungen sind gemischt: Den schnellsten Gaming-Pings im Test stehen lange Ladezeiten der ETSI-Kepler-Referenzseite und lange DNS-Auflösungszeiten gegenüber. Auch bei Web-TV ist das Ergebnis ausbaufähig.

connect-Urteil
gut (819 von 1000 P.)

WEB-SERVICES & WEB-TV

200 der 1000 Gesamtpunkte entfallen auf die Disziplin Web-Services – den Aufruf von Webseiten, Zugriff auf DNS- und Gaming-Server sowie Fotobuch-Uploads. Weitere 200 Punkte gibt's in der Kategorie Web-TV.

Datenraten sind nicht alles. Viel deutlicher zeigt sich für die Nutzer die Qualität ihrer Internetanbindung bei konkreten Anwendungen – etwa beim Zugriff auf Webseiten, den Antwortzeiten bei Nutzung von Gaming-Servern, Uploads zu Fotobuchdiensten oder dem Abruf von Videos über Content-Provider. Deshalb befassen sich mehr als 3,5 Millionen der von uns bewerteten Messungen mit der Qualität von Web-Services und weitere 469881 mit der Qualität von Web-TV.

Zum Test der Performance bei Webseiten-Aufrufen wurden mit dem Browser Chrome standardisierte Testseiten (ETSI-Kepler-Referenzseite) von deutschen und internationalen Webhosting-Anbietern abgerufen. Außerdem analysieren wir den Abruf unterschiedlicher, häufig genutzter Webseiten mit dem ebenfalls verbreiteten Browser Firefox.

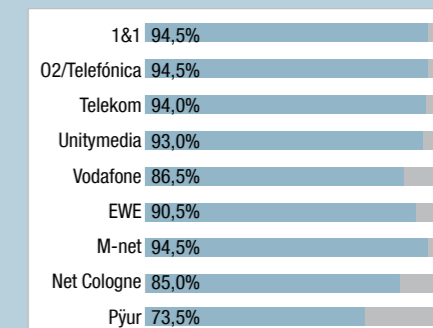
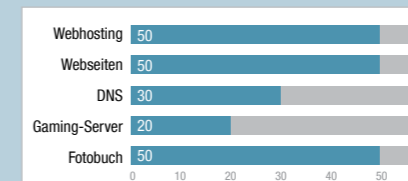
Da beim Abruf von Webseiten die DNS-Auflösung (also die Übersetzung von URLs in IP-Adressen) einen wichtigen Anteil an der Reaktionszeit hat, legen wir unser Augenmerk auch darauf. Um Caching-Mechanismen etwa im Router weitestgehend auszuschließen und Messungen zu den DNS-Servern im Netz des jeweiligen Anbieters zu forcieren, wurden jede Stunde wechselnd 40 DNS-Anforderungen aus der Liste von insgesamt 1000 deutschen Top-Webseiten (gemäß der anerkannten „Alexa-Liste“) ausgewählt. Die Liste der

Top-1000-URLs wurde einmal pro Woche neu bestimmt und täglich in eine zufällige Reihenfolge sortiert.

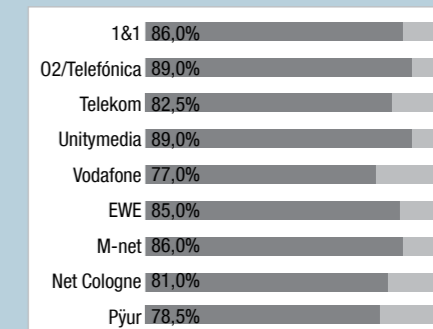
Um die für Gamer wichtigen Reaktionszeiten zu Gaming-Servern zu ermitteln, wurden die Laufzeiten zu fünf verschiedenen Anbietern gemessen. Zudem erfassten wir Dauer und Fehlerraten von Uploads zu den Fotobuch-Anbietern Cewe, ip.labs, Fujifilm und Orwo.

In der Rubrik Web-TV führten wir „Over-the-top“-Messungen zu den Video-Angeboten von Amazon, Facebook, Netflix, Sky, Vimeo, Youtube, Zattoo und zu den Mediatheken von ARD und ZDF durch. Wo möglich, fanden diese Messungen mit Adaptive Streaming statt.

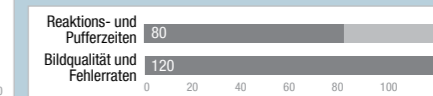
Die Gewichtung der Punkte in beiden Disziplinen zeigen die Balkengrafiken unten. Die Teilergebnisse sehen Sie in den Grafiken rechts: Spitzenreiter bei den Web-Services sind 1&1, Telefónica, M-net und Telekom. Besonders überzeugende Leistungen in der Disziplin Web-TV zeigen Unitymedia und Telefónica, gefolgt von 1&1, M-net, EWE und mit etwas Abstand der Telekom.



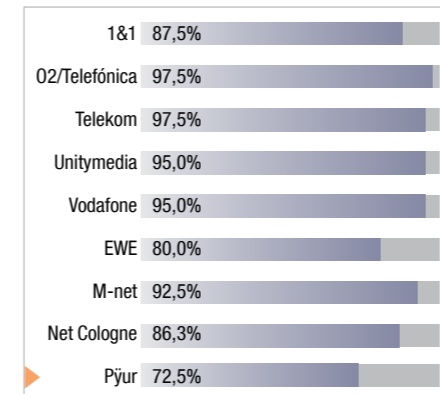
Oben die prozentualen Teilergebnisse bei den Web-Services, unten die Teilergebnisse der Testkandidaten in der Disziplin Web-TV.



Links: Gewichtung der Punkte in den Teildisziplinen der Kategorie Web-Services. Rechts: Gewichtung der Punkte bei den Messungen in der Kategorie Web-TV.



Pÿur/Tele Columbus



Prozentuale Verteilung der Punkte bei Sprachverbindungen von und zu anderen All-IP Netzen.

Pÿur nimmt seit 2018 an unserem Test teil. Seit dem Vorjahr hat sich der Anbieter leicht verbessert, erzielt aber immer noch die Note „befriedigend“.

Der in Berlin ansässige Anbieter Tele Columbus entstand aus dem Zusammenschluss mehrerer regionaler Kabelprovider. Unter der Marke Pÿur versorgt er rund 0,6 Millionen Haushalte, was einem Marktanteil von 1,8 Prozent entspricht. Seine Angebote sind zwar in NRW, Niedersachsen, Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Berlin, Brandenburg und weiteren Bundesländern erhältlich. Dennoch ist Pÿur angesichts seiner Größe letztlich ein Local Player. Wie

schon im Vorjahr erzielt der Anbieter bei den Sprachmessungen das schlechteste Ergebnis im Testfeld. Auch bei den Datenmessungen landet er auf dem letzten Platz. Dieses Bild bestätigt sich bei den Crowdsourcing-Analysen, wo Pÿur ebenfalls die geringste Punktezahl einfährt. Bei Uploads und Downloads ist das Verhältnis zwischen gemessenen und versprochenen Datenraten häufig schwach. Und auch die Web-Services sowie Web-TV zeigen Verbesserungspotenzial. Ein Lichtblick: Zumindest leicht konnte Pÿur gegenüber dem Vorjahr zulegen. >>

connect-Urteil
befriedigend (719 von 1000 P.)

Messwerte

| Anbieter | Unitymedia | Telekom | 1&1 | O2/Telefónica | Vodafone | M-net | EWE | Net Cologne | Pjur/Tele Columbus |
|--|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------|
| MESSWERTE SPRACHE | | | | | | | | | |
| MESSWERTE VERBINDUNGEN IN EIGENE IP-NETZE | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 17.744 | 17.465 | 17.637 | 17.727 | 17.620 | 4.452 | 4.440 | 4.451 | 4.401 |
| Rufaufbauzeit (s)/davon über 1 s. (%) | 0,30/0,00/0,00 | 0,38/0,12/0,03 | 0,29/0,00/0,01 | 0,51/0,11/0,02 | 0,35/0,18/0,16 | 0,25/0,00/0,00 | 0,72/4,35/0,05 | 0,43/0,04/0,00 | 0,71/0,43/0,11 |
| Sprachqualität (POLQA MOS)/davon unter 4,0 (%) | 4,46/0,78 | 4,47/0,08 | 4,46/0,46 | 4,46/0,49 | 4,45/1,32 | 4,46/0,48 | 4,45/1,08 | 4,44/2,89 | 4,47/0,38 |
| Sprachlaufzeit (ms)/davon über 100 ms (%) | 67/0,10 | 38/0,13 | 46/0,00 | 58/0,19 | 55/0,20 | 40/0,00 | 43/0,00 | 58/1,98 | 83/2,49 |
| MESSWERTE VERBINDUNGEN IN ANDERE IP-NETZE | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben A-Seite/B-Seite | 19.639/19.513 | 19.525/19.506 | 19.650/19.748 | 19.648/19.618 | 19.450/19.670 | 4.026/4.197 | 4.365/4.155 | 4.358/4.351 | 4.270/4.173 |
| A-Seite Rufaufbauzeiten (s)/davon über 2 s (%) | 0,61/0,03 | 0,57/0,08 | 0,56/0,03 | 0,59/0,16 | 0,48/0,07 | 0,50/0,05 | 1,13/0,53 | 0,69/0,00 | 1,02/0,07 |
| B-Seite Rufaufbauzeiten (s)/davon über 2 s (%) | 0,60/0,09 | 0,55/0,08 | 0,55/0,07 | 0,62/0,03 | 0,53/0,13 | 0,56/0,07 | 0,97/0,24 | 0,63/0,05 | 1,07/0,22 |
| nicht erfolgreiche Verbindungen A-Seite (%) / B-Seite (%) | 0,13/0,11 | 0,19/0,16 | 0,43/0,58 | 0,13/0,09 | 0,16/0,19 | 0,27/0,19 | 0,39/0,55 | 0,30/0,11 | 0,56/0,26 |
| A-Seite Sprachqualität (POLQA MOS)/davon unter 4,0 (%) | 4,46/0,91 | 4,46/0,62 | 4,46/0,64 | 4,46/0,67 | 4,45/1,08 | 4,45/1,12 | 4,43/3,02 | 4,44/2,16 | 4,43/2,15 |
| B-Seite Sprachqualität (POLQA MOS)/davon unter 4,0 (%) | 4,46/0,80 | 4,46/0,64 | 4,46/0,75 | 4,46/0,70 | 4,45/1,10 | 4,45/1,47 | 4,42/3,46 | 4,45/1,58 | 4,43/1,74 |
| A-Seite Sprachlaufzeit (ms)/davon über 100 ms (%) | 69/1,55 | 61/0,84 | 60/0,38 | 64/0,74 | 64/0,75 | 57/0,24 | 65/3,99 | 68/5,44 | 82/10,74 |
| B-Seite Sprachlaufzeit (ms)/davon über 100 ms (%) | 68/1,87 | 60/0,61 | 64/0,60 | 64/0,97 | 63/0,97 | 59/0,80 | 64/2,93 | 67/3,66 | 82/9,84 |
| MESSWERTE VERBINDUNGEN INS MOBILFUNKNETZ | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 26.008 | 25.105 | 25.936 | 25.723 | 23.299 | 6.437 | 6.442 | 6.383 | 6.419 |
| Rufaufbauzeit (s)/davon über 6 s (%) | 2,91/0,59/0,20 | 2,73/0,75/0,36 | 2,85/0,41/0,21 | 2,91/0,32/0,26 | 2,66/0,75/0,41 | 2,71/0,31/0,30 | 3,27/0,86/0,36 | 2,97/2,18/0,61 | 3,27/0,56/0,25 |
| Sprachqualität (POLQA MOS)/davon unter 3,0 (%) | 3,22/26,20 | 3,27/21,52 | 3,23/25,71 | 3,23/25,40 | 3,24/24,87 | 3,25/24,17 | 3,23/25,81 | 3,21/27,48 | 3,24/24,36 |
| Sprachlaufzeit (ms)/davon über 300 ms (%) | 260/27,57 | 233/15,17 | 255/25,73 | 250/21,74 | 239/15,69 | 233/16,94 | 247/21,12 | 252/23,98 | 266/31,29 |
| MESSWERTE DATEN | | | | | | | | | |
| HTTP-DOWNLOAD | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 8.924 | 8.895 | 8.924 | 8.924 | 8.919 | 2.218 | 2.230 | 2.234 | 2.238 |
| HTTP-Download-Durchsatz < 90% der Bandbreite (%) | 0,76 | 0,00 | 0,11 | 0,77 | 1,57 | 0,05 | 0,18 | 0,00 | 0,13 |
| fehlerhafter HTTP-Download (%) | 0,00 | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,04 |
| HTTP-DOWNLOAD MIT PARALLELEM UPLOAD | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 8.704 | 8.660 | 8.692 | 8.705 | 8.701 | 2.203 | 2.211 | 2.215 | 2.185 |
| HTTP-Download-Durchsatz < 90% der Bandbreite (%) | 0,30 | 0,07 | 0,08 | 0,78 | 0,26 | 0,00 | 0,23 | 0,00 | 3,20 |
| fehlerhafter HTTP-Download (%) | 0,03 | 0,09 | 0,06 | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,09 | 0,00 |
| HTTP-UPLOAD | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 8.925 | 8.895 | 8.925 | 8.924 | 8.917 | 2.218 | 2.230 | 2.233 | 2.238 |
| HTTP-Upload-Durchsatz < 90% der Bandbreite (%) | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 6,32 | 0,93 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 25,02 |
| fehlerhafter HTTP-Upload (%) | 0,00 | 0,09 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| HTTP-UPLOAD MIT PARALLELEM DOWNLOAD | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 8.866 | 8.824 | 8.857 | 8.868 | 8.861 | 2.223 | 2.222 | 2.224 | 2.206 |
| HTTP-Upload-Durchsatz < 90% der Bandbreite (%) | 0,17 | 0,20 | 0,17 | 25,16 | 19,62 | 0,00 | 25,27 | 24,84 | 50,02 |
| fehlerhafter HTTP-Upload (%) | 0,03 | 0,12 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,09 | 0,09 | 0,05 |
| MESSWERTE CROWDSOURCING | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 6.397 | 12.899 | 16.032 | 3.075 | 15.685 | 1.903 | 279 | 1.565 | 11.464 |
| Max. Datendurchsatz Download (Mbit/s) | 368 | 216 | 240 | 94 | 308 | 92 | 94 | 198 | 193 |
| Download: Abweichung von Lieferverlässlichkeit (%) | 47,17 | 60,15 | 56,41 | 56,47 | 60,67 | 57,89 | 57,14 | 40,00 | 81,25 |
| Max. Datendurchsatz Upload (Mbit/s) | 20 | 98 | 38 | 35 | 37 | 49 | 91 | 42 | 49 |
| Upload: Abweichung von Lieferverlässlichkeit (%) | 10,48 | 61,25 | 58,24 | 54,12 | 52,51 | 26,32 | 42,86 | 40,00 | 56,96 |
| MESSWERTE WEB-SERVICES | | | | | | | | | |
| DNS | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 356.520 | 356.239 | 356.520 | 356.610 | 356.290 | 88.680 | 89.200 | 89.280 | 89.400 |
| DNS-Auflösung (ms)/davon über 35 ms (%) | 14/0,18/0,02 | 11/0,20/0,06 | 8/0,30/0,37 | 12/0,12/0,31 | 11/0,31/0,14 | 7/0,78/0,31 | 9/0,75/0,29 | 23/9,22/0,22 | 34/26,99/0,40 |
| ETSI KEPLER-REFERENZSEITE | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 89.236 | 89.134 | 89.203 | 88.855 | 89.107 | 22.194 | 22.296 | 22.352 | 22.370 |
| HTTP-Ladezeit (s)/davon über 6 s (%) | 1,48/0,46/0,17 | 1,48/2,46/0,17 | 1,42/1,21/0,14 | 1,42/0,21/0,16 | 1,69/1,57/0,31 | 1,30/0,05/0,10 | 1,40/0,12/0,27 | 1,67/1,01/0,13 | 1,55/0,33/0,20 |
| 10 WEBSEITEN | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 86.849 | 88.767 | 89.026 | 88.705 | 88.836 | 22.188 | 22.288 | 22.336 | 22.288 |
| Webseiten-Ladezeit (s)/davon über 7 s (%) | 2,82/6,15/0,70 | 2,52/4,10/0,64 | 2,47/3,83/0,69 | 2,44/3,54/0,67 | 2,86/6,27/0,73 | 2,59/4,85/0,57 | 2,67/5,53/0,63 | 2,84/6,35/0,60 | 2,87/5,58/0,59 |
| GAMING-SERVER | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben | 44.137 | 44.101 | 44.113 | 43.936 | 44.095 | 10.980 | 11.034 | 11.072 | 11.056 |
| durchschn. Ping-Zeit (ms)/davon über 25 ms (%) | 12/0,01/0,18 | 10/0,02/0,20 | 10/0,05/0,20 | 16/0,76/0,14 | 11/0,04/0,15 | 10/0,02/0,18 | 14/0,06/0,14 | 9/0,01/0,14 | 22/13,49/0,16 |
| FOTBUCHDIENSTE (Bandbreitenklassen BB: BB1 = bis 20 Mbit/s; BB2 = über 20 Mbit/s bis unter 100 Mbit/s; BB3 = ab 100 Mbit/s) | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben BB1/BB2/BB3 | -*/8.381/25.059 | 4.324/6.585/23.469 | 6.583/6.561/21.832 | 6.604/17.290/10.924 | 2.194/6.549/26.130 | 2.178/2.128/4.390 | -*/4.374/4.372 | 1.998/2.170/4.344 | -*/2.187/6.553 |
| HTTP-Upload-Zeit (s) BB1/BB2/BB3 | -*/4,52/1,33 | 5,89/1,70/0,75 | 6,32/2,04/0,85 | 5,48/1,67/0,88 | 7,28/2,50/1,24 | 5,98/1,65/0,84 | -*/2,28/0,86 | 11,90/2,02/1,00 | -*/5,32/2,48 |
| HTTP-Upload-Zeit über 9 s BB1/6 s BB2/3 s BB3 (%) | -*/0,72/0,42 | 0,39/0,15/0,20 | 0,27/0,14/0,22 | 0,17/0,10/0,13 | 0,23/0,27/4,08 | 0,23/0,00/0,11 | -*/0,30/0,23 | 100,00/0,00/0,07 | -*/0,59/13,34 |
| fehlerhafter HTTP-Upload BB1/BB2/BB3 (%) | -*/0,00/0,00 | 0,00/0,00/0,03 | 0,05/0,00/0,05 | 0,11/0,01/0,05 | 0,00/0,00/0,05 | 0,00/0,00/0,00 | -*/0,00/0,07 | 0,05/0,14/0,07 | -*/0,09/0,00 |
| WEB-TV (Bandbreitenklassen BB: BB1 = bis 20 Mbit/s; BB2 = 20 Mbit/s bis unter 100 Mbit/s; BB3 = ab 100 Mbit/s) | | | | | | | | | |
| Anzahl Proben BB1/BB2/BB3 | -*/19.669/58.247 | 9.588/14.539/53.612 | 14.671/14.727/49.303 | 13.901/39.151/24.899 | 4.847/14.731/58.874 | 4.981/4.843/9.852 | -*/9,824/9,951 | 4.602/4.564/9.706 | -*/4,956/14,843 |
| Videoantwortzeit BB1/BB2/BB3 (ms) | -*/29/29 | 62/52/48 | 57/56/48 | 51/43/38 | 55/49/61 | 43/44/60 | -*/41/57 | 57/53/50 | -*/53/64 |
| Videoantwortzeit über 150 ms BB1/BB2/BB3 (%) | -*/1,77/1,91 | 10,74/8,36/8,81 | 7,81/9,76/8,84 | 7,15/5,67/5,44 | 9,16/8,96/11,40 | 6,97/7,50/12,55 | -*/6,12/10,47 | 9,97/11,24/9,95 | -*/9,24/11,97 |
| Pufferzeit am Anfang BB1/BB2/BB3 (s) | -*/1,39/1,08 | 1,74/1,12/1,03 | 1,80/1,13/1,01 | 1,61/1,14/0,96 | 1,93/1,27/1,16 | 1,72/1,20/0,96 | -*/1,33/1,01 | 1,86/1,29/1,12 | -*/1,22/1,15 |
| Pufferzeit am Anfang über 3,2 s (BB1)/2,4 s (BB2)/2,2 s (BB3) (%) | -*/3,28/7,99 | 2,20/5,05/6,35 | 3,16/4,02/4,61 | 4,76/3,58/4,14 | 4,63/2,71/9,36 | 1,95/2,26/3,04 | -*/3,91/4,02 | 2,89/3,57/5,50 | -*/1,91/8,90 |
| Bildqualität (PEVQ-S MOS) BB1/BB2/BB3 | -*/4,09/4,09 | 4,05/4,08/4,08 | 4,04/4,06/4,07 | 4,02/4,08/4,08 | 4,04/4,09/4,08 | 4,07/4,09/4,09 | -*/4,07/4,06 | 4,06/4,08/4,07 | -*/4,08/4,07 |
| MOS-Verschlechterung über 2,0 BB1/BB2/BB3 (%) | -*/0,01/0,02 | 0,00/0,00/0,16 | 0,00/0,00/0,01 | 0,02/0,01/0,02 | 0,00/0,01/0,01 | 0,00/0,02/0,00 | -*/0,00/0,05 | 0,09/0,00/0,00 | -*/0,02/0,00 |
| fehlerhafter Web-TV-Abruf BB1/BB2/BB3 (%) | -*/0,38/0,36 | 0,43/1,05/0,67 | 0,73/0,76/0,73 | 0,46/0,28/0,17 | 0,70/0,41/0,57 | 0,28/0,39/0,23 | -*/0,42/0,36 | 0,61/0,57/0,52 | -*/0,44/0,29 |

Messwerte für übersichtlichere Darstellung gerundet. * Zum Zeitpunkt der Auswahl der Testanschlüsse hat der Netzbetreiber kein Produkt in dieser Bandbreitenklasse angeboten.



Testergebnisse

| Anbieter | Unitymedia | Telekom | 1&1 | O2/Telefónica | Vodafone | M-net | EWE | Net Cologne | Pjur/Tele Columbus |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|-------------------------|
| Verbindungen ins eigene IP-Netz/in andere IP-Netze (max. 80/160) | 78/152 | 80/156 | 80/140 | 76/156 | 72/152 | 80/148 | 72/128 | 74/138 | 70/116 |
| Verbindungen ins Mobilfunknetz (max. 80) | 62 | 66 | 62 | 62 | 62 | 66 | 62 | 52 | 58 |
| SUMME SPRACHE (max. 320) | 292 | 302 | 282 | 294 | 286 | 294 | 262 | 264 | 244 |
| HTTP-Downloads ohne/mit parallelem Upload (max. 55/55) | 50/55 | 55/55 | 55/55 | 50/55 | 40/55 | 55/55 | 55/55 | 55/55 | 55/45 |
| HTTP-Uploads ohne/mit parallelem Download (max. 35/35) | 35/35 | 35/31 | 35/35 | 20/20 | 32/20 | 35/35 | 35/20 | 35/20 | 20/20 |
| SUMME DATEN (max. 180) | 175 | 176 | 180 | 145 | 147 | 180 | 165 | 165 | 140 |
| Index Datendurchsatz Download/Upload (max. 30/20) | 20/4 | 18/10 | 19/10 | 15/9 | 19/5 | 15/7 | 14/13 | 19/9 | 15/2 |
| Abweichg. v. Lieferverlässlichkeit Down-/Upload (max. 30/20) | 18/20 | 12/8 | 12/8 | 12/8 | 12/12 | 12/16 | 12/12 | 18/12 | 6/8 |
| SUMME CROWDSOURCING (max. 100) | 62 | 48 | 49 | 44 | 48 | 50 | 51 | 58 | 31 |
| DNS-Auflösung (max. 30) | 29 | 29 | 26 | 25 | 29 | 26 | 26 | 18 | 16 |
| ETSI-Kepler-Referenzseiten (max. 50) | 50 | 48 | 48 | 50 | 40 | 50 | 44 | 46 | 42 |
| Webseiten Top-Kategorien (max. 50) | 40 | 44 | 46 | 46 | 40 | 44 | 42 | 40 | 40 |
| Gaming-Server (max. 20) | 19 | 17 | 19 | 18 | 19 | 19 | 19 | 20 | 12 |
| Fotobuchdienste (max. 50) | 48 | 50 | 50 | 50 | 45 | 50 | 50 | 46 | 37 |
| SUMME WEB-SERVICES (max. 200) | 186 | 188 | 189 | 189 | 173 | 189 | 181 | 170 | 147 |
| Reaktions- u. Pufferzeiten/Bildqualität u. Fehlerraten (max. 80/120) | 58/120 | 47/118 | 52/120 | 58/120 | 34/120 | 52/120 | 50/120 | 42/120 | 37/120 |
| SUMME WEB-TV (max. 200) | 178 | 165 | 172 | 178 | 154 | 172 | 170 | 162 | 157 |
| connect URTEIL max. 1000 | 893 sehr gut | 879 sehr gut | 872 sehr gut | 850 sehr gut | 808 gut | 885 sehr gut | 829 gut | 819 gut | 719 befriedigend |

So testen connect und zafaco

Zum zehnten Mal führt connect seinen anspruchsvollen Festnetztest in enger Kooperation mit der zafaco GmbH mit Sitz in Ismaning aus. Sie betreibt Testanschlüsse in insgesamt 52 Städten. Wie sich die von den Netzbetreibern bereitgestellten Breitbandleitungen darauf verteilen und eine noch ausführlichere Darstellung unserer Testmethodik finden Sie online unter www.connect.de/festnetztest. An den Standorten nahmen automatisierte Testsysteme vom 13.5. bis zum 10.6.2019 insgesamt rund 4,6 Millionen Messungen vor. Damit unaufschiebbar Wartungsarbeiten nicht zu unfairen Nachteilen führen, berücksichtigte zafaco ein nächtliches Wartungsfenster und erfasste in der Zeit von 2 bis 6 Uhr morgens keine Messwerte.

Automatisiert wurden rund um die Uhr Messungen von Telefonie, Datenübertragungen, Web-Services und Web-TV durchgeführt. Um Einflüsse außerhalb ihrer eigenen Netze auszuschließen, konnten die Netzbetreiber den Referenzserver für einige Datenmessungen in ihrem eigenen Netz aufstellen. Die Ende-zu-Ende-Sprachqualität wurde netzintern, zu anderen IP-Netzen sowie zu den deutschen Mobilfunknetzen ermittelt.

An den getesteten Anschlüssen kamen dabei jeweils die von den Anbietern offiziell angebotenen Endgeräte mit aktueller Firmware zum Einsatz. connect und zafaco haben allerdings den Grundsatz, dass nur Konfigurationen am Test teilnehmen, die auch wirklich für die Kunden verfügbar sind. Deshalb wurde in Abstimmung mit den Netzbetreibern bereits vor Testbeginn festgelegt, mit welchem Firmwarestand die Router daran teilnehmen durften.

Zur Bestimmung der Sprachqualität wurden POLQA-Werte (Perceptual Objective Listening Quality Assessment) ermittelt, zur Bestimmung der Web-TV-Videoqualität PEVQ-S-Werte (Perceptual Evaluation of Streaming Video Quality). Für die Crowdsourcing-Analysen wurden die öffentlich zugänglich aggregierten Messergebnisse der Kartendarstellung der Breitbandmessung berücksichtigt, die zwischen dem 1.4.2018 bis zum 31.3.2019 erfasst wurden. Das Wartungsfenster gilt nicht für die Crowdsourcing-Ergebnisse. Ein Whitepaper mit einer ausführlichen Dokumentation des Testverfahrens steht unter www.zafaco.de/de/whitepaper